

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

CONTRIBUIÇÃO À ANÁLISE QUANTITATIVA DAS POTENCIALIDADES  
DO TREM DE PASSAGEIROS EM INTEGRAR A ESTRUTURA URBANA

Jorge Augusto Martins Gonçalves

Dezembro/2006

Orientadores: Licínio da Silva Portugal

Carlos David Nassi.

Programa: Engenharia de Transportes

Este trabalho elabora uma metodologia de apoio à tomada de decisões em projetos de desenvolvimento socioeconômico ao longo de um corredor ferroviário e no entorno das suas estações. A partir da análise da estrutura física do meio urbano, com base nos conceitos do Novo Urbanismo, nos procedimentos do Desenvolvimento Orientado ao Transporte de Alta Capacidade e de centralidade, formalizado matematicamente através da teoria dos grafos e no uso de um SIG, identificam-se às potencialidades do sistema ferroviário em integrar os equipamentos urbanos e promover desenvolvimento socioeconômico sustentável. Os resultados do estudo de caso corroboram o que se previa analiticamente.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Sciences (D. Sc.)

CONTRIBUTION TO THE QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE POTENTIAL OF PASSENGER TRAINS IN URBAN STRUCTURE INTEGRATION.

Jorge Augusto Martins Gonçalves

December/2006

Advisors: Licinio da Silva Portugal

Carlos David Nassi

Department: Transport Engineering.

The objective of this work is to elaborate a methodology to give support to decision making in social and economic development projects along a rail corridor and around its stations. From the analysis of the configuration of urban environment, based on New Urbanism, Transit-Oriented Development and graph theoretical-based centrality concepts, and using a geographic information system, we identify the potential of the rail system in aggregating the urban equipments and in promoting a sustainable development. The results of the study case confirm what could be analytically forecasted.

## INDICE

### **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

Considerações iniciais, objetivo da tese, relevância do tema e da proposta metodológica e estrutura do trabalho .....1

### **CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA ..... 11**

### **CAPÍTULO 3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Práticas bem sucedidas de integração entre sistemas metroferroviários e desenvolvimento socioeconômico, sistemas metroferroviários no Brasil, distribuição dos equipamentos urbanos, desenvolvimento socioeconômico, acessibilidade e centralidade na área de influência de um corredor de transporte público.....40

### **CAPÍTULO 4 - PROPOSTA METODOLÓGICA**

Considerações iniciais, as premissas adotadas, os procedimentos metodológicos e os níveis espaciais de estudo, padrão de procedimentos aplicados aos níveis espaciais, indicadores de centralidade e suporte no processo de tomada de decisão e considerações finais.....92

### **CAPÍTULO 5 - ESTUDO DE CASO: RAMAL SARACURUNA E ENTORNO DA ESTAÇÃO DE BONSUCESO.**

Introdução, descrição da área de estudo, histórico da relação entre o sistema ferroviário e o desenvolvimento socioeconômico e aplicação dos procedimentos metodológicos na área de influência do ramal Saracuruna e no entorno da estação ferroviária de Bonsucesso.....125

### **CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....157**

### **BIBLIOGRAFIA**

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1: Sistema Metroferroviário de Estocolmo	44
FIGURA 3.2: Sistema Metroferroviário de Cingapura	49
FIGURA 3.3: Localização Geográfica do Sistema Metroferroviário Brasileiro	53
FIGURA 3.4: Mapa do Sistema de Metrô da Cidade de São Paulo	66
FIGURA 3.5: Mapa das Linhas do Metrô da Cidade do Rio de Janeiro	70
FIGURA 3.6: Fluxograma de Procedimentos	74
FIGURA 4.1: Visão Esquemática	97
FIGURA 4.2: Níveis Espaciais do Estudo	100
FIGURA 4.3: Padrão Geral de Procedimentos	123
FIGURA 5.1: Área de Influência dos Ramais	129
FIGURA 5.2: Ramais Ferroviários	129
FIGURA 5.3: Uso do Solo na Área de Influência do Ramal	130
FIGURA 5.4: Área de Influência da Estação de Bonsucesso	134
FIGURA 5.5: Grafo do Ramal	140
FIGURA 5.6: Centro do Grafo Associado	154

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 4.1: Critérios e Operações	113
QUADRO 5.1: Terminologia das Centralidades	141

## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1: Sistemas de Acordo com o Modelo	34
TABELA 3.1: Abrangência dos Sistemas Metroferroviários Brasileiros	52
TABELA 3.2: Estrutura Física	66
TABELA 4.1: Sumário das Características dos Indicadores de Centralidade	111
TABELA 5.1: Matriz Origem-Destino Ferroviária (diária)	142
TABELA 5.2: Centralidades no Ramal	142
TABELA 5.3: Centralidades na Área de Influência	143
TABELA 5.4: Centralidade de Intermediação, Usando o Fluxo	143
TABELA 5.5: Distância Máxima a partir de cada Estação	146
TABELA 5.6: Vocações e Destaques	147
TABELA 5.7: Desempenho quanto aos tipos de Centralidade	147
TABELA 5.8: Indicações de Alocações de acordo com as Centralidades e Vocações	149
TABELA 5.9: Classes de Afastamentos	154
TABELA 5.10: Centralidade dos Principais Equipamentos Urbanos	155
TABELA 5.11: Centralidade e Acesso Através dos Modais	156

# **CAPÍTULO 1**

## **Introdução**

### **1.1 Considerações iniciais**

No processo histórico que deu forma e conteúdo à atual estrutura urbana das grandes regiões metropolitanas brasileiras, o sistema ferroviário e a evolução urbana de cada uma delas estiveram intimamente ligados (BARAT, 1978). Este sistema, com sua forma linear de estruturação territorial, foi propulsor do desenvolvimento socioeconômico na influência dos seus corredores, nos bairros sede de suas estações e no entorno destas. Durante várias décadas, a ferrovia garantiu condições de comunicação e manteve as unidades territoriais integradas com o centro de negócios e empregos. Posteriormente, quando completaria 100 anos, a falta de investimentos no sistema, devido à opção rodoviária, provocou a desestruturação do território - com residências e empresas se espalhando nele - e o esvaziamento econômico de vários bairros. Por outro lado, como os investimentos públicos em infra-estrutura rodoviária não foram suficientes, a comunicação entre os bairros e o centro ficou prejudicada devido aos congestionamentos diários.

O quadro atual, além da desestruturação, apresenta carências de moradias, de transportes e de empregos. Desta forma, a sua mudança requer a aplicação de uma proposta de reformulação do modelo, com a incorporação de recursos técnicos-metodológicos distintos, pois a questão do planejamento racional remete à utilização de conceitos que busquem articular os sistemas de transportes com o desenvolvimento

socioeconômico, enquanto a questão social deve estar direcionada para a promoção da inclusão de maneira sustentável.

## **1.2 Objetivo da tese**

Este estudo tem como objetivo estabelecer uma estrutura metodológica que permita identificar problemas nos setores ferroviário, urbano e socioeconômico, identificar fatores causais e propor soluções, buscando um ambiente integrado e auto-sustentável.

Nesta pesquisa, a integração entre transportes e uso do solo terá suporte em modelos matemáticos e no conceito de centralidade, derivado da Teoria de Grafos.

Através de um estudo de caso na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, será mostrado que os procedimentos metodológicos são exequíveis e, com as adequações necessárias, podem ser usados em outras regiões.

## **1.3 Relevância do tema e da proposta metodológica.**

De um modo geral, nas cidades com desenvolvimento urbano orientado pelo modo de transporte rodoviário, a qualidade de vida vem se deteriorando devido aos efeitos do trânsito de veículos, pois tal modelo tende a provocar deseconomias em função dos congestionamentos, acidentes, impactos ambientais etc. Outro problema é a necessidade constante de áreas para construção de vias e estacionamentos. No caso específico das regiões metropolitanas brasileiras, estes problemas se tornam mais graves, pois a



ausência de planejamento e coordenação intermodal estimulou um contexto irracional e predatório, o qual permitiu a sobreposição e a competição de dois modos de transportes - ônibus e trens suburbanos de passageiros - que deveriam operar de forma integrada (e atualmente, numa outra escala, entre o transporte alternativo e os ônibus). É importante ressaltar que para as populações de nível de renda mais baixo, relegadas aos espaços periféricos, as soluções de transporte coletivo por ônibus, como modalidade principal e não alimentadora, são onerosas.

O crescimento acelerado da motorização é outro fator agravante, talvez expressando a alta atratividade despertada pela posse e uso do automóvel. As taxas de motorização no período de 1990 a 1999 cresceram, no Brasil e no México, a 2,7% e 2,8% ao ano, respectivamente, cerca de 4 vezes mais que a taxa dos USA, que foi de 0,7%. Esta quantidade expressiva de veículos que é acrescentada anualmente ao tráfego veicular encontra uma infra-estrutura viária de baixa qualidade, com capacidade insuficiente e não hierarquizada. Enquanto os USA têm 0,156 metros de “*freeway per capita*”, na América Latina de um modo geral e particularmente no Brasil, este parâmetro corresponde a apenas 0,003, ou seja: 50 vezes menos oferta de vias de categoria superior (PORTUGAL e FLOREZ, 2006).

Desta forma, a pesquisa aborda a questão referente ao inter-relacionamento do desenvolvimento socioeconômico, do transporte ferroviário e da distribuição dos equipamentos urbanos. Convém destacar que os dados utilizados se referem à quantidade de viagens, distâncias e equipamentos urbanos. Assim, se faz uma simplificação, considerando que o poder social se distribua homogeneamente. Embora

esta simplificação não seja o ideal, estudos recentes (CERVERO, 2005) mostram que as melhorias na acessibilidade e na mobilidade, decorrentes de intervenções nos sistemas de transportes, vêm contribuindo para melhorar a vida das pessoas. Com essa diretriz, se obtém indicações sobre a atratividade entre os bairros na área de influência do corredor ferroviário e da integração entre os equipamentos urbanos no entorno das estações, convergindo para o conhecimento do processo de hierarquização das centralidades urbanas na área de influência do ramal ferroviário e no entorno das estações.

Em âmbito internacional, verifica-se que o desenvolvimento socioeconômico – primordial para o Brasil – foi implementado tanto em regiões do mundo desenvolvido, como Estocolmo, quanto em regiões do mundo em desenvolvimento, como Cingapura, a partir da infra-estrutura de transportes atuando de forma eficiente, com as moradias e os locais de trabalho ligados por um sistema de transportes com prioridade ferroviária e integração modal. Nos casos supracitados, embora fique claro o objetivo de articulação entre o desenvolvimento urbano e o sistema de transportes, com prioridade ao trem de passageiros, não é identificada a utilização da modelagem matemática para mostrar que a qualidade desta relação foi resultado de ações planejadas e que, monitorada ao longo do tempo, pode ser preservada.

Tendo em vista que a modelagem matemática tem se mostrado eficaz ao dar suporte no processo de tomada de decisões, é relevante a produção de uma metodologia na qual seja possível identificar regiões com problemas; definir prioridades de investimentos e, com base na experiência internacional, utilizar as potencialidades do trem de

passageiros para integrar a estrutura urbana e criar um ambiente propício ao desenvolvimento socioeconômico.

A proposta metodológica é relevante e difere das abordagens identificadas na revisão bibliográfica. A relevância se refere à integração entre abordagens distintas, como a reformulação do espaço urbano proposta pelo “Novo Urbanismo”, a questão das vocações no inter-relacionamento entre bairros, da integração dos equipamentos urbanos, a teoria dos grafos e o planejamento de transportes urbanos. Além disso, no estudo de caso está inserida uma proposta de revitalização de uma região que já foi próspera e hoje se encontra com áreas degradadas, vazios econômicos, sistema de transporte com um número cada vez maior de kombis e vans e violência.

Quanto às diferenças em relação às abordagens identificadas na revisão bibliográfica, estas dizem respeito a dois aspectos: a) na área de influência do ramal, estas se relacionam à classificação dos bairros em função da concentração de atividades. As diferentes abordagens relacionadas a este tema classificam os bairros em termos da quantidade de atividades; já nesta pesquisa há um aprofundamento, haja vista que se considera a influência do sistema ferroviário neste processo e se estuda a função exercida por cada bairro, de acordo com sua vocação, na rede relacional. Esta forma de enfoque remete à questão do poder exercido que um bairro exerce sobre outros. A concentração de atividades e uma boa acessibilidade provocam a valorização dos imóveis, atraem investimentos e incrementam o desenvolvimento socioeconômico (CERVERO, 2005). Os procedimentos metodológicos propostos permitem elaborar uma hierarquização dos bairros e a partir daí propor intervenções buscando criar um

ambiente mais equilibrado; b) no entorno da estação, é dado um novo tratamento à distribuição dos equipamentos urbanos. As abordagens relativas a este aspecto dão um enfoque geográfico, isto é, procuram encaminhar a solução para o problema da alocação com boa acessibilidade, através de mapas e densidade populacional. Nesta pesquisa há uma ampliação conceitual quanto à forma da distribuição, haja vista que é agregada uma etapa de avaliação, com base na modelagem matemática. Um projeto desta natureza maximizará sua utilidade na medida em que a rapidez de acesso for fruto de uma relação biunívoca entre localização espacial e tipo de uso pela comunidade. O conceito de centralidade, com base na teoria dos grafos, permite estabelecer tal relação.

Além da relevância e das propostas da metodologia, seu desenvolvimento contribui para a evolução do atual estado da arte, haja vista que:

- a) Analisa, tanto qualitativa, quanto quantitativamente, as medidas propostas pelo Novo Urbanismo e pelo Desenvolvimento Integrado aos Transportes.
- b) Contempla não só o entorno da estação como também todo o território, ampliando o conceito de integração entre desenvolvimento socioeconômico e políticas de transportes para todo o corredor e não apenas para estações isoladas.
- c) Busca articular e integrar os interesses dos usuários com os da sociedade, de tal forma que a qualidade de serviço contribua para agregar valor na melhoria da qualidade de vida.
- d) Valoriza a inter-modalidade e o uso misto do solo; e
- e) Incorpora o procedimento de análise ao processo de diagnóstico e intervenções, dando respaldo à tomada de decisão.

## **1.4 Estrutura do trabalho**

O presente estudo é constituído de seis capítulos organizados de forma a se compreender as abordagens em cada área envolvida e quais suas implicações na elaboração dos procedimentos metodológicos. Nesse primeiro capítulo, foram mostradas: a temática que será abordada; a contribuição do sistema de trens de passageiros na integração territorial e na inclusão social; a relevância e a sua contribuição ao estado da arte desta pesquisa.

O capítulo 2 – “Contextualização e caracterização do problema” mostra a evolução histórica da relação entre a estrutura urbana e os transportes, os problemas decorrentes da opção pelo modo de transporte rodoviário, as diferentes abordagens relacionando os transportes e os usos do solo e que existem instrumentais tecnológicos disponíveis para a criação de um ambiente integrado e auto-sustentável. No desenvolvimento do capítulo se fornecem os conceitos teóricos básicos de acordo com quatro vertentes, que interagem sistematicamente. A primeira caracteriza a necessidade de mudar a orientação do planejamento de uso do solo. Desta forma, no novo discurso a ele relacionado, o espaço transformou-se num conceito muito mais diferenciado. Em vez de se assemelhar a um mero suporte para a expansão das redes de transportes, o espaço tem sido adaptado de modo a suprir as atuais necessidades dos usuários de transporte e aumentar o potencial para o gerenciamento da demanda e planejamento de redes integradas em áreas específicas. A segunda aborda a questão da implantação dos conceitos provenientes do Novo Urbanismo e dos procedimentos do “transit-oriented development” para conter o espraiamento das cidades - fruto do modelo rodoviário -

sugerindo uma nova configuração espacial que promova o agrupamento dos equipamentos urbanos e reduza os deslocamentos. A terceira destaca a utilização dos transportes de alta capacidade como alavancas de desenvolvimento socioeconômico no entorno do corredor ferroviário e das suas estações. Além disso, se mostra que a implantação de um sistema ferroviário cria uma estrutura urbana linear, onde os equipamentos urbanos tendem a localizar-se no entorno das estações e ao longo da linha férrea, formando centralidades urbanas. A quarta enfatiza o estudo de redes, a existência de modelos matemáticos e pacotes computacionais que podem dar suporte ao processo de tomada de decisões, visando a criação de um ambiente integrado e auto-sustentável.

O capítulo 3 – “Revisão Bibliográfica” tem três objetivos. O primeiro é identificar, na literatura de transportes, práticas bem sucedidas de integração entre sistemas metroferroviários e desenvolvimento socioeconômico. O segundo é dar uma visão panorâmica dos sistemas metroferroviários brasileiros, destacando a importância destes sistemas para o desenvolvimento socioeconômico e a existência de demanda, projetando ampliação. O terceiro é identificar trabalhos direcionados ao estudo do relacionamento entre os sistemas metroferroviários, a distribuição dos equipamentos urbanos, o desenvolvimento socioeconômico, as melhorias na acessibilidade territorial e na mobilidade das pessoas e a questão da centralidade.

O capítulo 4 – “Metodologia” define o padrão de procedimentos, os níveis de estudo e elabora um esquema onde são relacionados os problemas, os fatores causais, a proposta de solução para cada um dos problemas e agrupa indicadores de centralidade de modo

que seja possível identificar os mais apropriados para atender aos requisitos de simplicidade na formulação e bons resultados na aplicação.

A metodologia proposta se diferencia de outros estudos no que diz respeito à busca em integrar abordagens distintas, que atuam separadamente. Os elementos conceituais relativos à reformulação do espaço urbano proposta pelo “Novo Urbanismo”, ao inter-relacionamento entre bairros e entre equipamentos urbanos, à teoria dos grafos e ao planejamento de transportes urbanos, têm aspectos comuns que, através dos procedimentos propostos, possibilitam a geração de cenários com melhorias na mobilidade e na qualidade de vida. O conhecimento das centralidades no âmbito da área de influência do ramal ferroviário dá as condições para o encaminhamento de soluções no sentido de melhorar a complementaridade das atividades entre os bairros, pois a identificação das atividades que podem estar restritas ao entorno de algumas estações e com acesso estendido a todo o ramal através do trem, além de integrar os bairros, diminui a pendularidade do sistema ferroviário. O conhecimento das centralidades no entorno de cada estação dá as condições para avaliação de sua importância, pois com a identificação das atividades que devem existir no entorno de todas as estações se pode fazer da estação um pólo de integração modal e facilitar os deslocamentos das pessoas entre os equipamentos urbanos. Um ramal ferroviário pode, atuando de forma equilibrada, através de intervenções com base nos critérios de centralidade e utilizando a integração modal, servir de âncora para integrar a região.

O capítulo 5 – “Estudo de Caso” mostra a aplicação da metodologia no ramal Saracuruna e no entorno da estação de Bonsucesso. O ramal Saracuruna corresponde ao

nível intermediário e a estação de Bonsucesso ao nível micro. Em nível intermediário serão identificadas as centralidades dos bairros onde estão localizadas as estações ferroviárias e propostas intervenções visando à interação entre os bairros, através da complementação de serviços, com base no sistema ferroviário integrado aos outros modos de transportes. Com os resultados obtidos em nível micro, que corresponde ao entorno da estação de Bonsucesso, a idéia é atuar visando aproximar os equipamentos urbanos que estão no raio de 400 metros da estação ferroviária, através da integração modal. Estabelecidas as diretrizes de integração em nível intermediário e micro, sugerir sua aplicação em nível macro, que corresponde aos dois ramais ferroviários, utilizando todo o sistema de transportes.

O capítulo 6 – “Conclusões e recomendações” apresenta uma síntese da proposta, mostra os resultados alcançados com o uso da metodologia, identifica as dificuldades encontradas e sinaliza o que pode ser feito em futuras aplicações. São apresentadas também recomendações relativas às simplificações efetuadas e aprofundamentos em novos estudos.



## CAPÍTULO 2

### Caracterização e contextualização do problema

#### 2.1 Introdução

O problema objeto da presente pesquisa tem uma trajetória histórica, isto é, vai das cidades orientadas à caminhada até as cidades orientadas aos automóveis, as quais enfrentam atualmente uma crise proveniente da falta de espaço e deficiência na mobilidade.

Segundo GOITIA (1996), a forma das cidades é fruto de atuações de forças complexas e poderosas, mas três se destacam: as prioridades econômicas, as necessidades por transportes e os aspectos culturais. Uma das características dos habitantes das **cidades antigas**, e que mostra a importância da forma, é que seus deslocamentos mais longos levavam, em média, 15 minutos. Um estudo governamental, no Reino Unido, verificou que o tempo de deslocamento para o trabalho ficou estável por seis séculos. Assim, os novos tipos de cidades podem ser considerados como conseqüências do aumento da velocidade e da liberdade de deslocamento obtidas com o desenvolvimento das tecnologias do transporte (GOITIA, 1996).

Até a metade do século XIX, as formas das cidades eram orientadas à caminhada, caracterizadas por alta densidade de população (100 a 200 habitantes por hectare), uso misto do solo e ruas arborizadas. Nestas cidades, os deslocamentos máximos (em torno de 2,5 km) podiam ser feitos a pé, em média, em cerca de 30 minutos (NEWMAN e KENWORTHY, 1999).

Após 1860, na Europa e no Novo Mundo, as cidades antigas entraram em colapso sob as pressões do aumento da população e da industrialização. As dimensões das novas cidades tinham que ser capazes de acomodar mais pessoas, reduzindo a densidade e mantendo a acessibilidade média em 30 minutos. Isto só seria possível com novas tecnologias de transporte. As cidades passaram a serem transpassadas por trens (primeiro movidos a carvão e depois elétricos) e bondes (primeiro puxados por cavalos, depois movidos a carvão e a seguir elétricos) que possibilitaram deslocamentos mais rápidos, criando as cidades com transporte público.

Os trens geralmente criam sub-centros no entorno das estações ferroviárias, que são pequenas cidades com características de cidades orientadas à caminhada. Os bondes, por outro lado, criam cidades lineares que seguem suas rotas formando corredores. Em ambos os casos, a densidade populacional é média e o uso do solo é misto, no entorno das estações e nos corredores.

Começando antes da década de 40, mas acontecendo de forma acelerada após a década de 50, do século passado, o automóvel, complementado pelo ônibus, progressivamente tornou-se a tecnologia de transporte que daria uma nova forma às cidades, particularmente nos EUA e Austrália. A nova tecnologia permitiu um desenvolvimento em todas as direções. Nasceram as cidades orientadas ao automóvel.

Estas cidades estão passando por uma crise proveniente da falta de espaços e dificuldades de acessos. Segundo GOITIA (1996), quando as cidades ainda não tinham atingido a extensão das áreas metropolitanas de agora, o problema dos acessos

praticamente não existia, pois os serviços estavam numa proximidade tão razoável que o deslocamento não apresentava qualquer dificuldade. Hoje, o que se observa é que o automóvel, por um lado, provocou um espriamento das residências e dos serviços e, por outro lado, se tornou um elemento perturbador e incômodo na vida cidadina. O poder público não tem conseguido organizar a estrutura funcional que o automóvel exige.

De acordo com AARON FLEISHER (*apud* GOITIA, 1996), não parece possível que a tecnologia possa contribuir substancialmente para solucionar os problemas criados pelas aglomerações humanas e de veículos que afligem a cidade moderna. O congestionamento humano não se revela como mero sintoma de deficiências funcionais. Com efeito, se assim fosse bastaria, para evitá-lo em grande parte, aumentar suficientemente a capacidade. Uma das soluções mais utilizadas é a construção de novas vias; mas a realidade encarrega-se rapidamente de demonstrar a inutilidade da medida, pois a conseqüência costuma ser, quase invariavelmente, uma intensificação ainda maior do tráfego. Ao atribuir o novo desequilíbrio ao crescimento da cidade ou a uma reorganização da circulação rodoviária, admite-se tacitamente que as vias de comunicação não são um elemento passivo na determinação do modo como será feita a distribuição do tráfego. Portanto, o congestionamento urbano nunca poderá ser remediado acrescentando-se simplesmente novas vias à rede já existente.

Com o automóvel, tornaram-se viáveis as baixas densidades populacionais nas cidades industriais. Reagindo a isso, os urbanistas começaram a separar as residências e os centros de negócios por zonas, tornando-as descentralizadas e dispersas. A rapidez do

automóvel nos grandes deslocamentos fez com que as pessoas passassem a morar em locais mais aprazíveis, afastados dos centros econômicos. Como consequência, a densidade populacional caiu, ficando no entorno de 10 a 20 habitantes por hectare (KENWORTHY, 2005).

De um modo geral, o desenvolvimento orientado ao automóvel provocou, principalmente nos EUA, uma forma de ocupação do espaço urbano denominado “espraiamento”. Para muitos estudiosos americanos, o nível de espraiamento interfere diretamente na qualidade de vida. Embora não se possa defini-lo e quantificá-lo, o espraiamento é uma das causas, senão a principal, dos problemas ambientais americanos, nas áreas urbanas. Pode-se creditar a ele problemas tais como: abandono do centro das cidades para moradia, segregação racial, desigualdades sociais, destruição de terras para a agricultura, gasto excessivo de energia, dependência do automóvel, altos impostos, degradação da saúde, crimes, destruição do espírito comunitário, poluição da água e poluição do ar (LOPES e HYNES, 2003). Além disso, há o alto custo para atender às necessidades de infra-estrutura de serviços, devido à distribuição espacial da demanda e ao aumento da superfície construída e pavimentada, contribuindo para potencializar enchentes e o calor nos períodos de clima mais quente.

A cidade moderna entregou-se à tirania do tráfego com demasiada frequência. Para alguns urbanistas e administradores o tráfego está acima de tudo, e quaisquer outras considerações devem submeter-se à solução dos problemas de trânsito. Não obstante, nem todos pensam assim. Arquitetos como, por exemplo, THEO CROSBY (CROSBY, 1965), consideram que o importante não é o tráfego e sim a maneira como as pessoas

vivem. E mais, não se ganha nada em reduzir o tempo de transporte em alguns minutos se, no fim, chega-se a um local de residência insatisfatório. Não se ganha nada em conseguir um parque de estacionamento adequado se isso implica em ter de percorrer 800 metros pelo asfalto para chegar a uma loja. Não faz sentido gerenciar o tráfego sem planejar ainda mais profundamente outras necessidades humanas. A socialização do solo deve ser a tendência em todas as grandes cidades, não se podendo aumentar indefinidamente à superfície urbana, deixando no seu interior zonas degradadas e de escasso rendimento funcional. Essas zonas devem ser adquiridas e remodeladas com sentido funcional, submetidas a um plano condicionado por regulamentações, com margens de lucro próprias e significado social. E isso se aplica a várias cidades brasileiras, muitas das quais inclusive tendo essas zonas localizadas no entorno das estações ferroviárias.

Segundo SANCHES e AMANCIO (2005), a literatura que analisa o comportamento de viagens em relação à forma urbana tem aumentado consideravelmente na última década. A premissa básica desses estudos é que as características locais da forma urbana podem influenciar o comportamento de viagens de três modos básicos: reduzindo o número de viagens motorizadas, aumentando a parcela de viagens não motorizadas e reduzindo as distâncias de viagens em veículos motorizados BADOS *et al*, 2000; POLZIN, 2004; MOUDON *et al*, 2005 (*apud* SANCHES e AMANCIO, 2005).

Muitas destas pesquisas sugerem que a presença de certos atributos da forma urbana, como a mistura de usos do solo e maiores densidades urbanas, está relacionada com um maior número de viagens não motorizadas, FRANK e PIVO, 1995; HANDY, 1996;

KITAMURA *et al*, 1997; GREENWALD e BOARNET, 2000; RAJAMANI *et al*, 2003 (*apud* SANCHES e AMANCIO, 2005). Alguns pesquisadores, como CERVERO *et al*, 1997; SRINIVASAN, 2002 (*apud* SANCHES e AMANCIO, 2005), incorporaram explicitamente medidas desses atributos ou incluíram fatores compostos para representar um indicador de conveniência para pedestres em equações de regressão ou modelos de divisão modal calibrados para prever o comportamento de viagens.

Diferentes características das viagens urbanas, como a frequência, modos de transporte utilizados, comprimento e tempo gasto têm sido estudadas para várias configurações de zonas urbanas (FRANK *et al*, 1995; HANDY, 1996A; CERVERO *et al*, 1997 *apud* SANCHES *et al*, 2005), para vários padrões de uso do solo CRANE *et al*, 1998; GREENWALD *et al*, 2001; KITAMURA *et al*, 1997 (*apud* SANCHES e AMANCIO, 2005) e para vários padrões de sistema viário (CERVERO *et al*, 1997 *apud* SANCHES e AMANCIO, 2005).

O relacionamento entre o ambiente construído, o comportamento das viagens e a saúde pública tem sido também objeto de pesquisa (HANDY *et al*, 2002; RODRÍGUEZ *et al*, 2004; TRB, 2004 *apud* SANCHES e AMANCIO, 2005). A conclusão de tais estudos permite inferir que uma combinação de forma urbana e sistemas de transporte que incentive as caminhadas e o uso da bicicleta, ajuda a criar comunidades mais ativas, saudáveis e amigáveis. CERVERO (2002), SCHWANEN *et al* (2005a,b), KHATTAK *et al* (2005) e CAO *et al* (2005) (*apud* SANCHES e AMANCIO, 2005) sugerem que uma abordagem alternativa para a análise da influência da forma urbana sobre os modos de transporte utilizados deveria incluir, além das variáveis socioeconômicas e de uso do

solo, um bloco de variáveis relacionadas a atitudes e estilo de vida dos indivíduos. Os autores argumentam que muitos indivíduos optam por residir em áreas mais densas e com uso do solo diversificado, justamente para poderem utilizar mais facilmente os modos de transporte não motorizados.

Embora estes estudos tenham ajudado a esclarecer alguns pontos sobre a influência da forma urbana sobre a demanda de transporte, os resultados não são conclusivos. Algumas das análises sugerem que características como maiores densidades, uso misto do solo e redes viárias mais conectadas, realmente provocam uma diminuição na motorização e no uso do automóvel e aumentam o uso do transporte coletivo e do modo a pé. Outras análises chegaram à conclusão de que estas características provocam um impacto muito fraco. A razão desses resultados contraditórios é atribuída a metodologias mal definidas, pouca disponibilidade de dados e modelos não muito bem especificados (BOARNET *et al*, 2001a,b; HESS *et al*, 2001; BADOE *et al*, 2001; MILLER, 2000; CERVERO, 2002; RODRÍGUES *et al*, 2004, *apud* SANCHES e AMANCIO, 2005). Em resumo, algumas ambigüidades empíricas e teóricas ainda permanecem com relação ao impacto da forma urbana sobre a realização de viagens não motorizadas. A presença de usos mistos, melhor conectividade das vias e maiores densidades de ocupação parecem incentivar os modos não motorizados de transporte. Por outro lado, as evidências com relação a outras características da forma urbana, tais como: a presença de calçadas, a largura das calçadas e a topografia são inconclusivas (LAMONT, 2001; CERVERO, 2002 *apud* SANCHES e AMANCIO, 2005).

## 2.2 Novas diretrizes de planejamento

No planejamento das áreas metropolitanas, mesmo considerando-se os antagonismos da sociedade capitalista, torna-se cada vez mais relevante coordenar a programação dos investimentos com uma concepção de sistemas de transportes, de tal forma que haja integração modal e articulação com o desenvolvimento socioeconômico. Esta articulação com o desenvolvimento socioeconômico é fundamental, primeiramente porque a disponibilidade de serviços de transporte influencia o processo e os padrões de expansão das áreas urbanas e define ou reorienta o uso do solo. Em seguida porque, além de ser condicionante de opções locacionais, um sistema de transportes racionalmente concebido se constitui também em poderoso instrumento de redistribuição de renda e fator de elevação da qualidade de vida, pois são proporcionados ganhos em forma de tempo e de conforto aos usuários. Além disso, estudos no âmbito do Urbanismo mostram, a respeito da morfologia das cidades, uma preocupação em fazer delas um local onde coexistam em harmonia os equipamentos econômicos e seus habitantes, de tal modo que a funcionalidade contribua para o bem estar da população. Pode-se afirmar que o processo de interação na relação cidade-habitante é biunívoco (podendo gerar harmonia ou conflito), não só a cidade proporciona imagens ao habitante como, também, o habitante as projeta sobre a cidade, em forma de valores adquiridos, aspirações, expectativas e atividades diárias. Criam-se instituições, estabelecem-se normas que moldam a cidade, fisicamente, e regulam a distribuição espacial das atividades exercidas na cidade (LINDGREN *et al*, 1975). Nesse sentido, CHRITALALLER (*apud* LINDGREN *et al*, 1975) propôs uma teoria de



lugares centrais possibilitando criar uma hierarquia. Assim, a posição no pico da hierarquia passa a ser um indicador de ocupação do solo no lugar ou próximo a ele.

A relação a ser testada é que a hierarquia de lugares é função de indicadores geográficos (posição na estrutura urbana em forma de centralidade), acessibilidade (sistema de transportes integrado) e mobilidade (articulação entre o sistema de transportes e a comunidade).

Planejar o futuro das cidades, incorporando os setores sociais, econômicos e políticos que as compõem, de forma que haja um compromisso entre cidadãos e governos na direção de um projeto que inclua todos é um desafio imposto aos planejadores de transportes e urbanistas. Neste contexto, o projeto PORTAL DA UNIÃO EUROPÉIA (2004) busca otimizar a seleção de resultados de pesquisas da União Européia na área dos transportes (escalas regional e local) através do desenvolvimento de novos materiais didáticos e de cursos de formação relacionados a “Planejamento de Transportes e Uso do Solo”. A relação de transportes e uso do solo, embora pareça genérica, é antes de tudo complexa, uma vez que abrange múltiplos aspectos, os quais têm um impacto nos fluxos de transporte. Um aspecto está relacionado com a crescente urbanização dos subúrbios e a expansão urbana das cidades, o que leva a um aumento da dependência do automóvel privado e a um aumento substancial da distância das viagens. A dispersão espacial dos proprietários e a utilização do automóvel estão também relacionadas com este fenômeno. Um outro aspecto requer distinção entre os diferentes modos de transporte e suas respectivas exigências de uso do solo. Nas áreas urbanas, as necessidades espaciais das infra-estruturas de transporte são, quase sempre,

consideravelmente superiores às das áreas rurais e requerem algo em torno 10%-15% do uso total do solo (ELTIS, 2004).

Este planejamento abrange genericamente as políticas com os propósitos específicos do aumento da sustentabilidade urbana; da redução da procura de viagens; da redução dos impactos socioeconômicos e espaciais do investimento em infra-estruturas de transportes e melhorias do sistema de transportes; da criação de um conjunto de procedimentos para um planejamento sustentável e otimizado de transportes para as cidades e, em geral da interação entre planejamento de transportes, uso do solo e sustentabilidade (PORTAL DA UNIÃO EUROPÉIA, 2004).

De acordo com os materiais pedagógicos do Portal da União Européia, os pesquisadores envolvidos em transportes e uso do solo devem orientar suas pesquisas visando entender à inter-relação das necessidades do uso do solo e transporte, os problemas de planejamento de transporte nas áreas urbanas e suburbanas, estar informados acerca das últimas tendências, políticas e práticas neste campo, formando um valioso conhecimento para o seu trabalho futuro e desenvolver e exercitar competências críticas que os ajudarão no estudo, na avaliação e (mais tarde) na formulação dos planos de transporte em regiões urbanas e suburbanas.

A ocupação do urbano e suburbano diminuiu consideravelmente a eficiência dos transportes nas cidades européias, resultando em uma alta concentração dos habitantes ao longo das áreas limites em conjunto com a forte utilização do automóvel privado e o escasso espaço para o desenvolvimento de infra-estruturas que suportem os transportes

públicos. Conseqüentemente, o planejamento de transportes é desafiado para fornecer soluções no sentido da minimização do tráfego e do congestionamento e tornar mais eficiente o transporte em áreas urbanas e suburbanas, tornando-o também mais seguro e amigo do ambiente, favorecendo, desta maneira as condições de vida e de trabalho nas cidades, assim como o crescimento econômico (PORTAL DA UNIÃO EUROPÉIA, 2004).

Ainda segundo o mesmo portal, com vistas a se enfrentar este desafio, o conhecimento existente assim como novas idéias e soluções, têm que estar integrados quando se desenham novas áreas urbanas, no sentido do desenvolvimento de uma infra-estrutura que irá facilitar as necessidades de transporte da área (considerando arranjos espaciais, localização de residências, áreas de trabalho, centros comerciais etc. e tenham também em consideração as infra-estruturas de transporte que suportarão o uso de diferentes modos de transporte). Por outro lado, em zonas urbanas atuais com infra-estruturas já estabelecidas, novas políticas e soluções de transporte (e melhor integração dos diferentes modos de transporte) têm que ser desenvolvidas a fim de se ir ao encontro das mudanças socioeconômicas que afetam os padrões de transporte.

A mudança no planejamento de transportes está relacionada ao estilo baseado no “prever e prover”, e que diz respeito à gestão do lado da demanda (*Demand Side Management*) (DSM) que está emergindo lentamente em todos os setores de infra-estrutura. O consenso corresponde aos esforços dos operadores em trabalhar com os utilizadores para reduzir a procura nos pontos mais congestionados da rede.

Os temas fundamentais se referem a um compromisso para um melhoramento considerável do transporte público, introdução de medidas de moderação de tráfego e de proteção aos pedestres e melhor utilização das infra-estruturas existentes.

No entanto, a mais importante implicação da nova realidade é que o peso da política de transporte cairá sobre a questão da demanda. É uma mudança fundamental cuja importância não pode ser minimizada, pois substituirá a lógica de “expansão” pela lógica de “gestão e integração”.

O conceito de “usuários” do sistema de transportes está sendo reavaliado. No passado, estes eram pensados apenas em termos de unidades de demanda agregada, que, de alguma forma, tinha que ser satisfeita. A lógica de “gestão e integração” tem levado fornecedores e clientes a aproximarem-se. Em situações em que a capacidade rodoviária está atingindo a saturação, os planejadores de transportes e as organizações comerciais, têm de identificar oportunidades de gerenciar a demanda e de desenvolver soluções multi-modais.

O planejamento dos transportes não se centrará na expansão das redes, mas na busca do equilíbrio. Conseqüentemente, o espaço deixará de ser mero suporte para a expansão.

As novas diretrizes de planejamento do solo urbano sugerem a elaboração de uma proposta de reestruturação do espaço urbano em que a comunidade não seja dependente do automóvel.

Urbanistas, basicamente de origem norte-americana, com base em uma revisão histórica, elaboraram projetos utilizando os conceitos de uso misto e compacto do solo, revitalização do espírito comunitário e desenvolvimento orientado ao transporte de alta capacidade. Este último tem como premissa a criação de grupos (*clusters*) de residências, varejos e negócios próximos à estação de um modal de alta capacidade. Esta forma de abordagem vem sendo denominada de “Novo Urbanismo” (CRANE, 1996). Esta expressão define um posicionamento crítico de arquitetos, planejadores de transporte e urbanistas em relação à dependência do uso do automóvel particular nos sistemas de transportes de passageiros e à atual organização do uso do solo, nas regiões metropolitanas contemporâneas.

De acordo com NOZZI (2005), os padrões e princípios do “Novo Urbanismo” buscam tornar o ambiente urbano mais sociável, ter como foco as pessoas e fazer com que na elaboração dos projetos urbanos haja interação entre a comunidade e os empreendedores. Assim, áreas tradicionais da cidade poderiam ser revitalizadas, pois geralmente em sua origem, estas possibilitavam que as pessoas tivessem acesso aos equipamentos urbanos sem o uso de modos de transportes motorizados. Conseqüentemente, seria reduzida a fuga para os subúrbios, tal como ocorre, principalmente, nos EUA, seriam diminuídos os investimentos em infra-estruturas e de seus custos de manutenção trazidas pelo espraiamento, áreas verdes deixariam de ser utilizadas para estacionamentos, haveria redução do consumo de combustível e menos poluentes na atmosfera.

Segundo ATASH (1994), dentre os objetivos do “Novo Urbanismo”, podem ser destacados: a) dar a pessoas sem acesso ao automóvel particular, tal como crianças, pessoas da terceira idade e deficientes físicos, mais segurança e independência em seu cotidiano; b) tornar o ambiente urbano mais agradável; c) reduzir a necessidade de deslocamentos; d) construir bairros com mais memória social e dignidade; e) integrar as classes sociais mesclando usos como moradias e atividades afins; f) tornar bairros e comunidades auto-suficientes e, conseqüentemente, auto-sustentáveis; g) monitorar as alterações nas características dos bairros onde surjam novos empreendimentos, de modo a criar expectativas de um futuro melhor e reduzir a extrema polarização entre empreendedores e moradores; h) viabilizar caminhadas como resultado da densidade, acessibilidade, trânsito tranqüilo (baixos fluxo e velocidade do tráfego veicular nas vias locais), serviços comunitários, uso misto do solo e amenidades para os pedestres.

KEITH e DEL RIO (2003), no desenvolvimento de uma pesquisa que buscava entender os padrões de relacionamento entre variáveis em duas comunidades que utilizaram conceitos urbanísticos provenientes do Novo Urbanismo, fizeram uma revisão bibliográfica para identificar que conceitos eram estes e quais as suas contribuições na discussão da questão urbana. Segundo eles, a abordagem do desenho do Novo Urbanismo prega a redução na dependência do automóvel através da combinação de: 1) uma redução na distância entre as localidades, 2) mescla de usos do solo, e 3) incentivo de transportes alternativos, como a caminhada, bicicleta e transporte público. O objetivo principal é desenvolver uma mescla de serviços em distâncias caminháveis, o que encorajaria os moradores a caminhar mais e potencializar suas viagens, reduzindo seu número. Estes desenhos incorporam ruas estreitas, passagens na escala humana que

reduzem o acesso de carros para criar um ambiente mais favorável ao pedestre, e o uso do sistema de tráfego em grelha, que é pensado como o sistema mais acessível, oferece mais opções de rota, e diminui o congestionamento de tráfego. De acordo com a literatura existente, a interação social e o senso de comunidade devem ser fomentados pela configuração e elementos do desenho, particularmente através de: pequena distância entre as casas, variação dos tipos de residência, mescla de serviços e usos, pórticos de entrada, ruas estreitas, espaços públicos, e de amenidades que confortem o pedestre. Os “Novos Urbanistas” também acreditam que as pessoas que convivem em locais com uso misto têm maior interação social e maior senso de comunidade do que residentes que vivem em bairros que têm um só tipo de uso do solo. Para manter a identidade da comunidade que promove o sentido de lugar, fazem uso de estilos arquitetônicos e materiais locais, e contextualizam novos padrões de desenho para aqueles dos bairros circundantes.

Analisando dois empreendimentos, The Crossings e The Somerset, KEITH e DEL RIO (2003), através da comparação de aspectos demográficos, desenho, percepção dos residentes sobre o senso de comunidade e a dependência automotiva, sustentam a idéia que cada empreendimento tem as mesmas influências positivas em seu senso de comunidade: os moradores conhecem um número semelhante de primeiros nomes de seus vizinhos. No entanto, há uma diferença significativa quando se considera que os moradores de Somerset viveram mais tempo em seu bairro, um resultado que indica que The Crossings criou um senso de comunidade similar num período mais curto de tempo. Quanto aos elementos de desenho, os dois empreendimentos tinham algumas características comuns, tais como pequenos jardins de entrada e o desenho tradicional

residencial. Entretanto, os empreendimentos diferiam em disposição de implantação, pois The Crossings incorpora um uso misto, tem mais espaços abertos e parques do que Somerset, que é puramente residencial. Os moradores de The Crossings conectam parques comunitários e espaço aberto e interagem muito mais. Apesar do que é comentado pelos moradores, creches comunitárias e varandas frontais são elementos que criam vínculos entre as famílias com crianças pequenas e entre vizinhos. Moradores de Somerset depõem que viver em ruas sem saída e em forma de praças (“cul-de-sac”) são os elementos mais importantes que lhes dão o senso de comunidade com os vizinhos. Na questão da dependência automotiva, os resultados mostram que os residentes de The Crossings usam mais frequentemente o transporte alternativo quando fazem compras de alimentos e visitam amigos e parentes. Eles também realizam mais trajetos para fazer compras, pois o comércio fica a uma distância possível de se caminhar de sua casa.

TAHCHIEVA (2002), desenvolvendo novas idéias para a Cidade de São Paulo, afirmou que os princípios do planejamento tradicional, defendidos pelo “Novo Urbanismo”, desempenham papel significativo para revitalizar São Paulo e reverter às práticas de desenvolvimento negativo instituídas nas últimas décadas. Embora seja um processo de longo prazo, a execução desses princípios deve começar com alguns objetivos: **1) Instituição de uma estrutura de bairros**, o que é essencial para a completa organização da metrópole; **2) Proporcionar diversas formas de transporte**, ligadas à mistura de usos do solo, que aliviem a crise de congestionamento do trânsito em São Paulo; **3) Transformação dos múltiplos centros comerciais, das cidades periféricas, em centros de cidade**, o que se consegue com o equilíbrio da mistura de usos e



densidades; **4) Definição do espaço público**, o que é necessário para a recuperação da experiência dos pedestres na cidade; **5) Introdução de regulamentos urbanos** que reforcem a definição de espaço público e determinem a maneira de "comportamento" dos edifícios no ambiente urbano; **6) Designação da rede de ruas primárias e secundárias** para diferenciar a rede de ruas adequadas aos pedestres da rede de ruas funcionais e de serviços.

Segundo CRANE (1996), apesar do desenvolvimento com alta densidade de residências, varejos e negócios, tal como foi proposto pelos “Novos Urbanistas”, ser uma reação ao atual modelo de uso do solo nos EUA, eles falharam ao não dar um encaminhamento ao problema do transporte público e não destacarem a importância das modalidades de alta capacidade. SHINBEIN e ADLER (1995) procuraram corrigir esta falha apontando o modal ferroviário e sua estação como uma boa opção.

Uma outra denominação de tipo planejamento de uso do solo é o “transit-oriented development” (TOD), que é um aspecto particular do “crescimento sustentável” (Smart Growth), “Novo Urbanismo” e “desenvolvimento integrado” (Location Efficient Development). A abordagem do desenho se caracteriza pela existência de ciclovias e áreas segregadas para pedestres, ruas com redutores de velocidades, uso misto do solo e preservação de áreas verdes, monitorando a construção de locais para estacionamento.

A premissa básica diz respeito ao agrupamento de residências, lojas comerciais e de estabelecimentos de serviços situados num raio de 400 metros ou 5 minutos de caminhada de uma estação de uma modalidade de transporte de alta capacidade

(ATASH, 1994). A estação seria usada como principal elo de conexão entre as atividades adjacentes (SHINBEIN e ADLER, 1995). O desenvolvimento orientado ao transporte de alta capacidade (transit-oriented development) não pretende ser auto-suficiente, mas integrar os bairros usando a rede de transporte de passageiros (ATASH, 1994). Entretanto, também incentiva alta densidade e uso misto do solo, contribuindo para reduzir o número de deslocamentos por automóvel e aumentar o tráfego não motorizado para os locais centrais (BERNICK e CERVERO, 1997). Outro aspecto que merece destaque é que o impacto provocado nos deslocamentos torna o transporte público uma opção viável para os moradores, no processo de escolha modal (ATASH, 1994).

Segundo o VICTORIA TRANSPORT POLICY INSTITUTE (2006), o desenvolvimento orientado ao transporte de alta capacidade pode ser sintetizado em três conceitos fundamentais: a) o desenvolvimento dos usos mistos do solo, com densidades igualmente variadas, deve ser estabelecido a distâncias que possam ser percorridas a pé, a partir da estação metroferroviária. Assim, um conjunto misto de usos do solo deve ser planejado em densidades que permitam a realização das atividades cotidianas, como fazer compras, trabalhar e realizar atividades esportivas, sem utilizar o automóvel; b) as vias e os equipamentos urbanos devem ser planejados de modo a incentivar a caminhada; c) a gestão dos acessos e os estacionamentos para automóveis e bicicletas devem ser planejados de modo a equilibrar as necessidades de viagens motorizadas e as realizadas a pé e de bicicleta.

Segundo CERVERO (1998), em várias partes do mundo têm sido conduzidos planos de desenvolvimento urbano e de transportes onde se busca uma forma compacta de uso do solo e orientada ao transporte de alta capacidade, como alternativa ao modelo onde se prioriza o automóvel particular. Por exemplo, em Cingapura e Copenhagem, o desenvolvimento urbano tem seguido a direção das linhas férreas já em Curitiba, vem se criando uma cidade linear com um Metrô de Superfície. No entanto, ainda segundo CERVERO (1998), Estocolmo é sem sombra de dúvidas o melhor exemplo de coordenação entre desenvolvimento urbano e sistema de trens de passageiros. Na grande Estocolmo, a relação entre o tráfego é realmente única. As estações de trem são física e simbolicamente centros de atividades comunitárias. Os planos de desenvolvimento de Estocolmo e Cingapura serão enfatizados o próximo capítulo.

CERVERO (1994), a partir do conceito de desenvolvimento orientado ao transporte público, apresenta uma metodologia que busca identificar fatores associados às viagens de trem, junto aos trabalhadores dos escritórios situados nas proximidades da estação. SHINBEIN e ADLER (1995) elaboram um plano de revitalização de uma região, no entorno de estação de trem, num ambiente de desenvolvimento com tipo de uso do solo compacto.

STRATEGIC PLANNING OFFICE (2001) fornece os resultados de três anos de esforços de integração de Planos Estratégicos com Trânsito Eficiente na cidade de Seattle, tendo a estação de trem como pólo de desenvolvimento socioeconômico.

## **2.3 As redes e os modelos de previsão dos impactos provenientes de aplicação de políticas integradas de uso do solo e transportes.**

### **2.3.1 Redes sociais, de transportes e urbanas.**

Dentre as diversas definições de "rede" (*network*), destacam-se as seguintes: sistema de "nós" e ligações; uma estrutura sem fronteiras; uma comunidade não geográfica; um sistema de apoio ou um sistema físico que se pareça com uma árvore (MARTELETO, 2005).

De acordo com esses conceitos, uma rede social é constituída por um conjunto de participantes autônomos, unindo idéias e recursos em torno de valores e interesses compartilhados e uma rede de transporte é um sistema arterial da organização regional que possibilita a circulação dos fluxos, tanto de mercadorias, como de pessoas, como de informações.

O conceito de *redes*, nas ciências sociais, é fonte de um conflito permanente entre diferentes correntes, que criam os pares dicotômicos-indivíduo/sociedade; ator/estrutura; abordagens subjetivistas/objetivistas; enfoques micro ou macro da realidade social -, colocando cada qual a ênfase analítica em uma das partes. Por exemplo, a antropologia estrutural entende as redes como descritivas, servindo para identificar o caráter perene das organizações e dos comportamentos sociais. Já a linha do individualismo metodológico desconstrói essa concepção, privilegiando o ponto de vista do agente que

produz sentido, e as relações sociais na formação do seu agir. As redes surgem como um novo instrumento face aos determinismos institucionais ( MARTELETO, 2005).

A noção de rede de transporte tem como base os conceitos de diversidade e heterogeneidade territorial na distribuição dos locais de produção e consumo de bens e serviços, portanto, na existência de descontinuidades, tanto no tempo quanto no espaço e na necessidade de eliminá-las através da conexão. Assim, os pontos de atração e geração são aqueles que identificam o tipo de rede (BEY e PONS, 1991).

A abordagem global das redes em sua relação com o espaço urbano é denominada de urbanismo das redes. Na dimensão cinética, a rede é sempre o local de mutações da relação espaço/tempo, estando fortemente ligada à topologia e à dimensão adaptativa para mantê-la, sendo que a adaptatividade apresenta a visão sistêmica das redes e sua adaptação no tempo. Nos meios de transporte, deve-se considerar uma dupla adaptatividade em função da tecnologia e da estrutura urbana (DELGADO, 1995).

As propriedades essenciais, nas redes (sociais, de transporte e urbanas), dizem respeito à autonomia (equilíbrio e independência), a coerência (subsistemas em interação), e permanência (modificações para conservar e dar continuidade a determinadas relações) e a organização (estrutura que sustenta uma finalidade).

As redes, de um modo geral, possuem as propriedades reticulares, isto é, a conectividade, a conectividade, a homogeneidade, a isotropia e a nodalidade.

Um aspecto a se destacar diz respeito à centralidade e seu estudo através da teoria dos grafos, pois através da centralidade se pode estabelecer uma hierarquia de “nós” da rede (BEY e PONS, 1991).

CUTINI (2005), utilizando como estudo caso as cidades italianas Grosseto e Ortobello, na Itália, busca verificar a viabilidade do método denominado análise configuracional como um instrumental para indicação de locais da área urbana para situar atividades e criar centralidades urbanas. Segundo o autor, a noção de centralidade é um ponto crucial na teoria urbana e na sua morfologia. Gerenciar as centralidades urbanas é uma condição fundamental na elaboração de projetos de descentralização dos centros das cidades e de sua revitalização, tanto do ponto histórico quanto arquitetônico.

No estudo citado anteriormente, usando eixos sobre os mapas das cidades de Grosseto e Ortobello, seleciona um passando pelo local onde se situa um equipamento urbano, considerado como integrador, e identifica as atividades que também estão sobre esse eixo. Classificando as atividades como monopolísticas (administração pública, equipamentos culturais, equipamentos e templos religiosos) e de mercado livre. Em um dos sub-sistemas, que corresponde respectivamente ao centro histórico e a área no entorno da estação ferroviária, identifica uma presença muito maior de atividades monopolísticas nessa área do que nas periféricas. Os resultados mostram que as atividades monopolísticas podem ser utilizadas para deslocar as centralidades urbanas e que a estação ferroviária é um pólo integrador desse tipo de atividade (CUTINI, 2005).

As políticas de uso de solo e transporte provocam impactos na rede urbana, no entanto, identificadas as variáveis e modeladas de acordo com os objetivos setoriais se pode gerar cenários convergindo para a elaboração de um ambiente integrado e auto-sustentável.

### **2.3.2 Modelos de previsão dos impactos provenientes de aplicação de políticas integradas de uso do solo e transportes**

Prever os impactos de políticas integradas de uso do solo e transportes é uma questão difícil, devido ao grande número de mudanças pertinentes concorrentes de variáveis do sistema. Em geral, existem três grupos de métodos para prever esses impactos (FIGUEIREDO, 2005). O primeiro é perguntar às pessoas antecipadamente sobre as suas reações a mudanças, tal como o aumento do custo do transporte e restrições do uso do solo ('preferência declarada'). A segunda possibilidade é tirar conclusões de observação empírica do comportamento da população ('preferência revelada'). O terceiro grupo de métodos compreende modelos matemáticos para simular o processo de decisão humana e as suas conseqüências.

Os três métodos têm as suas vantagens e desvantagens. Pesquisas podem revelar também fatores subjetivos nas decisões de localização e mobilidade, contudo, as suas respostas podem apenas conjecturar sobre o comportamento em situações ainda desconhecidas, e a validade de tais conjecturas é incerta (PORTAL DA UNIÃO EUROPÉIA, 2004).

A prática tem mostrado que as três possibilidades têm deficiências, cujos aspectos negativos precisam ser atenuados. Uma alternativa neste sentido é a utilização de modelos matemáticos. Indiscutivelmente, os modelos matemáticos têm capacidade de prever situações ainda desconhecidas e, como dito acima, de determinar o efeito de um fator único, enquanto se mantêm todos os outros fatores fixos. Assim, planejadores de transportes e matemáticos desenvolveram vários sistemas integrados de uso do solo e transporte e passaram a utilizá-los, atualmente. FIGUEIREDO (2005) mostra uma lista destes modelos, de acordo com os instrumentais matemáticos utilizados (tabela 2.1).

**Tabela 2.1 - Sistemas de Acordo com o Modelo**

<b>Grupos de Modelos</b>	<b>Modelos</b>
Interação Espacial/Gravidade Lowry	1. DRAM/EMPAL (Stephen Pulman) 2. PLUM (William Goldner) 3. LILT (Roger Mackelt) 4. HLFM II+ (Alan Varhees) 5. LUTRM (William Mann)
Modelos baseados em utilidade Randômica/Escolha Discreta	6. MELTROSIM (Alex Anãs) 7. BOYCE (David Boyce) 8. LUT (Francisco Martinez) 9. OMPO (Paul Waddell) 10. RURBAN (Miyamoto and Kilazume)
Modelos usando Técnicas de Input/Output	11. MEPLAN (Marcial Echenique)
Programação Linear/Modelos de Otimização	12. POLIS
Modelos de Regressão	13. EMPIRIC
Modelos de Micro Simulação	14. NBER HUDS (Kain and Apgar) 15. MASTER (Roger Mackell) 16. IRPUD (Michael Weggenger)
Modelos Integrados com GIS	17. CUFM (John Landis)

**Fonte:** Figueiredo (2005)

Existem diferenças significativas entre os modelos relacionados com a estrutura global: compreensão, fundamentações teóricas, técnicas de modelagem, dinâmicas, entrada de dados e calibragem de modelo. Apesar das realizações no desenvolvimento destes modelos, persistem alguns desafios a vencer. Os sub-modelos de transporte usados nos



modelos correntes de uso do solo e transportes não aplicam técnicas de modelagem de ponta baseadas nas atividades. continuam usando o modelo tradicional de demanda de viagem de quatro etapas, que tem se mostrado inadequado para a modelagem de respostas comportamentais como, por exemplo, políticas correntemente aplicadas de gerenciamento da demanda de viagem. A técnica que tem se mostrado promissora para a atividade base da modelagem de transporte é a micro-simulação, que torna possível reproduzir o complexo comportamento espacial de indivíduos numa base de um para um (PORTAL DA UNIÃO EUROPÉIA, 2004).

Cumulativamente, a resolução espacial dos presentes modelos é ainda muito rude para modelar políticas e efeitos à escala do bairro. No futuro, a integração de sub-modelos ambientais para a qualidade do ar, ruído do tráfego, terreno e “habitats” usados previsivelmente desempenharão igualmente um papel proeminente. Temas como equidade espacial e distribuições socioeconômicas deverão ganhar uma importância semelhante na construção dos modelos (PORTAL DA UNIÃO EUROPÉIA, 2004).

A maioria dos modelos citados anteriormente não está comercialmente disponível para uso. Os modelos MEPLAN e o TRANUS têm “sítios” na “internet” (MODELÍSTICA, 2006) que permitem aos seus usuários trocar experiências para encurtar caminho nas aplicações da modelagem. O MEPLAN utiliza como variáveis fundamentais o tempo e o custo de viagem, a elasticidade da demanda por terras e a receita (lucro) e projeta cenários investigados na teoria monocêntrica, cujos modelos consideram um único mercado ou ponto comercial, onde os bens são comercializados. O modelo simula as atividades que ocorrem em uma cidade, de acordo com a situação atual. Talvez a mais

importante diferença entre este modelo e os modelos monocêntricos é que ele não é genuinamente monocêntrico, isto é, não predetermina um local como centro econômico. O MEPLAN pode, pelo menos em teoria, convergir para uma cidade com múltiplos centros. Este modelo vem sendo utilizado em países menos desenvolvidos, mas a instabilidade do mercado e algumas particularidades nacionais, não consideradas no modelo, causam dificuldades (ABRAHAM, 1998 *apud* FIGUEIREDO, 2005).

O TRANUS é um modelo de simulação integral da localização de atividades, uso do solo e transporte, que pode ser aplicado em escala regional ou urbana. Está especialmente orientado para a simulação dos prováveis efeitos da aplicação de políticas e projetos variados em cidades ou regiões, avaliando-os nos aspectos sociais, econômicos, financeiros energéticos e ambientais. A principal característica do modelo é a forma verdadeiramente integral com que representa as principais componentes do sistema urbano e regional, tais como a localização e interação de atividades, o mercado imobiliário e o sistema de transporte. Assim, os deslocamentos de pessoas e cargas são explicitados pelas relações econômicas e espaciais entre as atividades que as geram. Por outro lado, a acessibilidade resultante do sistema de transporte afeta a forma como as atividades interagem, se estabelecem espacialmente e interagem com o sistema imobiliário. A avaliação econômica também é parte integrante do sistema de modelagem e da formulação teórica, estando disponíveis todas as ferramentas necessárias para a análise de políticas e projetos. O encaminhamento das soluções para os problemas decorrentes da desestruturação urbana se dará através das devidas adaptações nos conceitos provenientes do “Novo Urbanismo” e dos procedimentos do

“Desenvolvimento Orientado ao Transporte de Alta Capacidade” (transit-oriented development).

Em relação à modelagem, se verifica que os modelos identificados por FIGUEIREDO (2005), dentre eles o MEPLAN e o TRANUS, envolvem uma grande quantidade de variáveis e utilizam modelos matemáticos sofisticados. Assim, em ambientes com menor grau de complexidade, é relevante o desenvolvimento de metodologias, usando modelos, com um menor número de variáveis, com menos funções de utilidade, de tal forma seja possível fazer análises de sensibilidade rápidas para adequar as propostas de soluções com os anseios das comunidades.

ARRUDA (2005) elaborou um estudo com o objetivo de explorar a viabilidade de aplicação de modelos baseados em atividades no contexto das cidades brasileiras. Tal como FIGUEIREDO (2005) faz uma lista de modelos. A título de exemplo descreve o URBANSIM, o ILUMASS e o ABSOLUTE, pois, segundo a autora, são os mais sofisticados já desenvolvidos até os dias de hoje. Estes modelos procuram incorporar em sua estrutura a dinâmica da inter-relação entre os sistemas de transporte e uso do solo.

O surgimento de estruturas urbanas complexas (redes) é um fenômeno resultante da simultaneidade de processos de especialização produtiva e espacial, pois na medida em que o processo de produção se tornou mais sofisticado e aumentou as densidades urbanas, verificou-se a dissociação espacial entre locais de residências e de trabalho. A compatibilização entre locais de residências e de trabalho dissociados espacialmente foi

executada inicialmente pelo bonde, posteriormente pelo trem e finalmente por ônibus e automóveis. Entretanto, na medida em que aumentaram os congestionamentos nas vias urbanas – reduzindo a mobilidade do automóvel - surgiram os problemas de poluição ambiental, de agressão à segurança e mobilidade de pedestres. O próprio crescimento urbano tornou-se caótico, mostrando ser necessário e inadiável uma revisão das políticas de transportes, priorizando o transporte público – especialmente o de alta capacidade – para atender à estratégia e aos objetivos dos planejamentos urbano, metropolitano e regional.

De um modo geral, os problemas das regiões metropolitanas podem ser encaminhados através da criação de uma estrutura urbana avaliada através de modelos matemáticos e com base nos sistemas metroferroviários. No contexto do estudo de caso desta pesquisa, os problemas se referem a um corredor ferroviário situado em uma região metropolitana. Nesta região a evolução urbana e o desenvolvimento socioeconômico foram orientados pelo sistema de trens de subúrbio. No momento o sistema ferroviário, após quase duas décadas em processo de degradação, está sendo revitalizado. Tendo em vista que as opções de planejamento, identificadas neste capítulo, requerem recursos tecnológicos sofisticados e demandam recursos financeiros nem sempre disponíveis buscar-se-á alternativas. Neste sentido são identificados a seguir, na literatura, trabalhos e experiências que servirão de referências na questão da integração transportes e uso do solo e modelos menos sofisticados, com menor número de variáveis, mas cujos resultados sejam reconhecidamente de qualidade.

O que se constata é que o planejamento urbano e de transportes pode intervir de forma consciente no processo de formação de uma estrutura espacial urbana buscando atingir objetivos previamente estabelecidos. Assim, experiências bem sucedidas, com as devidas adequações às peculiaridades locais, podem servir de base para a elaboração de projetos de revitalização de áreas urbanas.

## **CAPÍTULO 3**

### **Revisão bibliográfica**

#### **3.1 Considerações iniciais.**

O objetivo desse capítulo é mostrar que é factível direcionar os impactos provocados pelos sistemas metroferroviários na estrutura espacial urbana no sentido da criação de um ambiente com desenvolvimento socioeconômico auto-sustentável, tendo como suporte uma metodologia com base em modelos matemáticos, provenientes da teoria dos grafos. Inicialmente, comparando-se experiências em regiões classificadas como pertencentes a mundos diferentes: desenvolvido e em desenvolvimento, inferir-se-á que o nível de desenvolvimento econômico não é uma condição obrigatória para a criação de ambientes urbanos com foco na melhoria da qualidade de vida das pessoas. Neste aspecto, os casos de Estocolmo e Cingapura são didáticos. A seguir, a partir do levantamento das condições operacionais dos sistemas metroferroviários brasileiros, de estudos onde o conceito de centralidade foi utilizado, dando ênfase aos de transportes e desenvolvimento socioeconômico, particularmente no entorno das estações ferroviárias, se constata que é relevante analisar quantitativamente a relação entre o sistema metroferroviário brasileiro e o desenvolvimento socioeconômico.

### **3.2 Práticas bem sucedidas de integração entre sistemas metroferroviários e desenvolvimento socioeconômico**

O destaque dado aos casos de Estocolmo e Cingapura diz respeito ao fato das duas cidades pertencerem a regiões com classificações diferentes em termos de desenvolvimento socioeconômico e buscar superar o preconceito que sistema de transporte bem planejado e focado nas pessoas é privilégio do primeiro mundo.

De acordo com CERVERO (1998), a capital da Suécia tem provavelmente um dos melhores sistemas de transportes na Europa. O Stockholm's Tunnelbana (T-bana), com três linhas (verde, azul e vermelha), tem 108 km de extensão (62 km são subterrâneos) e 100 estações. Além de oferecer um ótimo serviço de transporte, é também considerado um dos mais esteticamente bem apresentados da Europa, especialmente sua linha azul, a qual, realmente, é uma galeria de arte. Para manter o conceito e atualizar-se tecnologicamente, desde 1998 muitos trens têm sido substituídos pelos modernos “Vagn 2000”.

O T-bana fez com que, em 50 anos, Estocolmo fosse transformada de cidade com um único centro em uma metrópole com vários centros. O elemento que dá suporte a eles e os integram com a malha urbana é a rede de trens. Foi durante o período 1945-57 que a primeira das três linhas do Tunnelbana e suas cidades satélites foram construídas. A primeira geração das novas vilas denominadas ABC (A=residências, B=trabalhos e C=serviços) seguiu os seguintes critérios:

1) Comunidades balanceadas de 80.000 a 100.000 pessoas, com mais de 60% das casas para famílias com filhos (75 a 200 pessoas por hectare). Uma hierarquia de centros, com o centro comercial principal e o centro político-administrativo perto de cada estação do trem, tendo na vizinhança centros que incluem escolas e equipamentos urbanos de uso comunitário (num raio de 600 metros do centro principal).

2) Uma densidade populacional afunilando, com alta densidade no entorno da estação ferroviária e rapidez nos deslocamentos para o centro comercial principal onde há baixa densidade; a alocação da maioria das residências permite facilmente o deslocamento a pé ou de bicicleta até a estação ferroviária; vias segregadas para pedestres, bicicletas e automóveis.

Construídas no estilo Le Corbusier, conjunto de construções em super-blocos no centro da comunidade, a primeira geração de vilas foi muito criticada por arquitetos e sociólogos suecos. No entanto, devido aos benefícios que trouxe – desenvolvimento socioeconômico e transporte público de qualidade – a comunidade ficou muito agradecida com sua presença e posteriormente os críticos também passaram a aprová-las (CERVERO, 1998).

Vallingby, uma comunidade de 25.000 habitantes distante 13 km do centro da cidade, foi uma das primeiras vilas de Estocolmo, completadas em 1954. No entorno da estação, há grandes espaços, com supermercados onde os usuários podem fazer suas compras na volta para casa, no final da tarde. Também próximo existem creches onde as mães podem, caminhando, deixar seus filhos, antes de pegarem o trem na ida ao trabalho. A



malha rodoviária de Vallingby, em forma de círculos, costeia a vizinhança, com grades separando pedestres e bicicletas. Todos os caminhos ligam, radialmente, à vila central. Vallingby foi concebida antes da difusão do uso do automóvel particular, sendo planejado um pequeno estacionamento central. A segunda vila a ser construída, Farsta (com população de 42.000 habitantes), fica a uma distância de 22 km do centro de Estocolmo no terminal rota sul do Tunnelbana. Como Farsta foi um empreendimento privado, foi usado material pré-fabricado na construção dos apartamentos e três vezes mais estacionamentos em relação a Vallingby. As residências estão agrupadas em conjuntos de 5.000 a 7.000 moradias. Comparada com as outras novas vilas, Farsta tem um grande número de indústrias leves, localizadas em sua periferia (CERVERO, 1998). Novas vilas deverão ser construídas, acompanhando o desenvolvimento da cidade. A figura 3.1 mostra o sistema metroferroviário de Estocolmo.



Figura 3.1 - Sistema Metroferroviário de Estocolmo

Fonte: <http://www.tunnelbana.tk>

Segundo MOURA (2000), a moderna Cingapura foi fundada em 1819 como uma colônia Britânica. Os britânicos permitiram que fosse anexada ao Japão durante a segunda Guerra Mundial, mas em 1945 voltou a ficar sob administração britânica. A independência política foi garantida pelos britânicos em 1959. Em 1963, Cingapura uniu-se à Malásia, mas em 1965 tornou-se uma república independente. Subseqüentemente, tornou-se um dos mais prósperos países do mundo, com grande inserção no mercado internacional (seu porto é um dos mais ativos), tem PIB per capita maior que algumas nações da Europa Ocidental.

Cingapura tem 3,6 milhões de habitantes morando em uma área de 646 km<sup>2</sup>, tendo uma das maiores densidades populacionais urbanas do mundo. A rápida industrialização e o desenvolvimento do país tiveram como suporte a implantação de uma adequada estrutura de transportes. Como a malha rodoviária ocupava 12% do espaço urbano, tornava-se impraticável a sua expansão. Em 1997, 10% dos seus habitantes possuíam carros. De 1981 até 1997, os deslocamentos diários, usando carros, cresceram de 2,6 milhões para 9 milhões enquanto a frota passou de 402.000 para 681.000, no mesmo período. Em setembro de 1995, o governo criou a “Land Transport Authority” (LTA), que agrupou todos os setores públicos relacionados ao transporte e uso do solo, espalhados em vários ministérios, com o objetivo de agir de forma articulada, para a melhoria do sistema. A missão da LTA foi criar um sistema uso do solo-transporte sustentável que oferecesse conforto, eficiência, segurança, veículos adequados e preços compatíveis aos usuários. O alcance destes objetivos exigia um eficiente sistema de transporte público (MOURA, 2000).

O modelo de transportes de Cingapura está diretamente associado ao programa de contenção do uso do transporte individual. Ambos estão estreitamente ligados às diretrizes do planejamento, tanto no que se refere ao uso e ocupação do solo, quanto à economia. O sistema de transporte público consiste em modais de transporte rápido de alta capacidade sobre trilhos (Mass Rapid Transit - MRT), ônibus locais e regionais e táxis. Para gerenciar o trânsito, foram colocadas em prática medidas agressivas para coibir tanto a propriedade quanto o uso de veículos particulares: medidas que só se tornaram efetivas devido a existência de meios alternativos de transporte público de qualidade, facilmente acessíveis, seguros e com amplo espectro de escolha, atendendo a

necessidades e expectativas diferenciadas. A população só é estimulada a deixar seus carros em casa se o transporte público se aproxima da comodidade oferecida por eles (MOURA, 2000).

Segundo o LAND TRANSPORT AUTHORITY (2006), atualmente 75% das viagens motorizadas são efetuadas usando transporte público (3 milhões em ônibus, 1 milhão pelo MRT e 1 milhão por táxis).

A opção do transporte por trilhos foi feita em 1982, e implementada cinco anos após. Hoje, o MRT consiste em 83 km de linha e 48 estações de embarque/desembarque de passageiros, sendo sua expansão de responsabilidade do LTA. A rede estratégica operada pela Translink, uma corporação pública, inclui alta capacidade de linhas radiais ligando a área central da cidade aos principais centros regionais. Existem ainda linhas orbitais para conexão entre as principais linhas radiais e redes locais, que servem de alimentadoras à rede estratégica. Essa rede deve ser economicamente auto-suficiente, o que significa que as tarifas – diferenciadas por trecho percorrido – devem cobrir os custos de operação. É mantida uma política de não subsídio direto para disciplinar a operação, evitar desperdícios de recursos e incentivar a eficiência (MOURA, 2000).

Segundo CHUA (1998), a política pública de moradia, articulada com o sistema de transportes, vem sendo implementada desde a independência de Cingapura, inicialmente para suprir a crítica escassez de habitações. O Housing & Development Board - HDB, órgão responsável pela habitação e desenvolvimento, subordinado ao LTA, efetivou um plano de longa duração, baseado na promoção de novas vilas, supervisionando o uso do

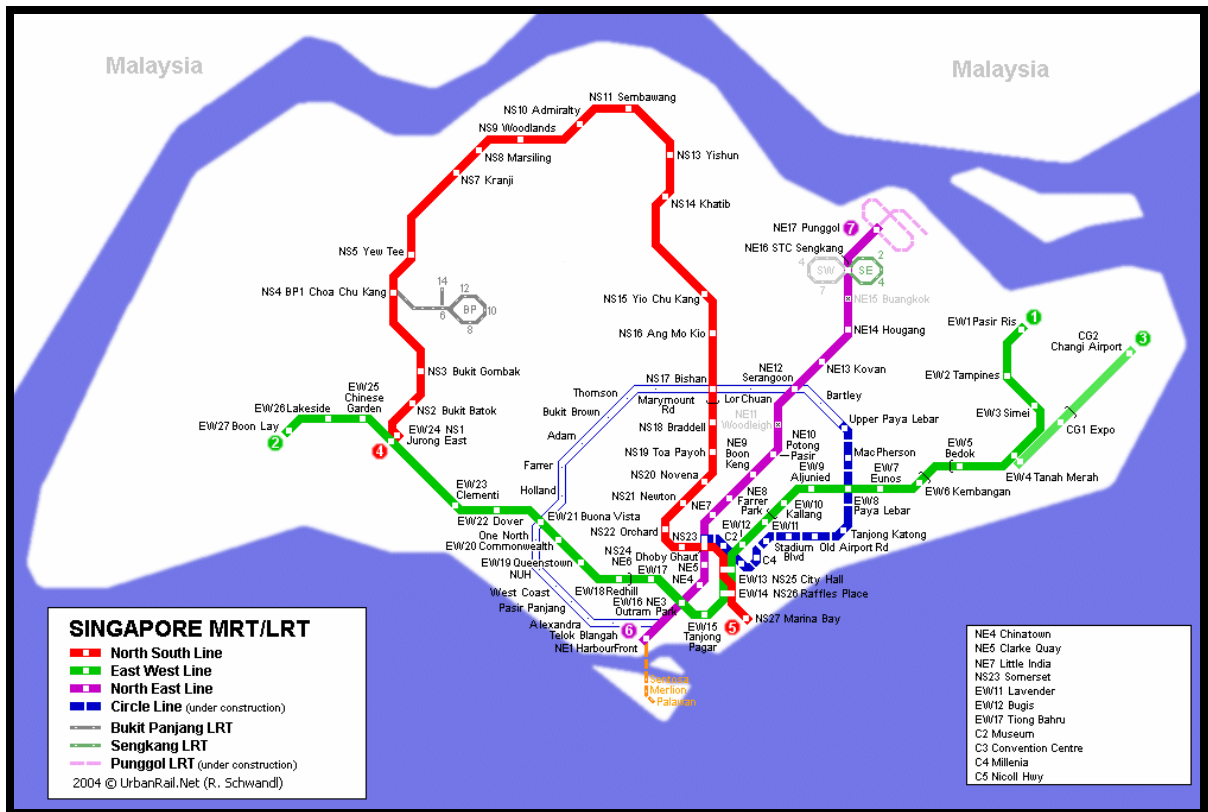
solo, as edificações, as infra-estruturas básicas e os equipamentos sociais e institucionais, assegurando a eficiente utilização dos recursos.

Cada nova vila construída possui entre 250 mil e 300 mil habitantes e se propõe a ser auto-suficiente em termos de equipamentos e serviços públicos, oferecendo facilidades comerciais (complexos de *shopping centers* e mercados, cinemas), facilidades institucionais (escolas, bibliotecas, centros comunitários) e facilidades recreacionais (complexos esportivos com quadras e piscinas), criando maiores possibilidades de interação entre os moradores e viabilizando o convívio da comunidade. Esses equipamentos quase sempre se localizam nas áreas centrais dessas vilas, onde também se situa a estação de conexão entre os modais de transporte de alta capacidade (CHUA,1998).

Com o respaldo desse sistema de transporte público, medidas de restrição de uso e propriedade de veículos particulares puderam ser implementadas sem privar o cidadão de circular com conforto e agilidade. Algumas são decorrentes de políticas impopulares, mas necessárias, como a que envolve a gestão da demanda por transporte privado. Um sistema de cotas determina o crescimento máximo de 3% ao ano na frota de veículos, autorizando novas aquisições até esse limite, por meio da emissão de certificados (Certificate of Entitlement - COE), cujo valor é determinado pela demanda do mercado. O preço final de um veículo consiste no preço do produto, no COE, nos custos de seguro, de frete, nas taxas de importação (não se fabricam nem montam veículos em Cingapura), de registros adicionais, em uma taxa anual de vias calculada pela capacidade do motor, e outros. Com isso, um carro de US\$ 20 mil passa a custar, por

exemplo, US\$ 75 mil. O preço final do veículo é intencionalmente alto a fim de reduzir o crescimento da frota e reverter os custos sociais da motorização. No entanto, o fluxo de circulação em Cingapura ainda é denso, seja nas vias expressas de longa distância, seja nas áreas centrais. A elevada renda média da população permite a um grande número de moradores arcar com os custos de aquisição e deslocamento na cidade. Há que se considerar, no entanto, que esse padrão de circulação restringe o trânsito de longo percurso, pois até mesmo no transporte de alta capacidade, as tarifas se dão pela distância, beneficiando deslocamentos curtos. É visível a predominância do interesse econômico no fluxo dos deslocamentos, seja ao buscar a cidade descongestionada, portanto livre de uma das principais deseconomias de aglomeração restritivas à atratividade, seja por cobrir o custo de operação do transporte coletivo com a aplicação de tarifas sem subsídios (CHUA, 1998).

Além de resolver as necessidades por transportes, a rede de sistemas MRT proporcionou melhorias ao meio ambiente e à qualidade de vida, particularmente na área de alta densidade populacional de Cingapura. Haja vista que os custos sociais com a poluição do ar, exploração do solo e acidentes de trânsito sofreram uma grande redução (CHUA, 1998). A figura 3.2 mostra o sistema metroferroviário de Cingapura.



**Figura 3.2 - Sistema Metroferroviário de Cingapura**  
**Fonte: Land Transport Authority (2006).**

Estocolmo e Cingapura podem servir de exemplos, mostrando que, tanto em países do mundo desenvolvido, quanto em países do mundo em desenvolvimento, é possível gerar ambientes com maior mobilidade, sem comprometer a sustentabilidade (GONÇALVES e PORTUGAL, 2004).

### 3.3 Sistemas metroferroviários no Brasil

A implantação dos sistemas ferroviários no Brasil ocorreu em 1858, integrando um amplo programa que visava impulsionar o desenvolvimento econômico-social no país. A construção do primeiro leito ferroviário influenciou, em poucas décadas, o comportamento de muitas comunidades, ampliando suas oportunidades de trabalho e de

relacionamento social. Além disso, e apesar de não ter sido planejado como elemento de integração territorial, o trem desempenhou uma importante função na movimentação de cargas de longo percurso.

Desde sua implantação e até 1930, o transporte ferroviário de subúrbio expandiu-se continuamente. Em 1937, alguns ramais ferroviários foram eletrificados. A participação percentual dos passageiros nos trens suburbanos quase duplica entre as décadas de 40 e 50 (passando de 8% para 16%), mantendo-se no mesmo patamar até os anos 60. Destaque-se que em 1962 os trens suburbanos do Rio de Janeiro registraram seu maior volume de passageiros (262.700.000) transportados em um ano. Considerando-se apenas os dias úteis, foram transportados naquele ano, em média, aproximadamente 1 milhão de passageiros/dia (MELLO, 1981).

No entanto, já desde a década de 50 do século passado, o sistema de trens de passageiros começou a sofrer competição desvantajosa do sistema rodoviário, considerado um sistema mais ágil e flexível de transporte. Com persistência, o automóvel, o caminhão e o ônibus captaram grande parte da demanda ferroviária e, em menos de 20 anos, razões de ordem econômica, impuseram a desativação de grande parte da rede (GÔMORA, 2000). No entanto, a crise do petróleo deflagrada na década de 70 forçou a adoção de medidas que visavam à otimização dos serviços de transporte público disponíveis aos passageiros. Em 1984, o Ministério de Transportes criou a CBTU - Companhia Brasileira de Trens Urbanos com a missão de modernizar, expandir e implantar os sistemas de transporte de passageiros sobre trilhos em nove das principais capitais dos Estados do Brasil.



Encontra-se atualmente em desenvolvimento um programa que envolve intervenções físicas e institucionais, visando capacitar os diferentes sistemas para o transporte de 3.500.000 passageiros por dia. Basicamente, o programa concentra esforços na recuperação dos sistemas de trens de São Paulo (concluído) e Rio de Janeiro - RJ (concluído); na ampliação dos metrô de Belo Horizonte e Recife, bem como na construção dos novos metrô de Salvador e Fortaleza (estadualizado). Além disso, estão sendo desenvolvidos projetos para a implantação dos sistemas de transporte de alta capacidade sobre trilhos em Curitiba, Goiânia, Campo Grande, Belém, Teresina. Destacam-se ainda nesse programa do governo federal, o projeto de implantação da linha 3 do Metrô-RJ, bem como os projetos de modernização dos sistemas de trens urbanos de Natal, João Pessoa e Maceió (COMPANHIA BRASILEIRA DE TRENS URBANOS, 2006).

Assim, os grandes centros urbanos brasileiros, envolvendo um grande contingente populacional, poderão num futuro próximo dispor de um moderno sistema metropolitano de trens. Fica caracterizada uma excelente oportunidade para que os conceitos e estratégias utilizados em Estocolmo e Cingapura sejam implementados e avaliados no contexto das cidades brasileiras e possam ser incorporados no processo de planejamento de transportes das mesmas. Comparando-se a abrangência geográfica e populacional dos sistemas metroferroviários, tabela 3.1, com a descrição, feita a seguir, destes sistemas, se verifica que a relação entre o número de habitantes residentes nas regiões onde esses trens operam, a área de abrangência e a capacidade de transporte dos diferentes sistemas, evidenciam a existência de uma demanda potencial a ser atendida. A figura 3.3 mostra a localização geográfica dos sistemas metroferroviários brasileiros.

**Tabela 3.1 - Abrangência dos Sistemas Metroferroviários Brasileiros**

<b>Região Metropolitana</b>	<b>Número de Municípios</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>População</b>
Porto Alegre	5	820	2.063.029
São Paulo	22	4.069	15.051.427
Rio de Janeiro	14	4.112	9.894.158
Belo Horizonte	2	527	2.776.543
Salvador	1	710	2.443.107
Maceió	3	867	872.824
Recife	4	967	2.286.140
João Pessoa	4	1.036	844.171
Natal	4	1.162	919.003
Fortaleza	3	1.609	2.571.613
Teresina	1	1.680	715.360
Brasília	5	19.696	2.094.246
<b>12 regiões metropolitanas</b>	<b>68 municípios</b>	<b>37.258</b>	<b>42.531.631</b>

**Fonte:** Companhia Brasileira de Trens Urbanos-CBTU (2006)



**Figura 3.3** - Localização Geográfica Dos Sistemas Metroferroviários Brasileiros.  
**Fonte:** Companhia Brasileira de Trens Urbanos - CBTU (2006)

A seguir é feita uma retrospectiva histórica dos sistemas de metrô existentes nas cidades brasileiras (CBTU, 2006), descendo pelo mapa do Brasil, destacando a sua capacidade estruturadora (quando plenamente implantados), tanto no aspecto geográfico quanto no aspecto de sistema de transporte.

## **Teresina**

O Metrô de Teresina foi projetado para ser o componente fundamental e o principal estruturador da malha de transporte público urbano da capital piauiense, exigindo grandes modificações nas linhas de ônibus e nas vias urbanas, prevendo o projeto, num horizonte de curto prazo, uma demanda da ordem de 31 mil passageiros por dia, inferida de uma demanda de pico de 2.800 passageiros.

A malha ferroviária consistiria, em sua primeira etapa, no aproveitamento de um trecho de 8,5 Km de Rede Ferroviária que corta a cidade de oeste para leste, e da construção de dois ramais - um na planície Itararé, iniciando e terminando na linha RFFSA, com 6,9 Km, e o outro, com pouco mais de 1Km, ao longo da Av. Maranhão, ligando a linha de Rede na Matinha à Praça Mal. Deodoro (Bandeira), no centro da Cidade. Estes dois ramais seriam peças essenciais do sistema, a fim de que fossem alcançados os objetivos do projeto, uma vez que procuravam atingir as duas áreas mais importantes de geração e atração de demanda. Ao longo dos dois ramais e da linha tronco, foram previstas, na primeira etapa, 15 estações convenientemente posicionadas em relação aos pontos de demanda, das quais 3 seriam de integração com o sistema de ônibus.

Problemas de implantação do projeto deixaram lacunas e não é de se admirar que a demanda absorvida pelo Metrô viesse a se situar abaixo da metade da expectativa do projeto, em torno de 5.200 passageiros por dia (média), numa operação ainda não totalmente consolidada, a ponto de só se operar com uma composição, mantendo em reserva as duas restantes. O trem faz 13 viagens completas por dia, das 6:00 às 9:00 horas, em um ciclo que se completa em 50 minutos.

## **Natal**

O Sistema de Transporte sobre Trilhos de Natal tem a extensão de 56 km e é composto por duas linhas; a linha sul e linha norte, as quais atendem os municípios de Natal, Parnamirim no sentido sul e Extremoz e Ceará Mirim no sentido norte.

Atualmente o Sistema de Natal possui 9 estações divididas nos 4 municípios, transporta em média 8.482 passageiros/dia, realizando 12 viagens por dia, sendo 7 no trecho sul e 5 no trecho norte. O sistema é composto por duas composições: sendo a que circula na linha norte é composta por uma locomotiva e 5 carros e a que circula na linha sul com uma locomotiva e 4 carros. A velocidade comercial média é de 32 km/h para todo o sistema.

A linha Sul tem extensão de 18,5 km e é composta por 8 estações sendo que 6 delas encontram-se no município de Natal, uma exatamente na divisa com o Município de Parnamirim e uma em Parnamirim.

A linha Norte tem a extensão de 38 km e contempla 12 estações, sendo 7 delas em Natal, 2 em Extremoz e 3 em Ceará Mirim.

## **Fortaleza**

A concepção do Projeto METROFOR prevê a modernização do sistema ferroviário existente na Região Metropolitana de Fortaleza, através da eletrificação de suas linhas principais, além da aquisição de material rodante formando Trens Unidade Elétricos (TUE's), instalação de sistemas modernos de sinalização e telecomunicações,

implantação de novas estações, reforma e reconstrução das estações existentes, melhoria no sistema ferroviário de carga e equacionamento das questões de maior impacto na relação trem-cidade.

O Metrofor será um metrô de superfície com 43 km de extensão, sendo 4 km subterrâneos e 4,4 km de elevado, implantado em três estágios, aproveitando ao máximo a malha ferroviária já existente. Seguindo sua concepção integradora, o novo sistema promoverá a modernização do transporte coletivo da Região Metropolitana de Fortaleza. O sistema atenderá aos municípios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú, Maranguape e Pacatuba, e com sua implantação total, o número de passageiros transportados diariamente chegará a 485 mil.

### **João Pessoa**

Com 30 km de extensão, o Sistema de Trens Urbanos em João Pessoa é composto por 4 locomotivas e 24 carros de passageiros, formando 2 composições que realizam 28 viagens diárias, interligando os municípios de Cabedelo, João Pessoa, Bayeux e Santa Rita, na Grande João Pessoa. O sistema da CBTU João Pessoa possui 9 estações modernas e recuperadas, e transporta, em média, 8 mil passageiros/dia. A velocidade comercial média é 24,5 km/h.

Nos 30 km de extensão, os passageiros podem desfrutar de uma viagem agradável, segura e econômica, além de contemplar belas paisagens rurais em plena área urbana. Preocupada com o espaço onde está inserida, a CBTU João Pessoa, ao oferecer um transporte de passageiros com qualidade, se integra à comunidade lideira realizando

projetos sociais e culturais que visam manter uma sinergia com a população, resgatando os valores do povo paraibano. A área formada pelos quatro municípios (João Pessoa, Cabedelo, Bayeux e Santa Rita) atravessados pelo sistema ferroviário apresenta uma população total de aproximadamente 844 mil pessoas, o que corresponde a cerca de 24,5% do total da população estadual.

### **Recife**

O Metrô do Recife atende diretamente quatro municípios da região Metropolitana do Recife - RMR: Jaboatão, Camaragibe, Cabo e Recife e indiretamente pelo sistema integrado metrô/ônibus os demais municípios da RMR, compreendendo 14 municípios. Grande parte da demanda do metrô vem da integração. Cerca de 65% dos 155.000 usuários transportados diariamente pelo metrô são originários da integração. O Sistema Estrutural Integrado - SEI, plano de transporte implantado na RMR, baseado na integração modal dentro de terminais fechados, permite o deslocamento dos usuários ao longo de todo o sistema integrado com o pagamento de uma única tarifa. O conforto e a economia proporcionada pelo sistema atraem cada vez mais usuários, consolidando a participação do metrô no sistema de transporte público de passageiros da RMR.

### **Maceió**

Com 32 km de extensão, o Sistema Maceió tem 9 estações, 3 paradas, 2 paradas experimentais e transporta, em média, cerca de 6 mil passageiros/dia, com velocidade média é 26,7 km/h e sem terminais de integração. De segunda a sexta-feira, são feitas 16 viagens por dia e 6 viagens aos sábados, não havendo operação no domingo.

## **Salvador**

Projeto Metrô de Salvador insere-se num amplo programa de desenvolvimento do transporte, em implantação pela Prefeitura do Salvador em parceria com o Governo do Estado da Bahia e o Governo Federal (através da Companhia Brasileira de Trens Urbanos - CBTU), com recursos financeiros parcialmente oriundos do BIRD e BNDES, denominado Plano Integrado de Transportes de Salvador. Este Plano abrange um conjunto de investimentos em infra-estrutura, equipamentos e reforma institucional, com base em ações planejadas, a maioria já em andamento, objetivando, assim, a implantação de um sistema integrado multimodal de transporte, onde o Metrô de Salvador ocupará papel de destaque.

O Plano Integrado de Transportes de Salvador compreende as seguintes ações: Reorganização do Sistema Ônibus, Ampliação do Sistema Viário, Renovação e Adequação da Frota - Recuperação e Modernização da Ferrovia do Subúrbio - e Implantação do Metrô.

## **Brasília**

O projeto do METRÔ-DF prevê mais de 40 quilômetros de linhas, englobando trechos em Samambaia, Ceilândia, Taguatinga, Águas Claras, Guará e Brasília.

A Linha Verde liga a Estação Central, na Rodoviária de Brasília, à Estação Águas Claras, seguindo em direção à Estação Praça do Relógio, no centro de Taguatinga. Futuramente, essa linha prosseguirá até a Estação Ceilândia.



A Linha Laranja parte, igualmente, do centro de Brasília, na Estação Central, e continua em paralelo com a Linha Verde até a Estação Águas Claras. Desse ponto, segue até a Estação Samambaia.

As duas linhas formam um “Y”, orientado sobre os eixos de composição de mobilidade urbana, ou seja, sobre os vetores de deslocamento populacional. O principal motivo gerador das viagens de deslocamento é o acesso ao trabalho, seguido das necessidades de acessos a serviços diversos.

### **Belo Horizonte**

Com apoio do Banco Mundial, a CBTU contratou um Plano Diretor de Transporte sobre Trilhos para a Região Metropolitana de Belo Horizonte, com o objetivo de estabelecer as diretrizes de expansão do Metrô e definir a implantação de novas linhas, num horizonte de 20 anos. Uma das premissas para o desenvolvimento do estudo foi a de inserir o metrô no hipercentro da cidade e aumentar a acessibilidade ao sistema sobre trilhos.

O estudo foi elaborado por empresa especializada, que utilizou como base de dados a pesquisa Origem e Destino domiciliar realizada pelo Governo do Estado em 1992, e expandida em 1995 pela BHTRANS, e que teve acompanhamento dos órgãos gestores de transportes da RMBH (Região Metropolitana de Belo horizonte). Foram analisados os principais corredores de tráfego de Belo Horizonte e as vias de acesso aos demais municípios da RMBH.

A partir da análise dos volumes de tráfego nestas vias, foram propostos sete cenários de implantação de sistemas sobre trilhos no âmbito metropolitano e verificados os carregamentos das novas redes.

Em função das demandas verificadas, foi analisada a implantação do modo ferroviário na diretriz das Avenidas Pedro II, Carlos Luz, Olegário Maciel, Raja Gabaglia, Augusto de Lima, Afonso Pena, Nossa Senhora do Carmo, e ainda uma linha periférica ligando as estações Vilarinho - BR 040 (Ceasa) - Eldorado e Barreiro. Ao final, foi escolhido um cenário que prevê a inserção do metrô no hipercentro de Belo Horizonte, objetivando a redução dos veículos na área central.

Como diretriz de expansão, ficou definido o prolongamento da linha 1 no sentido norte e no sentido oeste. A micro localização das estações e terminais de integração, bem como as soluções de engenharia, deverão ser definidas quando da realização dos projetos básicos. A demanda prevista para as três linhas do Metrô deverá ser de 1.302.000 passageiros/dia para o ano de 2009 e 1.470.000 para o ano de 2019. No horário de pico, o carregamento máximo por sentido no ano de 2009 deverá ser de 40.000 passageiros na linha 1, 20.000 passageiros na linha 2 e 35.000 na linha 3. Espera-se que com a implantação destas três linhas, o metrô possa atender satisfatoriamente toda a Região Metropolitana, atendendo aos principais pólos de geração e atração de demanda, tais como o hipercentro da cidade, a região industrial, a região norte – considerada área dormitório, a região hospitalar, a do Barro Preto (fórum e confecções), a da Praça da Liberdade (serviços públicos), a Savassi (comercial), a Pampulha (aeroporto, universidade e hospitais). Com esta rede será possível promover uma grande

racionalização do sistema de transporte, reduzir os congestionamentos, os acidentes e a poluição atmosférica.

### **São Paulo**

A primeira linha do metrô paulistano foi a Linha 1-Azul, anteriormente chamada de Linha Norte-Sul, inaugurada em 14/09/1974. A escolha do traçado, ligando os dois bairros afastados, Santana e Jabaquara, cortando a área central da cidade, foi devida à inexistência de alternativas de transporte coletivo ferroviário para os moradores e à preocupação de descongestionar o trânsito já caótico do centro de São Paulo. Foi esta linha que marcou o nascimento do Metrô de São Paulo e foi nela que se concentraram as disputas que exigiram as opções tecnológicas que iriam fazer do metrô paulistano um dos mais velozes e modernos do mundo.

Estudos de viabilidade realizados pelo Metrô levaram à alteração do projeto inicial da Linha 2-Verde passando a ser considerada uma prioridade. Dentre as alternativas de traçado apresentadas, foi escolhido o trecho Paraíso-Sumaré, com 4,75 Km de extensão e seis estações. Mudanças no governo e a tumultuada construção do Trecho Leste da Linha 3-Vermelha, que concentrava as discussões e as atenções, fizeram com que as várias alternativas da Linha 2-Verde tivessem que aguardar dias melhores, que só chegaram em 1979, quando o desenvolvimento urbano exigiu a aceleração da expansão da rede metroviária. Mais uma vez, na sua história, o Metrô de São Paulo é o resultado de uma curiosa seqüência de atos de coragem e discussões acirradas distanciando-se do projeto inicial. Assim surgiu o projeto da Linha Vila Madalena-Vila Prudente, hoje denominada Linha 2 –Verde, cujo trecho prioritário seria Clínica-Paraíso.

A Linha 3-Vermelha, então chamada de Linha Leste, deveria ter apenas 7 Km, ligando a Casa Verde à Vila Maria e deveria ser totalmente subterrânea. Entretanto, o resultado foi outro: três vezes mais longa e com uma configuração totalmente diferente, a exemplo das cidades de São Francisco, México, Washington e Atlanta, foi projetada para ser construída na superfície, aproveitando o leito da via férrea da antiga Rede Ferroviária Federal. Assim, depois de um amplo debate, foi constituído um convênio pelo qual a Linha 3-Vermelha compartilharia um trecho de 23 Km de via férrea.

A Linha "Nova Leste", denominação inicial, teria mais de 30 Km - entre a Praça da Sé e Guaianazes - e paralela aos trilhos da ferrovia. Posteriormente, seria construído o trecho Guaianazes-Calmon Vianna utilizando plenamente o leito ferroviário. O grande ganho desta alteração: um custo equivalente a 1/3 do orçamento original. Entretanto, a concepção original da Linha 3-Vermelha, a exemplo do que acontecia na Europa, integrava o transporte da população entre as redes metroviária e ferroviária, transporte ferroviário expresso dos subúrbios até o Metrô que se encarregaria do transporte urbano através de estações mais próximas e com alta frequência de trens. A Linha 3-Vermelha dependeria, portanto, da reabilitação e modernização da ferrovia, na qual não se havia investido desde o seu surgimento, no século XIX, com o apogeu das fazendas de café.

Novamente, os planos são alterados: o Metrô vai ser construído até Itaquera, vizinho à ferrovia. A deficiência da rede ferroviária fez com que a Linha 3-Vermelha já nascesse sobrecarregada. Era neste sentido que a cidade de São Paulo cresceria nos próximos anos.

A Linha 5-Lilás atende uma das áreas mais carentes da Região Metropolitana de São Paulo, abrangendo os bairros de Capão Redondo, Capela do Socorro, Campo Limpo, Rio Pequeno, Grajaú, Piraporinha, extremo de Santo Amaro e redondezas, além de municípios limítrofes, como Embu, Taboão e Itapecerica da Serra. Toda a região é caracterizada pela ocupação recente e em processo de adensamento, com perfil de cidade-dormitório, em parte por causa do isolamento geográfico.

A construção do trecho inicial da Linha 5-Lilás, que liga os bairros do Capão Redondo ao Largo Treze, foi realizada pela Companhia Paulista de Trens Metropolitanos - CPTM com recursos do Governo do Estado de São Paulo e do Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID. Como a construção do trecho Capão Redondo - Largo Treze foi realizada em área de grande concentração populacional marcada pela existência de núcleos de habitações precárias, com bairros e vilas formados sem planejamento urbano e sem ordenamento do sistema viário, adotou-se um programa de preservação e defesa ambiental, especialmente em função da necessidade de remoção de famílias que ocupavam favelas erguidas em áreas de risco ou de propriedade de terceiros.

O planejamento ambiental adotado para a construção da Linha 5-Lilás programou e executou o re-assentamento de 400 famílias, que foram alojadas, em um primeiro momento, num acampamento de casas pré-fabricadas, enquanto eram realizadas gestões para transferi-las à residências definitivas. Para tanto foi desapropriada uma área de cerca de 55 mil metros quadrados e através de convênio com a Companhia de Habitação e Desenvolvimento Urbano do Estado de São Paulo - CHDU, foi construído um conjunto habitacional para essas famílias. As obras civis básicas foram iniciadas em

1998 e envolveram a implantação de 7 km de via elevada, 1 km de via em superfície e 850 metros em via subterrânea, além da construção de um pátio de 550 metros de via para manutenção e manobras de trens, em Capão Redondo. O trecho possui seis estações: Capão Redondo, Campo Limpo, Vila das Belezas, Giovanni Gronchi, Santo Amaro e Largo Treze. Com exceção de Vila das Belezas, as demais estações possuem terminais de integração com ônibus urbano. O Pátio Capão Redondo possui uma área de 75 mil m<sup>2</sup> e abriga o Centro de Controle Operacional - CC5 que realiza a regulação da linha, a proteção e o controle da movimentação de trens, bem como o controle do sistema de alimentação elétrica e de passageiros da Linha 5-Lilás. O CC5 possui painéis retroprojetados, rede de "work stations" sistema aberto e gestão integrada de operação e administração. A transmissão de dados, de voz e de imagens é feita por fibra ótica.

A Estação Santo Amaro, que fica sobre o Rio Pinheiros, foi à primeira do Brasil a ser construída sobre uma ponte. A ponte tem 220 metros de comprimento, sendo que o vão principal é de 122 metros. O tabuleiro de concreto protendido é sustentado por estais, ancorados em um único pilar de 64 metros de altura.

Após processo de licitação internacional, em meados de 2000, foi selecionado o Consórcio Sistrem como fornecedor em regime "turn-key" dos sistemas e equipamentos para o trecho Capão Redondo - Largo Treze. O consórcio Sistrem, que é liderado pela ALSTOM, tem como membros Siemens, Balfour Beatty, Bombardier e CAF. A cargo da ALSTOM, via suas unidades no Brasil e na França, além do gerenciamento técnico do projeto como um todo, estão 49% do total do contrato, correspondendo à integração dos sistemas e ao fornecimento de oito composições com seis carros, em aço inoxidável

austenítico, sistema de sinalização, centro de controle operacional e diversos equipamentos elétricos e mecânicos para as estações. Complementando o fornecimento, a Siemens respondeu pelos equipamentos de suprimento de energia de alta e média tensão para a via e inversores auxiliares para o material rodante, originados de suas instalações no Brasil e na Alemanha. A Balfour Beatty brasileira forneceu os retificadores, as subestações auxiliares e a rede aérea. A Bombardier respondeu pela parte de equipamentos e montagens do sistema de sinalização. A CAF, da Espanha, foi responsável pelo truque ferroviário e pelos engates para o material rodante.

No dia 5 de fevereiro de 2002 foi assinado convênio entre o Metrô e a CPTM, cabendo ao Metrô de São Paulo a responsabilidade pela operação e manutenção da nova linha.

O primeiro de um total de oito trens que compõem a frota da Linha 5-Lilás foi entregue em 14 de fevereiro de 2002. Os novos trens incorporam as mais modernas tecnologias disponíveis no momento, apresentando alguns dispositivos inéditos na rede ferroviária brasileira. Os mais importantes são a bitola internacional de 1,435m e a presença de motores de tração em todos os carros. Esses motores são mais compactos e leves, possibilitando maior suavidade na aceleração e frenagem. No dia 20 de outubro de 2002 teve início a operação comercial do trecho Capão Redondo - Largo Treze da Linha 5-Lilás, ampliando a rede metroviária para 57,6 km de extensão e 52 estações. A tabela 3.2 mostra a estrutura física do Metrô da Cidade de São Paulo, a figura 3.4 mostra o mapa do sistema de metrô da Cidade de São Paulo.

**Tabela 3.2 - Estrutura Física**

<b>Componentes Operacionais</b>					
Início da Operação Comercial	1974	1991	1979	2002	Rede
Extensão atual das linhas (Km)	20,2	7,0	22,0	8,4	57,6
Estações	23	8	18	6	52 (1)
Estações de transferência	3	2	1	-	3
Estações de integração com ferrovia	1	1(2)	4	1	7
Estações com terminais de ônibus urbanos	7	1	10	5	23
Estações com terminais rodoviários	2	-	1	-	3
Número de carros da frota (3)	306	66	348	48	702
Número de carros utilizados nas horas de pico	264	60/66	252	24	600
Intervalo mínimo entre trens	110	164/148	101	383	-
Velocidade máxima (Km/h)	87	87	87	68	-
Velocidade comercial (Km/h)	30	39	37	37	-
Entrada de passageiros (milhares) (4)	210.069	49.017	240.447	13.362	512.895
Entrada de passageiros/Km de linha (milhões) (4) 5)	15,4	11,5	13,9	1,6	8,9

**Fonte:** Metrô de São Paulo (2006)



**Figura 3.4 - Mapa do Sistema de Metrô da Cidade de São Paulo**

**Fonte:** Metrô de São Paulo (2006)



## **Rio de Janeiro**

A malha ferroviária da SuperVia (SUPERVIA, 2004), com seus 220 km de extensão, está presente em 11 municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Distribuída através de nove linhas principais, partindo da estação Central do Brasil, localizada ao norte do centro do Rio de Janeiro, com destino às estações de Deodoro, Santa Cruz, Japeri, Belford Roxo, Gramacho, Saracuruna e Vila Inhomirim, situadas na periferia da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. As áreas residenciais e comerciais, que são pólos de produção e atração de viagens, foram consolidadas a partir da implantação da ferrovia e da construção das estações de trem, constituindo-se num elemento estruturador do desenvolvimento urbano. Municípios atendidos (11): Rio de Janeiro, Duque de Caxias, Nilópolis, Mesquita, Nova Iguaçu, Queimados, Japeri, São João de Meriti, Belford Roxo, Paracambi e Magé.

Segundo o RIO TRILHOS (2006), o Metrô do Rio de Janeiro foi inaugurado em março de 1979. O início das operações contou com apenas 5 estações: Praça Onze, Central, Presidente Vargas, Cinelândia e Glória, no horário de 9h às 15h. Nos primeiros 10 dias, o sistema transportou mais de meio milhão de pessoas, com uma média diária de 60 mil usuários. O maior movimento da operação foi na estação Cinelândia com mais de 1/3 do total de passageiros. Na época, o Metrô funcionava com apenas 4 trens de 4 carros, com intervalos médios de 8 minutos. Em dezembro, a operação comercial ampliou suas atividades até às 23h, inclusive aos sábados. No ano seguinte o sistema metroviário começava a ser ampliado com a inauguração das estações de Uruguaiana e Estácio. As duas novas estações desencadearam uma demanda maior de passageiros, o que obrigou a empresa a aumentar o número de carros nos trens de 4 para 6.

A estação Carioca, com o maior número de passageiros circulante, mais de 80 mil por dia, foi concluída em janeiro de 1981. No mesmo ano foram inauguradas também as estações Catete, Morro Azul - hoje, Flamengo - e Botafogo. Ainda em novembro desse ano foi inaugurada a linha 2, que contava apenas com as estações São Cristóvão e Maracanã. Em dezembro, completando o trecho sul da linha 1, foi inaugurada a estação Largo do Machado.

Em 1982, começaram as inaugurações complementares do trecho norte, com o início das operações das estações de Afonso Pena, São Francisco Xavier e Saens Peña.

A fim de permitir a conclusão da linha 2 até Irajá, em 1983, os trens da linha 2 passaram a circular das 6h às 14h. Durante um mês, após esse horário, até às 20h, foi implantado um serviço gratuito de ônibus, integrando as estações Estácio, São Cristóvão e Maracanã. Após a conclusão das obras, foram inaugurados um Pré-Metrô e as estações Maria da Graça, Del Castilho, Inhaúma e Irajá. O ano de 1984 foi marcado pelo início da operação comercial da linha 2 com 5 trens nos dias úteis, em intervalos de 5 minutos e 30 segundos durante a semana.

Seguindo o cronograma de expansão, a estação Triagem foi inaugurada em julho de 1988, ano em que ocorreu a criação do bilhete de integração Metrô/Trem.

Em 1991, foi inaugurada a estação Engenho Rainha. De 1991 até 1996, duas estações foram inauguradas: Thomás Coelho (1996) e Vicente de Carvalho. Nesse período, o intervalo das 9 composições da linha 2 passou a ser de 6 minutos. Em julho de 1998, o

fato marcante para um dos bairros mais tradicionais do Rio foi à inauguração da estação Cardeal Arcoverde, em Copacabana, uma verdadeira obra de arte. Em agosto e setembro do mesmo ano, iniciaram as operações de mais 5 estações: Irajá, Colégio, Coelho Neto, Engenheiro Rubens Paiva, Acari/Fazenda Botafogo e Pavuna.

Em 2002, foi inaugurada a segunda estação de Copacabana: Siqueira Campos e esperase a abertura da terceira estação do bairro, Cantagalo no segundo semestre de 2006. Em 2007/2008 seguindo o cronograma entrará em funcionamento a estação General Osório, localizada no bairro de Ipanema.

Em 1997, iniciou-se a Operação de Carnaval, com o funcionamento ininterrupto durante os dias de folia. Em dezembro desse mesmo ano, com a privatização, a administração e operação da empresa passaram às mãos do Consórcio Opportrans, concessionário pelo período de 20 anos, ficando na responsabilidade do Governo do Estado do Rio de Janeiro as expansões da rede metroviária, por meio da empresa Rio Trilhos. A figura 3.5 mostra o mapa das linhas.



**Figura 3.5 - Mapa das Linhas**

**Fonte:** Rio Trilhos (2006)

Os sistemas metroferroviários tendem a estimular um uso do solo mais previsível e concentrado no entorno das estações, a partir das quais o desenvolvimento pode ser irradiado, diferentemente das modalidades rodoviárias que se caracterizam por promoverem uma ocupação do solo mais espalhada e de difícil organização e controle. Também o modelo excessivamente rodoviário potencializa restrições aos deslocamentos. Assim, numa perspectiva onde se pretende restringir obstáculos à mobilidade e induzir desenvolvimento sustentável, os sistemas metroferroviários, ancorados numa distribuição equilibrada dos equipamentos urbanos são fundamentais.

### **3.4 Distribuição dos equipamentos urbanos, desenvolvimento socioeconômico, acessibilidade e centralidade na área de influência de um corredor de transporte público**

Os estudos apresentados a seguir estão relacionados com a centralidade na área de influência do corredor ferroviário e no entorno de suas estações e são exemplos adequados ao propósito da análise da importância da estação ferroviária como foco de desenvolvimento socioeconômico e nó intermodal.

PAMPHILE (2005) verifica que no planejamento das cidades impera a necessidade de transportes públicos, face os problemas de deseconomia urbana derivados do modelo rodoviário. Paralelamente, de acordo com recentes experiências, vislumbra-se que, com a distribuição das atividades a partir de corredores de transportes públicos, reduzir-se-iam os problemas de deseconomia com a retenção ou distribuição de viagens dentro do corredor, ao mesmo tempo em que se contribuiria para um processo de descentralização econômica, além de que parcelas econômicas derivadas das atividades (receitas, impostos, taxas, captura de valor) seriam apropriadas para o sistema. Defrontam-se a sociedade e o poder público com o desafio de planejar infra-estruturas de transportes públicos, não com base no processo histórico de escoamento de mão de obra, mas como indutor de desenvolvimento, adequando tecnologia de qualidade, atração comercial e de serviços, investimentos imobiliários e qualidade de vida, tudo isso ajustado a um novo modelo de financiamento.

O sistema de transporte ferroviário, em especial o trem de passageiros, pode desempenhar uma função determinante na busca de soluções. Na história do desenvolvimento urbano, verifica-se que por volta de 1800, na Europa, a estrada de ferro, com suas locomotivas a vapor, motivou o crescimento rápido das grandes cidades, trazendo consigo uma estruturação do território tipicamente linear com uma concentração de atividades econômicas e da população, especialmente no entorno de suas estações. Aos poucos, entretanto, ruas secundárias, perpendiculares à linha férrea, vão sendo ocupadas, dando início a um processo radial, evidenciando-se que entre ferrovia e construção de cidades existem efeitos recíprocos (JUHNKE, 1968).

De acordo como GIMENES (2005), a intermodalidade de transportes é uma parte crucial da organização espacial das metrópoles contemporâneas, pois é na estação intermodal que se dá o maior potencial de organização funcional e espacial entre as diferentes escalas da metrópole – seja pela capacidade de transporte, pela abrangência ou pela possibilidade de viabilizar centralidades através das características anteriores. A estação intermodal, portanto, ao gerar centralidade, atua como nó de uma rede urbana potencialmente eficiente. Uma estação tem o poder de identificar a vocação de um determinado local dentro de uma lógica metropolitana, onde a tendência de multipolaridade, atualmente verificada nas grandes cidades, estabelece relações ora conflituosas, ora complementares entre seus centros. Em relação a este aspecto, não parece equivocado afirmar que quanto maior a conectividade entre os centros de uma determinada metrópole, maior a probabilidade de exercerem funções complementares. O desafio de tornar cada um dos centros mais atraente ao longo do tempo embala o esforço de crescimento de toda a metrópole.

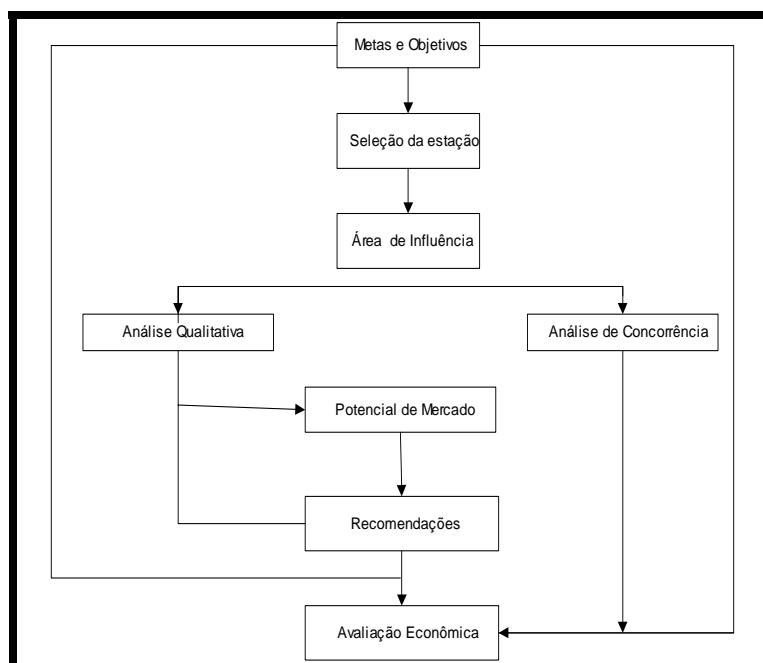
Segundo o mesmo autor, apesar da realidade japonesa oferecer uma condição ideal para análise de estações, os exemplos europeus são mais completos pela abrangência de escalas: desde o local até o internacional, com suas respectivas especificidades envolvidas. Haja vista que Cingapura e Estocolmo foram abordados no item anterior, os estudos em âmbito norte-americano, sul-americano e brasileiro, em ordem cronológica, concluem a revisão bibliográfica relativa a interação de estações com desenvolvimento socioeconômico.

LINDGREN *et al* (1975), em seu estudo sobre a hierarquia de centros na cidade do Rio de Janeiro, identificam as centralidades a partir das atividades comerciais. No estudo de caso, Cidade do Rio de Janeiro, os bairros, onde existem estações ferroviárias, são hierarquizados com base na concentração de atividades em seu entorno.

MEDEIROS (1987) constatava, há quase 20 anos atrás, uma tendência mundial do aproveitamento do potencial comercial dos sistemas de transporte de alta capacidade, visando a geração de receitas extra-operacionais. Este potencial advém da movimentação diária de centenas de milhares de passageiros, aliado ao grande patrimônio das empresas de transportes de alta capacidade. Dentre essas potencialidades encontram-se a propaganda e o comércio em estações e terminais, utilizando áreas existentes ou criando novos locais nessas dependências. Outro potencial que se apresenta é a utilização de áreas sem uso operacional, e do espaço aéreo das instalações das empresas de transportes, para desenvolvimento de atividades não vinculadas ao transporte.

A utilização do espaço aéreo consiste na criação de áreas de piso adicionais nas estações, terminais e até mesmo nas vias de transporte, para a implantação de empreendimentos imobiliários. A empresa de transporte fornece as áreas disponíveis, as diretrizes básicas e as limitações que devem ser observadas, recebendo, por exemplo, uma participação nas locações a serem feitas no empreendimento, não cabendo à mesma as funções de incorporação, venda e exploração do empreendimento comercial.

O estudo de MEDEIROS (1987) apresenta uma série de procedimentos para o aproveitamento dos espaços aéreos de estações e terminais ferroviários de passageiros, para implantação de empreendimentos comerciais, como mostra a figura 3.6.



**Figura 3.6 - Fluxograma de Procedimentos**



CERVERO (1994), a partir do conceito de desenvolvimento orientado ao transporte de alta capacidade (transit-oriented development), apresenta uma metodologia que busca identificar fatores associados às viagens de trem, junto aos trabalhadores dos escritórios situados nas proximidades da estação. Embora o objetivo do estudo não tenha sido a identificação das centralidades, as propostas de intervenção, de certa forma, visam reforçar as centralidades, pois identificados os fatores e efetuando-se melhorias, a tendência é aumentar a procura e também as atividades que estão na origem deste aumento.

BEY e PONS (1991), em seu estudo sobre redes de transportes, consideram que os valores dos caminhos mínimos espaciais e temporais são elementos importantes na avaliação das deficiências das redes de transporte. As matrizes de caminho mínimo e de tempo mínimo podem ser facilmente obtidas a partir das matrizes de valores do grafo representativo da malha urbana e possibilitam a obtenção de outros indicadores, tais como:

- Centralidade espacial média: permite conhecer a posição dos vértices de rede em função da sua disposição espacial e das vias;
- Centralidade temporal média: possibilita cartografar linhas de “isocentralidade temporal”.

PERRIN (1998) faz um estudo onde o foco é a importância da estação metroferroviária como elo de ligação entre regiões divididas pela linha férrea e prossegue mostrando que

ela pode aumentar sua importância se usada de forma mais eficiente. Sugere a locação de atividades específicas em sua área interna e em seu entorno.

De acordo com JORGENSEN JUNIOR (1998), a relação entre centralidade e organização espacial urbana, na qual a demanda de transportes (movimentação de pessoas) intervém com seus atributos simultaneamente quantitativos e qualitativos, pode ser a questão chave do planejamento de transportes nas grandes metrópoles na época da economia de serviços. A compreensão dos impactos dos meios de transportes no processo de transformação da organização espacial urbana, em níveis de abrangência diversos, presume a superação do exclusivismo funcional-quantitativo da abordagem clássica em planejamento de transportes pela incorporação de métodos de análise econômica e geográfica do espaço.

O tema da importância da eficiência do transporte na determinação da estrutura espacial da cidade foi desenvolvido por GUTEMBERG (1975), que vê como princípio de organização da cidade o “esforço de comunidade para vencer a distância” e divide as possibilidades locais das atividades urbanas em “facilidades distribuídas”, que estão dispersas pela cidade, e “facilidades não distribuídas”, que estão concentradas em um centro principal. Para GUTEMBERG (1975), a ênfase em uma estrutura de distribuição ou não distribuição depende da eficiência do sistema de transportes e, sob determinadas condições, a acessibilidade medida pelo tempo-distância tende a distribuir espacialmente as atividades.

WAGNER (2001), através de modelos configuracionais, mostra algumas experiências e constatações obtidas com o estudo das características morfológicas de projetos de cidades, seja no que se refere aos seus problemas e potencialidades de desenho; como nas intervenções e reprojatos de cidades; e em processos de análise e simulação para núcleos existentes. Tanto em cidades projetadas, quanto nas existentes, ou naquelas em processo de intervenção, são estudadas as características estruturais e locais, centralidade, crescimento, fatores de segregação e integração urbana.

Segundo JORGENSEN JUNIOR (1998), a despeito da influência recíproca entre “centralidade” e “demanda de transportes”, a ciência econômica urbana e o planejamento de transportes jamais lograram uma linguagem, muito menos um método comum de análise sócio-espacial. Para a economia urbana clássica, o transporte é essencialmente “custo” associado à distância, ofertado quando a demanda atinge o limite crítico. Para os estudos clássicos de transporte, a centralidade é o lugar de destino da demanda de pico concentrada em “corredores”. Assim, o planejamento de transportes deve intervir conscientemente no processo de formação da estrutura espacial urbana, articulando as diversas formas e graus de intensidade com que se manifesta o fenômeno da centralidade em um meio urbano desenvolvido.

Segundo KRAFTA (1991), o significado da medida de centralidade demonstra espaços urbanos com características de maior acessibilidade, de maior concentração de edificações, e de atividades com melhor poder de atratividade aos usuários. As atividades correspondem a um bom indicador de movimentação na cidade, muitas vezes delimitando áreas segregadas de locais integradores.

GONÇALVES *et al* (2002), estudando a centralidade como instrumento de análise do desenvolvimento no entorno de uma estação ferroviária, mostra que: a) PERRIN (1998) propõe que se utilize a área interna das estações ferroviárias para desenvolver atividades comerciais a fim de torná-las, além de um local de entrada e saída de uma região, também um espaço a ela integrado; b) CERVERO (1994), com objetivos que envolvem a identificação de restrições e facilidades no sentido de por em posição de relevo a estação de trem na estrutura urbana e usá-la como um pólo de desenvolvimento socioeconômico e com base nos procedimentos do “desenvolvimento orientado ao transporte de alta capacidade”, apresenta uma metodologia que busca identificar fatores associados às viagens de trem, junto aos trabalhadores dos escritórios situados nas proximidades da estação; c) SHINBEIN e ADLER (1995) elaboraram um plano de revitalização de uma região, no entorno de estação de trem, num ambiente de desenvolvimento com tipo de uso do solo compacto, tendo como base as premissas dos “novos urbanistas”; d) STRATEGIC PLANNING OFFICE (2001) fornece os resultados de três anos de esforços de integração de Planos Estratégicos com Trânsito Eficiente na cidade de Seattle, tendo a estação de trem como pólo de desenvolvimento socioeconômico.

Segundo CERVERO (2002), se para efeito de raciocínio, presumirmos que uma linha de VLTs – Veículos Leves sobre Trilhos é construída em um corredor de alto-crescimento, a oferta de estacionamentos para os usuários é restringida e a oferta de terrenos ao redor permite acomodar qualquer necessidade do mercado. Neste caso, a teoria clássica de localização diz que negócios, negociantes e residentes, que talvez em outro caso poderiam ser atraídos a corredores de vias expressas, agora podem querer se aproveitar

das melhorias no acesso e se estabelecer perto das estações do trem, que são os portais entre os bairros e a região ao redor. Como elas facilitam o acesso e aumentam a conexão, funcionam como um ímã, produzindo padrões aglomerados de crescimento. Escritórios e lojas freqüentemente ganham as melhores localidades perto das estações (ganhando concorrências). Corretores imobiliários os chamam de "maiores e melhores usos" no sentido de que eles recebem o maior valor-agregado (por exemplo, ganhos em produtividade econômica) devido ao acesso facilitado. Escritórios dependem de economias de aglomeração – os benefícios que se acumulam devido à aglomeração, com o acesso a habilidades especializadas, a facilidade de transações externas e à interação entre profissionais especializados. O fato de que firmas tendem a pagar mais por estes benefícios significa aumento dos valores imobiliários e dos aluguéis próximos às estações. Em geral, condições imobiliárias ao redor da estação devem ser saudáveis – aluguéis valorizados, alta absorção, e poucos imóveis vagos.

Segundo o mesmo autor, de um modo geral, a partir do momento em que escritórios e lojas procuram ocupar locais ao lado da estação, fornecedores de produtos e aparelhos – por exemplo, gráficas, agências de emprego temporário, lojas de informática – também procuram se localizar próximo à estação. Então, usos imobiliários auxiliares ou que sirvam a pequenos comércios, procurarão estar o mais próximo possível aos escritórios, talvez vários quarteirões da entrada principal da estação. Um pouco mais longe, mas exigindo uma caminhada de até cinco minutos, pode haver moradias, atendendo a um nicho do mercado de famílias suburbanas (por exemplo, pessoas solteiras, pessoas querendo um lugar mais urbano, de uso misto, aqueles querendo economizar a necessidade de ter um segundo carro). E, é claro, onde os residentes se estabelecem,

lojas de conveniência, supermercados, cinemas e outras atividades que servem à população, também se estabelecem. Ou seja, um investimento em ferrovia deve, com o tempo, gerar desenvolvimento imobiliário concentrado, de uso misto e de aluguel mais alto em um raio de cerca de 500 metros ao redor da estação. As mesmas atividades que tradicionalmente estão espalhadas pela paisagem suburbana estão, ao invés, aglomeradas perto dos pontos principais de acesso ao trem – as estações. É exatamente esta noção de que estações ferroviárias são patrimônios sub-aproveitados que podem funcionar como nódulos onde planejar crescimento que levou ao movimento "vilarejos de transporte urbano" em estados como Califórnia, New Jersey e Oregon.

GONÇALVES *et al* (2003), estudando a centralidade em uma estrutura viária no entorno de uma estação ferroviária, verificaram que o sistema ferroviário tem como uma característica agregar atividades no entorno das estações e, como consequência: reforçar a centralidade; incentivar novos empreendimentos e aumentar o número de viagens. Esses fatores, por sua vez, atraem investimentos no sistema ferroviário e induzem a novas formas de relacionamento entre os transportes e o desenvolvimento urbano. Assim, tem-se a oportunidade de se por em prática um esquema de planejamento que oriente essa possível melhoria de acessibilidade para agregar valor e promover um desenvolvimento sustentado. Entretanto, isso não tem sido feito em nosso país, o que é ainda mais grave considerando-se os investimentos previstos para ampliar a capacidade em vários sistemas de trens suburbanos brasileiros.

SINTEISIS (2003), através de seu informativo, faz um histórico do plano de ordenação urbanística no entorno da estação de trem de Puerto Cabello, Venezuela. Os objetivos

do plano são: avaliar os impactos da re ativação da estação, formular uma proposta de ordenação do entorno da mesma, que permita efetuar melhorias nas instalações ferroviárias e buscar integrá-la ao desenvolvimento urbano da cidade de Puerto Cabello. A metodologia se divide em três fases: na fase 1 é traçado o perfil ambiental e funcional da área de estudo; na fase 2 são agrupados os indicadores de planificação, gestão e avaliação e na fase 3 é elaborado o plano de ordenação urbanística e aproveitamento imobiliário.

As intervenções propostas têm como objetivos a geração de núcleos de atividades, integração entre transportes e uso do solo e integração modal. Em relação à morfologia urbana a proposta é colocar a estação ferroviária como centro e estruturar a cidade através de dois eixos principais, um deles no sentido Norte-Sul e outro no sentido Leste-Oeste. No que diz respeito à rede de espaços públicos busca gerar condições ambientais propícias para uma melhor qualidade de vida. Neste sentido pretende prover carências e integração com o resto da cidade (SINTESIS, 2003).

HOLME (2003), em estudo sobre quantificação do fluxo de veículos em um corredor rodoviário, verifica que medidas de centralidade, com origem na teoria dos grafos, têm sido usadas com frequência na determinação dos pontos centrais de fluxo de comunicação em redes. Em redes reais, o estado de densidade do tráfego decorre da ação entre a dinâmica dos fluxos e a estrutura da rede. O trabalho investiga a relação entre medidas de centralidade e a densidade do tráfego, em um corredor rodoviário, usando um modelo de partículas dinâmicas. Dentre outras conclusões verifica que, mesmo em tráfego de baixa densidade, as medidas de densidade de tráfego dinâmico

(raio de ocupação) têm uma dependência não trivial com a centralidade estática (quantificada pela centralidade de intermediação), pois vértices comparativamente não centrais absorviam uma grande parte do tráfego.

CERVERO (2005), em um estudo sobre transporte sustentável e urbanismo, destaca que está havendo uma mudança de paradigma com relação à acessibilidade nas áreas urbanas e regionais. A nova abordagem articula melhorias de acessibilidade com o planejamento urbano. De acordo com a nova concepção, a acessibilidade é resultado de mobilidade e proximidade, isto é: facilidade e rapidez de deslocamento entre pontos do território (mobilidade), encurtamento das distâncias físicas entre os equipamentos urbanos (proximidade) ou a combinação de mobilidade e proximidade. Por outro lado, observa que embora haja uma preocupação no monitoramento dos impactos nos corredores rodoviários e ferroviários, são raras as análises detalhadas sobre a articulação entre sistemas de transportes e desenvolvimento socioeconômico, principalmente em relação à questão social. Prosseguindo, o autor elabora expressões matemáticas para obter índices de acessibilidade. Estas expressões foram formuladas de acordo com o modelo gravitacional. Medidas provenientes deste modelo, segundo o autor, podem super-dimensionar o fluxo de alguns tipos de viagens, principalmente em regiões metropolitanas. Ele propõe o uso de isócronas, a partir de um GIS (sistema de informações geográficas), mais transparentes e intuitivas, para detectar atividades. No entanto, observa que, talvez, a maior dificuldade seja decidir os raios (em tempo ou distância), a partir dos quais será feita a distribuição espacial das atividades. De qualquer forma, através das isócronas se pode identificar, a partir de um ponto considerado (estação ferroviária), a distribuição espacial das atividades e comparar com



as opções modais. Outro aspecto abordado no artigo se refere a mostrar um índice que permite comparar os níveis de acessibilidade usando transportes públicos e privados. Quando este índice é 0 (zero) significa que a acessibilidade é igual e quando ele está próximo de 1, em termos absolutos, denota disparidades extremas. Complementando o artigo são estabelecidas relações entre a acessibilidade ao trabalho e a valorização imobiliária, TOD (transit-oriented development) e acessibilidade, e apresentado os estudos de casos.

GIMENES (2005), analisando a estação intermodal como gerador de centralidades metropolitanas, na cidade de São Paulo, verifica que o bairro sede do nó metroferroviário da Luz tem significativa macroacessibilidade e é deficitário em microacessibilidade, pois os numerosos ônibus e carros que trafegam na região contam com um grande eixo viário, mas não dispõem de vias adequadas de aproximação. Os edifícios instalados em seu entorno, pela sua função, carecem de acessos adequados para pedestres e não estabelecem relação eficaz com os demais edifícios da região, prejudicando a concretização de sua vocação cultural e de lazer.

Segundo PAMPHILE (2005), o atual contexto da Cidade do Rio de Janeiro é de flagrante concentração territorial, com alocação de investimentos privados e institucionais nos grandes centros funcionais - Centro, Zona Sul e Barra -, e polarização crescente dos subúrbios, deixando aos mesmos a mera função de reprodução espacial como bolsão residencial. Por outro lado, o movimento pendular, entre os subúrbios e as áreas nobres, também gera um problema de transporte face os grandes fluxos de viagens

concentrados em corredores periferia-centro-funcional e por modo rodoviarista, tendo como resultado um processo de deseconomia urbana. Do exposto, pode-se efetivamente concluir que a cidade do Rio de Janeiro precisa retomar o desenvolvimento econômico-espacial fora dos eixos clássicos de acumulação do capital e a partir de sistemas e transporte não rodoviarista, capazes de promover a sustentabilidade e o equilíbrio das tensões urbanas.

Então, pela ótica da necessidade de descentralização da cidade do Rio de Janeiro, em que as áreas periféricas passam a ter um posicionamento central, revela-se a importância do sistema ferroviário como elemento chave dessa operação, dada a sua relação com o desenvolvimento dessas áreas no passado, e, no presente, com forte influência no processo de *estagnação urbana* dos corredores, contribuindo para a reprodução diferencial do capital e ficando essas áreas sujeitas à reprodução empobrecida da força de trabalho LOJKINE (*apud* PAMPHILE, 2005).

A Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU) implantou uma campanha de marketing e comunicação institucional que tem mobilizado o setor metroferroviário brasileiro, por meio de projetos e ações associadas ao conhecimento, a disseminação e produção de informações e a promoção de debates. Ao discutir o planejamento urbano e a mobilidade nas cidades, em especial pelo transporte urbano de passageiros sobre os trilhos, o movimento tem propiciado maior visibilidade ao setor metroferroviário. As ações e projetos institucionais estruturados e integrados à campanha são três: concurso

de monografia (conhecimento), portal (informação) e a série “Cidades nos Trilhos” (discussão) (CBTU, 2006).

Segundo o informativo mensal da CBTU (2006), a Trensurb (Porto Alegre) abriu as portas de suas estações para lojistas e vendedores autônomos em 1998. Atualmente, esse comércio rende mais de 300 empregos diretos e, pelo menos, o dobro de indiretos. São quiosques móveis e lojas fixas que oferecem aos usuários produtos variados como alimentação, artesanato e material escolar. No último ano, a renda dos aluguéis gerou mais de R\$ 1 milhão a Trensurb, montante aplicado na sustentabilidade do sistema.

Além disso, em datas comemorativas, o Setor de Marketing Comercial da Trensurb (Semac) promove feiras temáticas no interior e no entorno das estações do metrô, como uma forma de oferecer um serviço diferenciado aos usuários e gerar novos postos de trabalho. O Projeto tem, também, como objetivo de atrair o público externo que habitualmente não utiliza o metrô. Ao todo, foram cinco feiras temáticas com a instalação total de 135 estandes que geraram mais de R\$ 20 mil e parcerias sociais com entidades do Governo do Estado e dos municípios da Região Metropolitana.

Estudo do MINISTÉRIO DAS CIDADES (2004) identificou que o Metrô de São Paulo vem implantando, há alguns anos, um sistema de monitoramento e análise periódica dos impactos urbanos e socioeconômicos de cada uma das linhas em operação, ou em construção, iniciativa que ganhou maior significado após a aprovação, em 2002, do novo Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, que, em seu artigo 122, define como áreas de intervenção urbana as áreas ao longo dos eixos das linhas de transporte

público coletivo, com o objetivo de “qualificar estas áreas e seu entorno e obter recursos para aplicação na implantação e melhorias das linhas de transporte público por meio da outorga onerosa de potencial construtivo adicional”. O sistema de monitoramento está centrado no levantamento de informações sobre três aspectos. Um deles é a valorização imobiliária que o investimento causa, visando a captação de recursos para o financiamento da expansão, via utilização de instrumentos urbanísticos previstos no Estatuto das Cidades, como o da “Outorga Onerosa do Direito de Construção” ou a implantação de “Operações Urbanas Consorciadas” no entorno das linhas.

Outro aspecto refere-se às tendências quanto às modificações no uso do solo ao redor das estações, à evolução do adensamento construtivo, o levantamento do estoque imobiliário, as tendências de adensamento populacional, a vocação funcional da área, visando direcionar projetos urbanos a serem negociados com a Prefeitura de São Paulo.

Há também, a evolução no perfil dos residentes, ou usuários da área, visando a definição de políticas de controle de impactos, direcionados para o alcance das metas de impacto distributivo, da natureza social dos investimentos e da equidade na distribuição dos serviços gerados.

Tais informações servem para subsidiar as negociações do Metrô de São Paulo com todos os atores públicos e privados, envolvidos na definição do projeto urbano e para a destinação de eventuais recursos gerados dentro das áreas de intervenção urbana no entorno das linhas e estações metroviárias. Além disso, viabiliza a consecução da função

social das políticas adotada pela companhia, função que se relaciona com a possibilidade de contribuir para a estruturação de uma cidade com menos desigualdades.

De acordo com o informativo mensal do MINISTÉRIO DAS CIDADES (2006), os imóveis da Rede Ferroviária Federal (RFFSA) formam um conjunto considerável de terras vazias, edificações subutilizadas e terrenos ocupados irregularmente por populações de baixa e alta renda, localizados em áreas urbanas. Este ministério, por meio da Secretaria Nacional de Programas Urbanos, está discutindo a melhor forma de dar aos imóveis subutilizados não operacionais da RFFSA uma função socioambiental, no contexto dos programas de regularização fundiária de interesse social nos estados e municípios. O desafio é tornar esta ação de regularização fundiária exemplar, viabilizando o acesso a moradias em áreas já providas de infra-estrutura urbana e serviços públicos. Neste sentido, estabeleceu-se uma articulação com a Comissão de Liquidação da Rede Ferroviária Federal (RFFSA) que resultou no primeiro caso de regularização, a Vila dos Papeleiros, em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. Cerca de 200 famílias foram beneficiadas. Esta área foi permutada a partir de negociação dos débitos de IPTU da RFFSA com a prefeitura e da avaliação do terreno pela Caixa Econômica Federal, segundo o Método do Valor Econômico. Estes procedimentos serviram de base para definir um formato de negociações que está sendo aplicado em outros casos, com o objetivo de atender às demais demandas relativas às áreas de propriedade da RFFSA formuladas por estados, municípios, organizações não-governamentais, cooperativas ou associações.

O sucesso do caso de Porto Alegre como experiência de regularização foi importante, pois respaldou a assinatura de um convênio entre os ministérios das Cidades e dos Transportes, a Comissão de Liquidação da RFFSA e a Caixa Econômica Federal com objetivo de operacionalizar a alienação de imóveis não operacionais de propriedade da RFFSA visando à regularização fundiária e a provisão habitacional de interesse social. Este convênio, que servirá de base para outras cidades interessadas, foi firmado no dia 11 de maio de 2004 e permite também a proposição de soluções para o reassentamento da população de baixa renda que vive em faixa de domínio - área operacional, considerada de alto risco. As ações previstas no convênio estão sendo desenvolvidas por um Grupo de Trabalho (GT) composto por representantes das entidades envolvidas, que definiram os critérios de seleção dos imóveis e a metodologia de trabalho. Eles têm a responsabilidade de analisar as solicitações encaminhadas ao Ministério das Cidades, a partir da política de seu órgão, levando em conta os novos direitos assegurados pela Constituição de 1988 e pelo Estatuto da Cidade, ou seja, o direito à cidade e a função social da propriedade (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006).

O primeiro resultado concreto deste convênio foi um protocolo firmado em 2 de julho de 2004 pela prefeitura de Atibaia (SP), que adquiriu uma área de 253.000 metros quadrados. Esta área abrigará 1,6 mil famílias, isto é, mais de 6 mil pessoas. Uma ação como esta, de Atibaia, pode ser considerada como modelo, já que o projeto está integrado a programas de emprego e renda, conciliando ações de urbanização, melhoria das condições de habitabilidade e de preservação do meio ambiente. Interessados neste convênio, por exemplo, governos estaduais, prefeituras ou entidades (associações de

moradores, cooperativas habitacionais etc) devem encaminhar as demandas ao Ministério das Cidades (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006). Estas áreas, se não ocupadas por pessoas, poderiam também ser aproveitadas para a construção de praças com o necessário equipamento urbano: jardins, parquinho, coreto, escola, delegacia e pequeno comércio.

Fazendo uma retrospectiva dos casos estudados no presente item se verifica que: a) segundo PERRIN (1998), a estação metroferroviária é importante como elo de ligação entre regiões divididas pela linha férrea e pode aumentar sua importância se usada de forma mais eficiente; b) que tanto em países desenvolvidos, caso de Estocolmo, como em países em desenvolvimento, caso de Cingapura, o sistema metroferroviário pode ser usado como instrumento de política urbana e social; c) de acordo com CERVERO (2002), há preocupação em relacionar a instalação de uma linha de VLT, verificar os impactos quanto a alocação dos locais de trabalho, usar instrumentos quantitativos como as expressões matemáticas e o sistema de informações geográficas (SIG) para fazer projeções quanto à distância ou tempo que as atividades profissionais específicas estão de determinado ponto do território e relacionar a acessibilidade aos locais de trabalho com o valor imobiliário; d) segundo GIMENES (2005), a estação metroferroviária é importante na relação espacial e socioeconômica. Para sustentar suas idéias, utiliza a estação da Luz e mostra que se deve propor alocação de atividades no interior da estação e em seu entorno, no âmbito do planejamento urbano, buscando racionalizar o uso dos espaços e efetuar melhorias na acessibilidade e mobilidade, reduzindo as viagens motorizadas; e) PAMPHILE (2005), com o foco de sua pesquisa na relação dos sistemas

de transportes e o desenvolvimento econômico na área de influência. A revisão bibliográfica na área de transporte-desenvolvimento socioeconômico e casos de empreendimentos de sucesso nos EUA, UNIÃO EUROPÉIA e ÁSIA, mostram que as estações do corredor Leopoldina podem desenvolver tipos específicos de atividades e promover desenvolvimento econômico; f) de acordo com JORGENSEN JUNIOR (1998), a relação entre centralidade e organização espacial urbana, na qual a demanda de transportes (movimentação de pessoas) intervém com seus atributos simultaneamente quantitativos e qualitativos pode ser a questão chave do planejamento de transportes nas grandes metrópoles na época da economia de serviços.

### **3. 5 Considerações finais**

As experiências e os estudos que compõem a revisão bibliográfica mostram os vários enfoques da interação entre os sistemas metroferroviários e o desenvolvimento socioeconômico. Com base nessa revisão se verifica que não existe uma resposta definitiva para a questão da integração entre transporte e uso do solo e se deve buscar alternativas visando melhorar a qualidade da integração; e que as regiões metropolitanas brasileiras servidas por sistemas metroferroviários necessitam de estudos com esse objetivo. Ainda com base nessa revisão se detecta que o conceito de centralidade é eficiente para estudar a dinâmica das atividades socioeconômicas em regiões metropolitanas e em corredores ferroviários.

Assim, é relevante a elaboração de estudos sobre o relacionamento dos sistemas metroferroviários brasileiros com o desenvolvimento socioeconômico e que dos



resultados desses estudos surjam propostas que contemplem uma utilização eficiente da área interna da estação ferroviária e de seu entorno, uma melhor alocação de atividades socioeconômicas nas respectivas áreas de influência do corredor e da estação, uma utilização comercial dos espaços que fazem parte do patrimônio da concessionária etc.

Além disso, existe uma questão que precisa ser investigada com mais detalhes, a qual diz respeito à escolha de indicadores de centralidade para dar apoio à tomada de decisões quanto aos melhores locais no território para alocar os equipamentos urbanos, de modo que estes possam ser utilizados pela comunidade de forma mais eficiente, através da redução das distâncias e tempos de deslocamentos entre eles e as distâncias e tempos totais nas tarefas diárias, criando um ambiente propício a novos investimentos e promoção de desenvolvimento socioeconômico.

Em suma, já foram detectados os problemas, identificados os instrumentais para dar suporte ao processo de análise. O próximo passo é elaborar uma proposta metodológica.

## CAPÍTULO 4

### Proposta metodológica

#### 4.1 Considerações iniciais

Não é realístico esperar que, sem planejamento, os equipamentos de uma região metropolitana sejam estrategicamente distribuídos de modo a que os serviços alocados em suas dependências possam ser acessados rapidamente pela comunidade, sem o uso de veículos motorizados. Existem muitas atividades da vida cotidiana, tais como: hospitais, escolas, creches, restaurantes, centros de lazer, supermercados, bancos etc, que precisam ser estrategicamente alocadas no espaço urbano. Qual a melhor alocação, de modo que constituam uma estrutura funcional eficiente? Os profissionais do “Novo Urbanismo” revitalizaram pequenos locais, com terrenos vagos e com estrutura já existente. Assim, projetos de preenchimento de espaços entre edifícios estimularam a revitalização dos centros das cidades de Milwaukee, Chicago e Providence (TAHCHIEVA, 2002). A metodologia proposta nessa pesquisa se destina às regiões metropolitanas brasileiras servidas por um sistema de trens de passageiros e utiliza modelos de grafos para dar suporte a tarefa de revitalizar essas regiões, buscando um ambiente integrado e auto-sustentável.

O processo de urbanização das regiões metropolitanas brasileiras pode ser reciclado, adaptando-se os conceitos utilizados na União Européia, Ásia e EUA à nossa realidade. Nos projetos elaborados pelo Ministério das Cidades (CBTU, 2006) são recomendadas iniciativas visando reduzir as viagens motorizadas, melhorar a mobilidade e aproveitar o espaço no entorno das linhas férreas para construção de moradias populares. Se neste

contexto for inserido um procedimento, tal como o proposto no presente estudo, o preenchimento dos espaços vazios ao longo das linhas ferroviárias poderá ser direcionado para a formação de uma estrutura urbana mais equilibrada. Alocando-se atividades no entorno das estações ferroviárias, relacionadas com suas vocações. A ociosidade de serviço ferroviário, fora dos horários de pico, e o baixo índice de renovação da demanda de passageiros (saída/entrada de passageiros), poderiam ser equacionados com uma maior interatividade entre os bairros - através da oferta de atividades e serviços complementares no entorno das estações ao longo do ramal ferroviário. Além disso, poderia ser implementado um plano para a integração do sistema de transportes e o gerenciamento dos deslocamentos, priorizando as modalidades não motorizadas. Enfim, o sistema ferroviário, um recurso coletivo e atualmente subutilizado, poderia se tornar uma ferramenta fundamental para implementar as mudanças necessárias e comprometidas com uma melhor qualidade de vida para a nossa população.

O presente capítulo visa apresentar as premissas que serão adotadas, os procedimentos metodológicos propostos para análise da integração do espaço urbano de regiões metropolitanas brasileiras servidas por ramais ferroviários e com base em suas estações e identificar indicadores de centralidade apropriados.

As premissas relativas ao sistema de trens de passageiros se referem à questão da revitalização e a dependência do seu sucesso em relação à demanda, a qual deve se tornar compatível com seu porte. As premissas que dizem respeito à questão urbana estão associadas ao “Novo Urbanismo” e aos procedimentos do “desenvolvimento

orientado ao transporte de alta capacidade”. A elaboração da estrutura de procedimentos metodológicos busca promover a articulação entre os setores de transporte, social e ferroviário e mostrar, passo a passo, como será efetuada a análise da integração do espaço urbano. A classificação em níveis espaciais de estudo tem como objetivo distinguir aspectos relacionados a pequenas distâncias daqueles relacionados a grandes distâncias. A aplicação dos procedimentos metodológicos nos níveis espaciais sinaliza como será desenvolvida a aplicação prática. O item que diz respeito à centralidade visa selecionar os seus indicadores mais adequados e as respectivas medidas associadas.

#### **4.2 As premissas adotadas, os níveis espaciais de estudo e os procedimentos metodológicos.**

Os problemas enfrentados diariamente pelas pessoas ao se locomoverem nas cidades normalmente têm sido abordados de forma fragmentada; os problemas do sistema de transportes ficando dissociados da questão urbana. É preciso mudar esse tipo de abordagem, pois o investimento em sistema viário assume grande importância e os administradores dedicam parcela enorme de seus esforços e recursos para expandi-lo; essa expansão adquire dinâmica própria e transforma-se em um fim em si mesmo, com grandes obras que se auto-justificam e reforçam o atual modelo de pensar as cidades.

Uma alternativa é adotar uma abordagem que busque articular os setores de transporte e urbano, convergindo para a criação de um ambiente onde seja possível reduzir a dependência ao automóvel de modo geral e seu uso para ir ao núcleo central (centro da

cidade), colocando o bairro como pólo de desenvolvimento socioeconômico e a estação ferroviária como pólo de integração dos equipamentos urbanos.

Considerando que: i) as propostas do “Novo Urbanismo” e os procedimentos do “desenvolvimento orientado ao transporte de alta capacidade” convergem para uma configuração urbana integrada e com uso misto do solo; ii) o trem, através da história, tem mostrado capacidade de estruturar territórios e impulsionar desenvolvimento industrial, ligando os locais onde existe mão-de-obra com os de trabalho; iii) o trajeto moderno para o trabalho, que representa grande parte do problema urbano de tráfego, é o produto de uma possibilidade relativamente grande de escolha dos locais de residência e trabalho, que se tornou mais livre na sociedade industrializada; iv) os modelos matemáticos, com base na teoria dos grafos, permitem a identificação dos locais mais apropriados para fins específicos pode-se afirmar que é factível a criação de um ambiente do tipo proposto e que sua elaboração deve ter como base a articulação do sistema de transportes com o desenvolvimento socioeconômico.

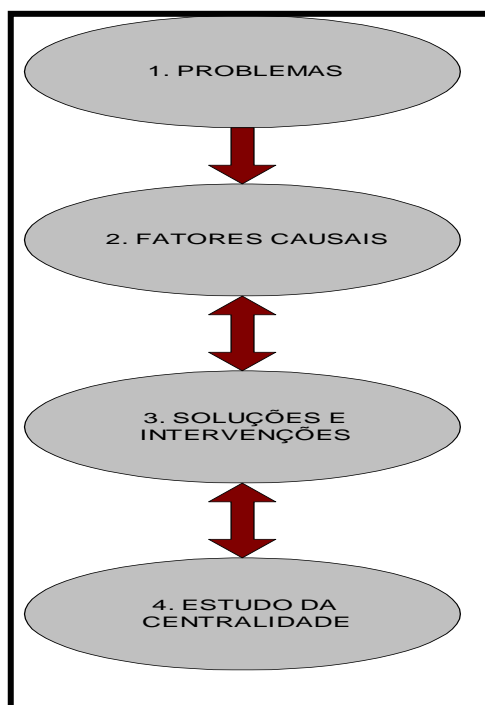
No caso das regiões metropolitanas brasileiras, a articulação entre os setores metroferroviário e socioeconômico tem de levar em conta a questão da revitalização dessas regiões, conjuntamente com seus respectivos sistemas de trens de passageiros; e que o sucesso depende da recuperação do sistema ferroviário.

Um componente importante no processo de recuperação será a demanda ferroviária, pois uma das características desse modo de transporte é atender grandes contingentes de viagens. Dessa forma, ela deve ter um porte mínimo cujo valor é limitado pela

capacidade do sistema e pode ser expresso pela densidade e perfil da população e pelas atividades socioeconômicas localizadas na sua área de influência, além do grau de integração modal. Também a sua natureza - representada pelo padrão de viagens e condições socioeconômicas dos usuários - deve ser propícia ao uso do sistema ferroviário, sintonizada com suas características competitivas em relação aos modos de transportes alternativos e concorrentes no corredor. A variação temporal da demanda deve ser mais equilibrada. Com os carregamentos de pico menos pronunciados, minimizam-se o tamanho necessário da oferta de transportes, o grau de ociosidade e, conseqüentemente, os custos operacionais. Especialmente, o desejável é que os fluxos de passageiros se distribuam mais uniformemente ao longo das estações, aumentando a taxa de renovação da capacidade de transportes e a produtividade do sistema. As medidas mais efetivas, apesar de envolverem um maior horizonte, estão associadas a uma organização do território mais racional, estimulando a interatividade das viagens entre bairros (e não a dependência excessiva de núcleos centrais) e a diversidade de propósitos (e não a dependência de viagens a trabalho e seu conseqüente vínculo com os períodos de pico).

A elaboração da estrutura dos procedimentos metodológicos parte do princípio que as questões que fazem parte do estudo envolvem setores diferentes do ambiente urbano, os quais nem sempre utilizam o mesmo tipo de lógica. Assim, para que os resultados possam contornar os conflitos setoriais e estejam de acordo com os objetivos propostos, é necessário que se estabeleçam padrões de procedimentos com diretrizes claras e que estes possam ser discutidos e postos em práticas a partir de etapas bem definidas. A

figura 4.1 apresenta uma visão esquemática do padrão de procedimentos que será adotado.



**Figura 4.1** - Visão esquemática

Tendo em vista que a classificação em níveis espaciais de estudo foi estabelecida para distinguir questões referentes ao comprimento dos deslocamentos: curtos e longos, o nível macro de uma região metropolitana corresponde aos ramais ferroviários, corredores rodoviários e suas respectivas áreas de influência; o nível intermediário corresponde a um ramal ferroviário e sua área de influência; e o nível micro corresponde a uma estação ferroviária e seu entorno. A interação dos níveis espaciais, sob o ponto de vista de transporte, converge para a elaboração de um sistema alimentador do trem da seguinte forma: os usuários são atraídos para o sistema através da estação (nível micro), a interatividade entre as estações mantém os usuários (nível intermediário) e a integração

modal continua mantendo os usuários no sistema, além de, no sentido contrário, servir como fator de atratividade. Na perspectiva socioeconômica, a estação funciona como foco de integração de seu entorno e pólo de atração de atividades (nível micro), a interatividade entre as estações funciona como alimentador da integração entre os bairros na área de influência (nível intermediário) e a integração modal amplia a integração para a área de influência dos ramais e todo o território metropolitano (nível macro).

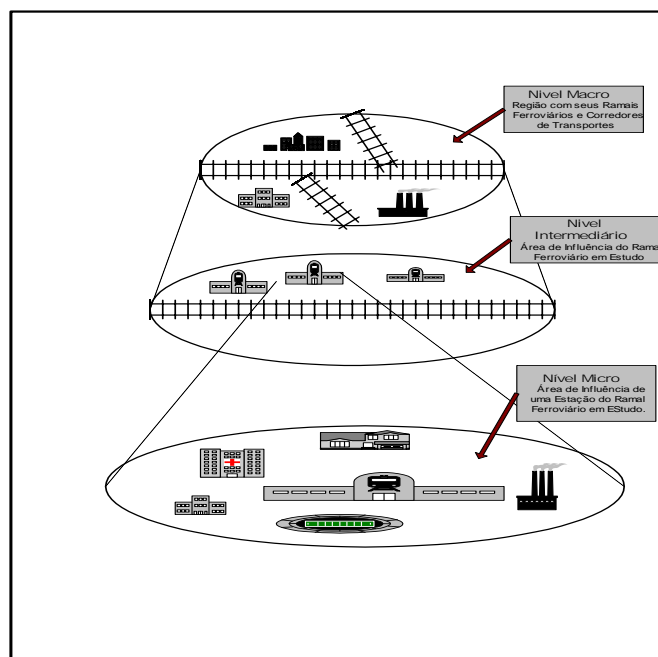
Através dos níveis espaciais de estudo, é possível identificar as características específicas de cada um deles; usar os procedimentos propostos; e, com o conhecimento das suas interações recíprocas, obter uma visão global. Assim, em nível intermediário uma das características do sistema ferroviário brasileiro é a concentração de atividades nas estações terminais. A classificação das estações, com base na vocação e nos índices de centralidade, permite indicar quais delas estão mais aptas a atuarem como pólos de investimentos, acelerar o processo de desconcentração de atividades nas estações terminais e também estimular a interação de viagens entre estações. Em nível micro, uma das características é a concentração de atividades no entorno das estações. Com os índices de centralidade de cada local (vértice do grafo) se pode verificar se a estação está exercendo a sua centralidade e qual a sua função de articulação com os demais equipamentos adjacentes, identificar a presença ou não de equipamentos urbanos (locais de alocação de atividades), monitorar a sua distribuição quanto à integração e atuar no sentido de aumentar a quantidade de serviços prestados à comunidade num mesmo intervalo de tempo. Em nível macro, uma das características é a ocorrência de concentração de atividades no núcleo central e a existência de uma periferia carente de



serviços de transportes. Efetuando-se melhorias nos níveis intermediário e micro, com uma visão global, pode-se ampliar seu alcance e criar um ambiente, em nível macro, onde o acesso aos serviços públicos seja efetuado diretamente ou usando a integração modal.

Os procedimentos utilizados terão o mesmo padrão nos três níveis. Inicialmente são identificados os problemas relativos a cada setor. A seguir busca-se estabelecer relações recíprocas entre os problemas e os fatores causais nos setores: ferroviário, de transporte e socioeconômico. Na etapa seguinte buscam-se as soluções e identificam-se as possíveis intervenções. Na última etapa estuda-se a centralidade visando dar suporte ao processo de tomada de decisões e propor intervenções.

A relação entre os níveis espaciais de estudo não é necessariamente sequencial, seja do macro para o micro ou vice-versa. A abordagem pode ter foco em qualquer um dos níveis e se irradiar para os demais, inclusive ciclicamente. Assim, no estudo de caso serão abordados inicialmente o nível intermediário (ramal) e o nível micro (estação), compreendidos dentro da escala regional, e a partir desses dois níveis se propõe à ampliação de seu alcance em nível macro. A figura 4.2 mostra os níveis espaciais de estudo.



**Figura 4.2 - Níveis Espaciais do Estudo.**

Tendo em vista que o nível macro é uma extensão do nível intermediário, será dada ênfase a este nível e ao local, mas com uma visão global.

### **4.3 Problemas, fatores causais, soluções e padrão de procedimentos aplicados aos níveis espaciais.**

No nível macro, os problemas são os congestionamentos, a degradação da qualidade de vida e os impactos ambientais. Os fatores causais são a incapacidade da estrutura rodoviária em atender a uma demanda crescente, a falta de espaços e recursos para construção de novas vias e estacionamentos, a dificuldade em administrar o trânsito e as restrições de investimentos no sistema metroferroviário. A proposta de solução está relacionada com a integração dos equipamentos urbanos na área de influência dos

ramais metroferroviários, com a ampliação das linhas de transportes de alta capacidade – trens, metrô e VLTs – e com integração modal. O conceito de centralidade pode dar suporte para identificar os “nós” de integração, identificar os bairros que são núcleos de atividades, classificar cada bairro de acordo com sua vocação e indicar os locais mais apropriados para alocação de instalações que estão sendo implantadas ou transferidas.

Em nível intermediário, apesar da degradação da qualidade de vida e dos impactos ambientais, detectados em nível macro, repercutirem nesse nível, o problema específico e que atinge diretamente são os congestionamentos. Os fatores causais estão relacionados à carência de um sistema de transportes integrado e de boa qualidade.

Os bairros situados nesse nível já foram pólos de desenvolvimento socioeconômico com suporte no sistema ferroviário. A degradação que ocorre atualmente é uma das conseqüências da desarticulação do sistema ferroviário com o desenvolvimento socioeconômico. O serviço ferroviário tende a ser pouco atrativo em termos empresariais, devido ao baixo retorno de investimentos. No entanto, a população é carente em transportes.

As restrições de investimentos repercutem na qualidade do serviço e provocam a subutilização. Se por um lado às suas causas estão associadas aos custos operacionais altos, as receitas baixas, à imagem deteriorada, à baixa qualidade de serviço e à capacidade incompatível, por outro a subutilização do sistema está intimamente ligada à falta de integração modal, à concentração dos empregos e serviços no entorno das estações terminais e à periferia dependente. A concentração dos empregos no entorno

das estações terminais provoca viagens longas e pendulares e demanda concentrada no pico, o que implica em uma taxa de renovação baixa.

Para interromper este ciclo de degradação é preciso que as soluções e intervenções contemplem os seguintes aspectos: aumento da capacidade ferroviária, melhoria da qualidade de serviço, melhoria da imagem do setor ferroviário, integração modal e desenvolvimento socioeconômico orientado ao sistema ferroviário (integração do espaço urbano) (GONÇALVES *et al*, 2003).

Outro aspecto fundamental é a integração modal, a sua proposta de implementação utiliza conceitos do estudo de NABAIS *et al* (2006). O qual identifica a potencialidade de integração de uma estação de um sistema de grande capacidade, em particular de trens, com outros modais utilizando critérios de centralidade de acordo com a seguinte rotina:

- Identificação e caracterização do ramal ferroviário que será objeto do estudo e delimitação da sua área de influência;
- Consulta ou execução de pesquisas tipo O-D e identificação das vias de acesso às estações e de linhas de ônibus com pontos de parada nas proximidades das estações;
- Elaboração do grafo, determinação da centralidade e hierarquização das estações;

De posse dos dados coletados, são construídos um ou mais grafos, que possibilitem determinar a centralidade de cada estação, com a aplicação das fórmulas referentes ao status, à proximidade e a intermediação.

Os tipos de uso do solo e as vias de transporte podem ser identificados através da observação direta em mapas, contribuindo para o sucesso da integração. Neste sentido, são destacados os municípios e bairros potencialmente capazes de utilizarem o ramal, ao longo do eixo da ferrovia, os obstáculos naturais que impeçam o acesso à ferrovia (rios, montanhas) bem como vias concorrentes, sejam do mesmo modal ou de outros, que permitam o transporte dos passageiros de forma direta e independente do ramal. Para acesso a pé, portanto para a área de influência direta do ramal, sugere-se uma faixa de cerca de 400m (para regiões mais densamente habitadas) a 1,5km (para regiões de menor densidade populacional ou rural) (CERVERO, 2005).

Para cada estação do ramal, considerando-se o acesso a pé, é identificado o potencial de atração de clientes num círculo em torno de 400m em torno de cada uma. Estas distâncias são função dos hábitos locais ou, na falta de dados exatos para a área em estudo, poderá se utilizar o critério de caminhadas menores para regiões mais urbanizadas e maiores para as regiões mais afastadas dos centros urbanos (CERVERO, 2005), considerando-se também as facilidades do percurso, tais como tipos de vias, iluminação, revestimento das vias, exposição às condições atmosféricas, segurança etc.

Para as demais modalidades de transporte de interesse para a integração, essa área pode-se estender por alguns quilômetros, em função da topografia da região, dos demais sistemas de transporte (vias e veículos), dos hábitos e da renda da população.

Em nível local, a qualidade de vida se degrada com os constantes congestionamentos no seu entorno, a proliferação do comércio informal e a desorganização espacial dos

equipamentos urbanos. Os fatores causais no setor ferroviário estão associados a subutilização da área interna da estação e a baixa demanda. Além disso, a estação perdeu centralidade, aumentaram as restrições de acesso para pedestres e ciclistas, não há um ambiente que favoreça as modalidades alimentadoras do sistema de trens de passageiros e alguns equipamentos urbanos de porte não estão interligados com a estação.

As soluções e intervenções devem estar direcionadas para a reforma da área interna da estação e incentivo para implantação de pequenos negócios, desenvolvimento orientado ao trem e distribuição dos equipamentos urbanos no entorno da estação visando à integração, sendo esta o pólo integrador.

#### **4.4 Centralidade em uma rede de comunicação, indicadores de centralidade e medidas associadas**

##### **4.4.1 A centralidade em uma rede de comunicação**

Segundo GONÇALVES *et al* (2005), em uma rede de comunicação, a centralidade é um atributo dos elementos representados pelos vértices e sua medida está associada à importância, ao prestígio e à influência de atuação de cada elemento. A partir do conhecimento da posição hierárquica na rede é possível, portanto, identificar o potencial de um agente na execução de tarefas específicas.

A seguir são apresentadas as definições da teoria dos grafos necessárias ao acompanhamento da discussão à medida que se tornarem necessária. As definições básicas, bem como maiores detalhes sobre a teoria, estão em BOAVENTURA NETTO (2003).

Um *grafo*  $G = (V, A)$  é uma estrutura matemática definida por um conjunto  $V$ , discreto e finito, cujos elementos  $v$  são chamados *vértices* ou *nós*, e por um conjunto  $A$  de *ligações* ou *relações de adjacência*, que são pares de elementos  $(v, w)$  de  $V$  que guardam alguma relação entre si. Um grafo pode ser não orientado ou orientado: no primeiro caso, uma ligação é uma *aresta* e, no segundo, é um par ordenado e se chama um *arco* com *sentido* de  $v$  para  $w$ . (O arco  $(v, w)$  é *simétrico* do arco  $(w, v)$ ). Um grafo orientado possui um grafo não orientado a ele *associado*, obtido desconsiderando-se a orientação. Um vértice (uma aresta) pode receber um *valor* que pode ser chamado genericamente *peso*, ou particularmente, por exemplo, *custo* e, no caso de uma aresta, também *comprimento*. Um *caminho* é uma seqüência de arestas ou arcos (neste caso, de mesmo sentido). O número de ligações de que um vértice participa é o seu *grau*. Um caminho possui um *valor* que é o número de ligações que ele contém, ou então o resultado de uma operação associativa (como a soma, ou o produto) sobre os valores das suas ligações. O valor do menor caminho entre dois vértices dados  $v$  e  $w$  é a *distância*  $d_{ij}$  entre eles e um caminho cujo valor é igual à distância é a *geodésica* que une  $v$  a  $w$ . Um grafo (orientado) é *conexo* se (no seu grafo associado) possui sempre um caminho entre dois vértices quaisquer. Um grafo pode ser representado por uma *matriz de adjacência*  $A = [a_{ij}]$ , onde as linhas e as colunas são associadas ao conjunto  $V$ , cada elemento sendo igual a 1 se existir a ligação

correspondente e nulo em caso contrário. Se houverem valores associados, pode-se definir uma *matriz de valores* de forma análoga.

Uma rede de comunicação pode ser representada formalmente através de um grafo A orientação ou não do grafo dependerá dos tipos de relações estabelecidas, haja vista que as medidas de centralidade numa rede de comunicação podem ser elaboradas tanto para casos em que as relações são simétricas, quanto para aqueles em que as relações são não-simétricas.

#### **4.4.2 Indicadores de centralidade, medidas associadas e aplicações.**

HUIJSMAN *et al* (1999, *apud* BONACICHI, 2001) definem a centralidade como uma média das distâncias recíprocas de um possível centro de distribuição para outros destinos. O índice que mede a centralidade assume que uma região com maior volume de mercadorias e rapidez de deslocamento para as outras regiões é mais atrativa para alocar um centro de distribuição. Assim, tem-se:

$$B_1 = \sum_j \frac{X_{ij}}{d_{1j}} \quad (4.1)$$

$B_1$  : índice de centralidade da região 1 para todas as outras.

$X_{ij}$ : volume do fluxo de mercadorias entre a origem  $i$  e o destino  $j$

$d_{ij}$ : distância entre o local 1 e o destino  $j$ .

$i$  : origem



j: destino

l : região de localização do centro de distribuição.

CHRISTALLER (1933, *apud* LINDGREN *et al*, 1975) estima a centralidade de  $C_{i,A}$  do lugar i com respeito à atividade A baseando-se no tráfego telefônico, como:

$$C_{i,A} = T_i - P_i \left( \frac{T}{P} \right) \quad (4.2)$$

onde:

$P_i \left( \frac{T}{P} \right)$  é o número de ligações que se deveria observar no lugar i se o número de ligações telefônicas para população  $P_i$  do lugar obedecesse à mesma proporção  $\frac{T}{P}$  de ligações da região. A parcela  $T_i$  incorpora as ligações telefônicas intra-locais e aquelas do lugar i para os demais lugares j na região e aquelas dos lugares j para o lugar i.  $T_i$  é, portanto, uma expressão da totalidade da atividade A observada no lugar i. Daí chamar-se  $T_i$  a importância absoluta do lugar. O nível ou grau de importância do lugar, no pressuposto de igualdade do lugar a ele dado por sua população  $P_i$  que se comporta de maneira exatamente igual à população total P da região é, então expressa pelo subtraendo da diferença acima. É a importância dada ao lugar i pela população  $P_i$  ao nele participar da atividade A. A diferença  $C_{i,A}$  é pois a importância relativa ou centralidade de i com respeito à atividade A.

Em um grafo conexo, a soma das distâncias ou *status*  $s(v)$  de um vértice  $v$  é igual a soma das distâncias entre  $v$  e todos os outros vértices (HARARY, 1959):

$$s(v_i) = \sum_{j=1}^p d_{ij} \quad (4.3)$$

Visando esclarecer conceitualmente o modelo de centralidade aplicado a uma rede de comunicação social, FREEMAN (1979) distingue as centralidades de informação (*degree*), de proximidade (*closeness*) e de intermediação (*betweenness*). Estes três tipos de centralidade têm origem em estudos antropológicos, com aplicações ao estudo do poder em redes informais de comunicação (HARARY, 1959).

A centralidade de informação tem como base a idéia que o número de relações diretas que um elemento estabelece com os outros (dado pelo grau do vértice correspondente) é um aspecto importante de sua posição estrutural (RUHNAU, 2000) e está associado ao número de interações ou conexões de um elemento em uma rede. A sua importância (posição na rede) está associada ao número de elementos interagindo com ele. Se esse número for elevado, aumentam as chances de satisfação de necessidades, diminui a dependência em relação aos outros e aumenta o acesso aos recursos disponíveis na rede (HANNEMAN, 2002). Em uma rede de informações ou de difusão de uma infecção, a centralidade de informação traduz a capacidade de receber uma informação ou de ser infectado (o que indica um eventual aspecto negativo). Na matriz de adjacência do grafo associado à rede, a centralidade de informação pode ser obtida adicionando-se os valores relacionados nas linhas ou nas colunas.

$$C_D(v_i) = d(v_i), v_i \in V \quad (4.4)$$

A centralidade de proximidade está associada à rapidez de acesso de um elemento em relação aos outros na rede. O elemento com maior centralidade de proximidade é aquele que se comunica com maior rapidez com todos os outros. No grafo associado à rede, a centralidade de proximidade corresponde ao inverso da soma das distâncias do vértice em questão aos demais (ou seja, dos valores relacionados nas linhas/colunas da matriz de distâncias):

$$C_C(v_i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \text{dist}(v_i, v_j)}, \quad v_i, v_j \in V \quad (4.5)$$

Em um processo de difusão, a centralidade de proximidade traduz a rapidez com uma informação chega a um elemento ou a rapidez com que será infectado.

A centralidade de intermediação tem como base a idéia que a dependência relativa a um elemento é um aspecto importante de sua posição estrutural (RUHNAU, 2000) e está associada ao número de vezes que um elemento participa quando é estabelecida uma interação pelos menores caminhos na rede. O elemento com maior centralidade de intermediação é aquele que participa mais ativamente num processo de interação, no qual se percorre os caminhos mais curtos.

$$C_B(v_i) = \sum_{i=1}^n \sum_{j:k}^n \left[ \frac{g_{kj}(v_i)}{g_{kj}} \right] \quad (4.6)$$

No grafo associado à rede, a centralidade de intermediação diz respeito ao número  $g_{ij}(v)$  de caminhos geodésicos entre  $i$  e  $j$  que passam por um vértice  $v$ , relacionado ao número total  $g_{ij}$  desses caminhos. Em um processo de difusão, um vértice que tenha a maior centralidade de intermediação pode controlar o fluxo de informações, atuando como um “porteiro” (*gatekeeper*) ou servindo de elo entre regiões isoladas na rede.

BONACICHI (2001) propôs uma medida de centralidade na qual as unidades de centralidade são adicionadas entre elementos conectados, isto é, à centralidade de um elemento são adicionadas daqueles que com ele estão conectados.

A centralidade de autovetor (*eigenvector*) tem como base a idéia que um elemento é mais central se estabelece relação com elementos que também estão em uma posição central (RUHNAU, 2000), o que é um aspecto importante de sua posição estrutural. A centralidade de um elemento é uma combinação linear das centralidades dos elementos com ele conectados (BONACICHI, 2001). Em uma rede de comunicação, aquele elemento que recebe informações de elementos que são fontes de informação tem uma posição privilegiada. Em um processo de difusão de infecção, um elemento com alto valor desta centralidade está conectado com elementos também conectados com muitos elementos, multiplicando, assim, o risco de infecção.

Seja  $R = [r_{ij}]$  uma matriz de relacionamento, não necessariamente simétrica e com diagonal principal nula. Então:

$$\lambda c(v_i) = \sum_j r_{ij} c(v_j) \quad (4.7)$$

o que, em notação matricial, corresponde a  $Rv = \lambda v$ , equação cujas soluções são os autovalores e os autovetores da matriz, que pode ser a de adjacência, ou a de valores. Normalmente se utiliza o maior autovalor (BONACICHI, 1987).

A Tabela 4.1 apresenta um sumário das características destes quatro últimos indicadores de centralidade, considerando a direção do relacionamento (adaptada de ZEMLJIC, 2005):

**Tabela 4.1** - Sumário das características dos indicadores de centralidade

Indicador	Direção Relacional	Aspectos Detectados	Aspectos Quantificados pelo Indicador
Centralidade de informação	Entrando Saindo	O elemento de maior visibilidade	Inclui todos os elementos adjacentes. Somente escolhas diretas. Índice local
Centralidade de proximidade	Entrando Saindo	Elemento próximo de todos os outros.	Liberdade e controle em relação aos outros. Menores caminhos. Considera escolhas indiretas. Índice global.
Centralidade de Intermediação	Relação direta	Elemento pelo qual passa um grande número de caminhos mínimos.	Somente redes binárias. Considera escolhas indiretas. Índice global.
Centralidade Autovetor	Simétrica Não-simétrica	Um elemento é mais visível se está conectado com elementos que possuem visibilidade.	Considera aspectos multidimensionais. Índice global

O **afastamento**, ou excentricidade  $e(x)$  de um vértice  $x \in X$  em um grafo  $G = (X,U)$  é a maior distância de  $x$  a algum  $y \in X$  (em um grafo orientado, considera-se o afastamento exterior  $e^+(x)$  e o seu dual direcional, o afastamento interior  $e^-(x)$ ).

O **raio**  $\rho(G)$  de um grafo  $G = (X,U)$  é o menor dos afastamentos existentes no grafo.

O **centro** de um grafo  $G = (X,U)$  é um vértice de afastamento igual ao raio (alguns autores denominam centro ao conjunto de vértices nessas condições).

O **diâmetro**  $\delta(G)$  de um grafo  $G = (X,U)$  é o maior dos afastamentos existentes no grafo (logo, a maior distância). A definição ao contrário das demais, não distingue sentido de aplicação (isto é, não se fala em  $\delta^+$  e  $\delta^-$ ), visto que o interesse está na determinação de um valor máximo, que corresponde ao caso mais desfavorável em matéria de percurso mínimo. Este valor, por outro lado, corresponderá à distância entre os dois vértices mais distantes, e ela poderá ser considerada “de entrada” em um sentido e “de saída” no outro. Alguns autores denominam periferia ao conjunto de vértices de afastamento máximo.

O **vértice periférico** de um grafo é um vértice cujo afastamento é igual ao diâmetro.

A **mediana** ou centróide de um grafo  $G = (X,U)$  é um vértice para o qual a soma das distâncias aos demais vértices é mínima em relação a  $X$ .

O **anti-centro** de um grafo  $G = (X,U)$  é um vértice cuja menor distância em relação a algum outro vértice é máxima.

As noções de **centro**, **mediana** e **anti-centro** podem se generalizadas para conjunto de vértices; então, por exemplo, um **p-centro**  $C \subset X$  é um conjunto de  $p$  vértices tal que a maior distância de algum  $x \in C$  para todo  $y \in X - C$  é mínima e que uma  $p$ -mediana  $M$

$x \in X$  é um conjunto de  $p$  vértices tal que a soma das distâncias de algum  $x \in M$  para todo  $y \in X - M$  é mínima.

A mesma expressão pode ser utilizada para os três casos, com o auxílio de operadores generalizados; assim, um vértice  $x \in X$  é um (centro, mediana, anti-centro) se  $x$  verifica

$$\alpha_x = \Omega_{\substack{i,j \in X \\ j \neq i}} \oplus p_j d_{ij} \quad (4.8)$$

onde as operações são indicadas conforme o critério utilizado:

**QUADRO 4.1 - Critérios e Operações**

<b>Critério</b>	$\Omega$	$\oplus$
Centro	min	max
Mediana	min	soma
Anti- centro	max	min

Os pesos  $p_j$  têm a finalidade, ao se processar um modelo, de levar em conta a importância relativa dos vértices (CHRISTOFIDES, 1976 *apud* BOAVENTURA NETTO, 2003). Em todos os casos, pode haver interesse na definição de concepção bidirecionais em grafos orientados, através da expressão:

$$\alpha_x = \Omega_{\substack{i,j \in X \\ i \neq j}} \oplus p_j (d_{ij} + d_{ji}) \quad (4.9)$$

As aplicações estão relacionadas com os critérios associados ao problema. A idéia de centro é associada à de um serviço de emergência, visto que minimiza a maior distância; assim, um quartel de bombeiro deve ser localizado em um centro exterior, visto que o importante está em que o agente do serviço chegue rapidamente ao local onde é necessário. Um ambulatório ou posto médico deve ficar em um centro interior, visto que as pessoas que necessitam de tratamento devem poder ter a máxima facilidade de acesso. Um hospital que disponha de ambulâncias deverá ficar em um centro bidirecional, visto que elas devem poder ir e voltar rapidamente.

Num anti-centro deve estar localizado um serviço incômodo, como um depósito de lixo. As distâncias, nesse exemplo, devem ser euclidianas e o grafo considerado não orientado, a menos que haja vento em uma direção da malha urbana.

A revisão bibliográfica mostra que Estocolmo e Cingapura se desenvolveram com base no sistema metroferroviário com os equipamentos urbanos distribuídos no entorno de suas estações, criando um ambiente onde o desenvolvimento socioeconômico ocorre a partir de núcleos (centralidades) integrados pelo trem de passageiros. Assim, buscando atingir o mesmo objetivo em regiões metropolitanas brasileiras, através da indicação de bairros onde se encontram as estações ferroviárias para serem pólos de desenvolvimento e equipamentos urbanos para obter um ambiente integrado, se convergiu para os indicadores de centralidade denominados de informação, intermediação, proximidade, autovetor e centro interior (função da distância usual), como os mais apropriados para dar suporte na tomada de decisões. O indicador de centralidade denominado centralidade



será calculado usando o relacionamento entre os elementos na rede de comunicação e a distância física.

O estudo das centralidades no corredor ferroviário diz respeito a dois aspectos: conjunto das estações ao longo do ramal ferroviário e o entorno da estação. No primeiro aspecto, a localização espacial dos bairros onde se encontram as estações e sua classificação quanto à facilidade de acesso - utilizando o critério dos menores caminhos para reduzir as distâncias (tempo) - converge para a elaboração de uma distribuição espacial mais equilibrada e que repercute em mais atratividade no ramal; onde o foco é a melhoria da imagem e qualidade do serviço ferroviário, buscando um fluxo de viagens mais equilibrado e que promova a interatividade entre as estações ferroviárias, respeitando suas vocações e potencializando suas complementariedades. No segundo aspecto, entorno da estação, o objeto de estudo se refere a três questões: localização dos equipamentos urbanos, acessibilidade e atratividade. Na questão da localização dos equipamentos urbanos, o que se pretende é facilitar o acesso à comunidade, utilizando o critério dos menores caminhos para reduzir as distâncias (tempos). No que se refere à acessibilidade, busca-se evitar a duplicação dos serviços, sugerindo uma distribuição equilibrada no âmbito dos equipamentos urbanos, e empreender melhoria nos transportes, indicando a modalidade mais adequada para a integração modal, reduzindo, desta forma, o tempo de percurso entre os equipamentos urbanos. No que se refere à atratividade, além de intervenções que minimizem as distâncias e tempos à estação, sugere-se também implementar atividades que atraiam viagens para o local.

Estas questões serão examinadas levando em consideração duas situações: trabalhando com dados referentes aos que estão dentro do sistema, isto é, aqueles que utilizam o sistema ferroviário nos seus deslocamentos diários, e com dados referentes aos que estão fora do sistema. No primeiro caso, o que se pretende é sinalizar melhorias e no segundo atrair imediatamente para o sistema os possíveis usuários que circulam em congestionamentos, sem conforto e sem segurança.

Os dados referentes ao cálculo da centralidade de informação, de proximidade, de intermediação e de autovetor, no ramal, envolvem a matriz O-D. Através desta matriz é possível construir um grafo de relacionamento, onde os vértices são os bairros e as arestas as ligações entre eles.

Em relação aos resultados esperados, no caso do ramal, preliminarmente se pode argumentar que uma alta centralidade de informação em um bairro faz com que este se torne referência no âmbito do movimento das pessoas. Identificando a vocação dos bairros com alta centralidade de informação, pode-se estabelecer uma classificação do tipo pólo: *comercial*, *industrial* ou *residencial*. Em relação à centralidade de proximidade, um bairro é tão mais central quanto menor o caminho que se precise percorrer para, a partir dele, alcançar os outros bairros da rede. Isto mede, em última análise, a sua independência em relação ao controle de outros. A centralidade de intermediação é o potencial daqueles bairros que servem de intermediários, calculando o quanto um bairro atua como "ponte", facilitando o fluxo de viagens em uma determinada rede. Um bairro pode não ter muitas ligações, estabelecer elos fracos, mas ter uma importância fundamental na mediação das trocas. O papel de "ponte" traz em si como

marca o poder de facilitar ou restringir o fluxo e o trajeto das viagens que circulam na rede. Os bairros com os maiores índices de centralidade de intermediação são locais estratégicos para o corredor e qualquer deficiência que nele ocorra, repercute em um número expressivo de viagens. Por outro lado, conhecidos o índice de centralidade de intermediação do bairro onde está situada a estação ferroviária e a quantidade de viagens por modalidades rodoviárias que passam pela estação, seria possível propor intervenções visando melhorar o desempenho das vias e indicar o potencial de transferência para a ferrovia.

No caso da centralidade usando a matriz O-D ferroviária, o procedimento é o mesmo, o que diferencia um caso do outro, é que neste os usuários estão dentro do sistema.

No caso do estudo da centralidade, como função da distância física, a área de influência do ramal será representada por um retângulo onde o comprimento corresponde à distância entre as estações terminais e a largura corresponde a 800 metros, 400m para cada lado da linha férrea. Esta largura favorece os deslocamentos a pé no entorno da estação ferroviária, de acordo com os conceitos do “Novo Urbanismo” e os procedimentos do “desenvolvimento orientado ao transporte de alta capacidade” (transit-oriented development). A seguir se associa um grafo cujos vértices são as estações ferroviárias e locais da estrutura viária distantes 400 metros de cada estação ferroviária, calcula-se a matriz dos caminhos mínimos e se localiza o centro interior do grafo. Obtido o centro interior do grafo (centralidade de proximidade) e relacionando-o, através da distância, com cada estação, estas são hierarquizadas de acordo com os objetivos de rapidez de acesso e contribuição na integração. A estação que estiver mais próxima a um

centro interior (rapidez de acesso aos outros locais) será a de maior hierarquia e pode ser utilizada como pólo de integração com os outros modos de transportes e entre os equipamentos urbanos. Além disso, devido a sua posição estratégica na rede urbana pode também ser usada em campanhas promocionais para mostrar melhorias na qualidade do serviço e na qualidade de vida, atraindo os usuários que deixaram o sistema. Conhecida a vocação do bairro, onde está localizada tal estação, se pode atuar no sentido de reduzir a pendularidade do sistema. Por exemplo, se a vocação do bairro for escolar, esta poderia ser estruturada para ser usada como ponto de encontro familiar para o retorno à residência.

Comparando-se os resultados obtidos, usando-se a distância física e a matriz O-D, é possível identificar locais com dupla centralidade e através deles acelerar o processo de integração.

No âmbito do entorno das estações - infra-estrutura viária configurada pela área de influência estabelecida no âmbito do ramal e ajustada às características locais, tais como: topografia, posição dos equipamentos urbanos e sistemas de transportes disponíveis - um dos propósitos é identificar se a infra-estrutura viária atua no sentido da integração dos equipamentos urbanos, sob a ótica da centralidade, e conforme um tratamento criterioso e local, mas inserido numa abordagem global. Caso sejam verificados desajustes, serão propostas intervenções, indicando os locais apropriados para alocar os equipamentos urbanos e identificando a vocação da estação ferroviária, em termos do tipo de atividade que atrai viagens de trem. Neste âmbito, a centralidade será calculada como função da distância física entre a estação e os equipamentos urbanos. Leva-se em consideração a

mão de trânsito, ao se assumirem os dois sentidos em cada um dos *links* viários, pois a finalidade principal é melhorar a acessibilidade e a mobilidade não motorizada. Além disso, como o objetivo é analisar se a estrutura viária oferece condições para a estação ferroviária atuar como pólo articulador e integrador das atividades socioeconômicas, aplica-se o conceito de centralidade à rede viária, incorporando nesse processo os principais equipamentos urbanos. Para isso, associa-se um grafo, calcula-se a matriz dos menores caminhos, localiza-se o centro interior do grafo, e se identifica na estrutura viária, os locais de maior centralidade.

Inicialmente destaca-se o centro do grafo associado. A seguir, para facilitar a visualização dos resultados, haja vista que o vetor afastamento envolve muitos elementos, são criadas classes de afastamentos com diferença de 400 metros, para manter o critério de distâncias que possam ser vencidas a pé, e identificados o número de vértices pertencentes a cada classe. Além disso, a divisão em classes permite verificar que, na medida em que as diferenças entre os afastamentos vão aumentando, os pontos pertencentes às classes subseqüentes vão cada vez mais se aproximando de vértices periféricos, fazendo com que os equipamentos pertencentes a essas classes percam em centralidade. Se forem consideradas somente cinco classes, pode-se classificá-las quanto à função de centralidade em: excelente, boa, regular, ruim e péssima.

Assumindo-se que as atividades estão uniformemente distribuídas na rede, os resultados mostrarão os vértices que estão nas posições mais favoráveis, podendo-se ter acesso a qualquer um deles através de um deslocamento máximo identificado. Assim, quaisquer

dos vértices nestas posições, podem alocar equipamentos que precisam de rapidez no acesso, ou seja são locais centrais.

Se a estação ferroviária estiver situada em um local central pode ser um pólo de integração da região. Caso contrário, se estiver em um local periférico, passa a ser objeto de futuras intervenções no trânsito e nos transportes, no sentido de integrá-lo aos outros equipamentos urbanos. Um aspecto que deve ser destacado é que a organização do grafo coloca a estação, num lugar central, quanto a sua posição geográfica. Assim, se além da posição geográfica favorável ela também tiver uma boa centralidade estrutural na rede de comunicação, se torna um pólo de integração e difusão de externalidades positivas.

No que diz respeito ao nível macro – região metropolitana – utilizam-se dados socioeconômicos e as distâncias entre os bairros para serem identificadas às centralidades. As centralidades, a partir da distância, indicarão os melhores locais para alocar atividades de acordo com sua utilização pela comunidade. Assim, para cada atividade será relacionado um tipo de centralidade.

As relações entre os conceitos de centralidade e as soluções propostas estão registradas a seguir:

**Centro interior (em função da distância física):** em nível intermediário, o centro em função da distância física indicará as estações que servirão de pólo de desenvolvimento socioeconômico e aumento da capacidade do sistema ferroviário. Em nível micro os

melhores locais para localizar equipamentos urbanos de porte e reforçar a centralidade da estação.

**Centralidade de informação:** a centralidade de informação indicará as estações com mais propícias para melhorar a imagem do sistema ferroviário, implementar desenvolvimento socioeconômico e servir de pólo de integração modal.

**Centralidade de proximidade:** a centralidade de proximidade tem como objetivo indicar as estações mais apropriadas para melhorar a qualidade de serviço.

**Centralidade de intermediação:** a centralidade de intermediação está relacionada com a melhoria da qualidade de serviço e a integração modal.

**Centralidade autovetor:** a centralidade autovetor indicará as melhores estações para aumentar a capacidade do sistema.

**Centralidade de informação:** uma estação localizada no vértice com maior grau é a mais apropriada para ser um pólo de integração modal.

A idéia geral no planejamento de Estocolmo e Cingapura é o desenvolvimento de núcleos, no entorno das estações metroferroviárias, com infra-estrutura comercial,

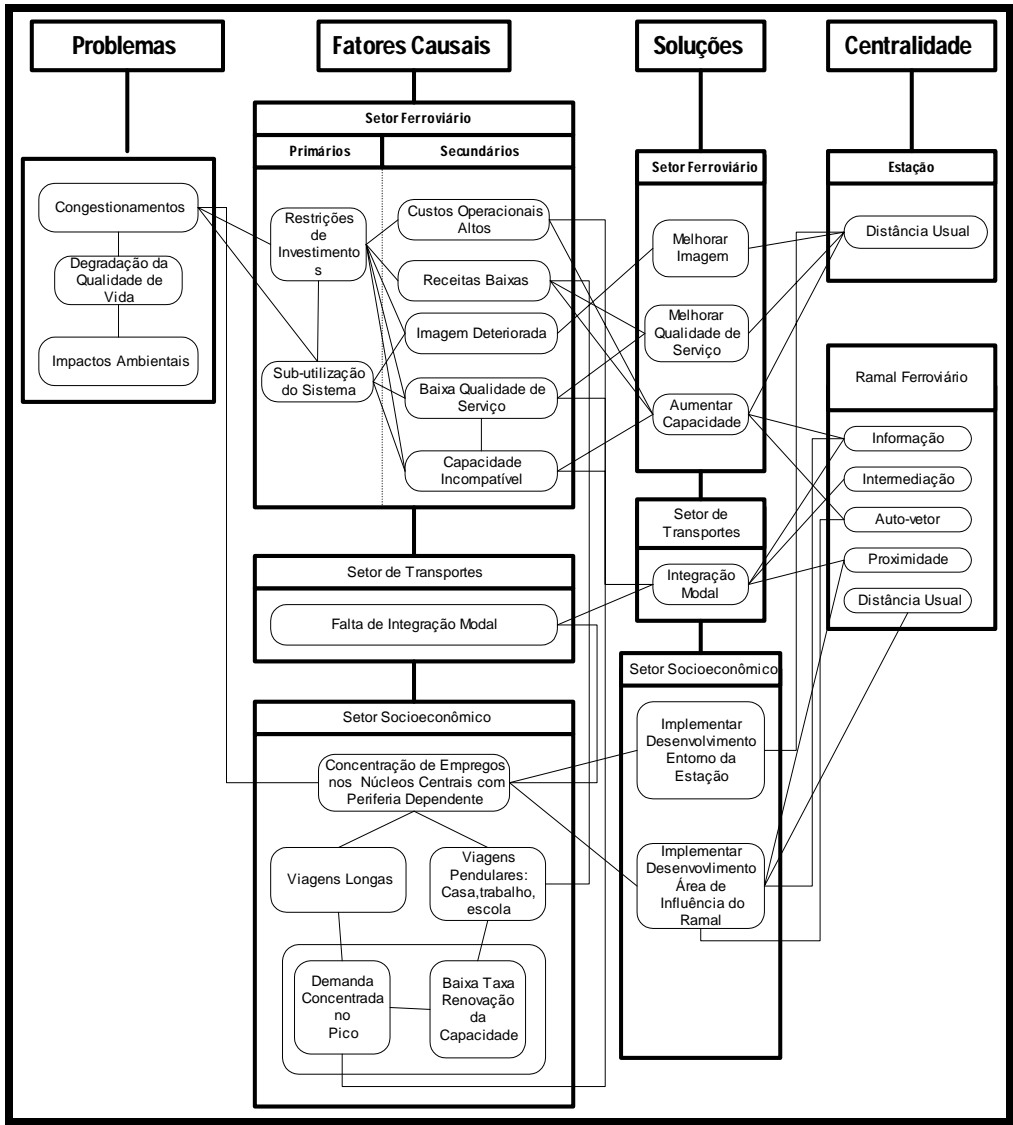
hospitalar, escolar e culturais, com os usuários a uma distância das estações que possa ser percorrida a pé ou acessada através da integração modal.

Em uma região que foi estruturada pelo trem há uma infra-estrutura que pode ser aproveitada, desde que se identifiquem seus problemas e suas respectivas causas. Se além disso, houver incentivos fiscais, facilidades de acesso á áreas para construção de novas moradias e unidades produtivas, integração modal e dos equipamentos urbanos, com base no conhecimento das centralidades e através de várias combinações de possíveis locais para trabalho e residências, se criam às condições para a revitalização e o desenvolvimento socioeconômico, tal como nas cidades citadas.

Os indicadores de centralidade podem ser calculados desenvolvendo-se programas de computadores para este fim ou através de “softwares” disponíveis no mercado, como os que são utilizados nos modelos relacionados na tabela 2.1. No estudo de caso, será utilizado o “TRANSCAD” (TRANSCAD, 2006) para se obter os centros do grafo, quando as arestas (arcos) são valoradas pela distância física, e o “UCINET” (UCINET, 2006) quando se utiliza a matriz de adjacência. Dentre outras razões: facilidade de acesso, familiaridade e bons resultados obtidos em outras aplicações.

A figura 4.3 mostra os problemas, os fatores causais, soluções, os padrões de procedimentos e os indicadores de centralidades apropriados.





**Figura 4.3 - Padrão Geral de Procedimentos**

#### 4.5 Considerações finais

Os estudos dos espaços públicos, dos processos de desenvolvimento socioeconômico e dos transportes, em um sentido amplo, envolvem modelos teóricos, experiências históricas e utopias. Não é objetivo deste estudo apontar a configuração urbana, o processo de desenvolvimento socioeconômico e o modelo de transporte mais adequado

para gerar um ambiente sem conflitos sociais e que atue em benefício do público em detrimento do privado. Na perspectiva dos procedimentos propostos foi considerado que a aplicação da lógica do planejamento, mesmo atuando no sentido do lucro, promove melhorias no acesso aos equipamentos urbanos e na mobilidade. A concentração de negócios e residências no entorno de uma estação metroferroviária, na pior das hipóteses, é um incentivo aos excluídos para uma ação organizada. À periferia das regiões metropolitanas brasileiras têm gerado ações anárquicas - interrupções de vias, queima de trens e de ônibus - que apesar do impacto, acabam esquecidas com o tempo. Transformar as regiões periféricas em núcleos de desenvolvimento é um caminho que pode ser seguido para reduzir a exclusão social.

As questões teóricas propostas pelo “Novo Urbanismo” e os procedimentos do “Desenvolvimento Orientado ao Transporte de Alta Capacidade” dizem respeito a criar um ambiente onde as contradições do modelo concentrador de riquezas sejam amenizadas. Não há nada revolucionário. No entanto, inseridas nessas propostas, medidas práticas, com base em modelos matemáticos, é possível sinalizar onde e como atuar visando diminuir a exclusão.

A identificação das centralidades urbanas pode ser usada pelos setores organizados da sociedade para pressionar o poder público a atuar em parceria com as empresas metroferroviárias e direcionarem investimentos em projetos de revitalização. Os espaços urbanos servidos pelo trem nas regiões metropolitanas brasileiras estão carentes de ações deste tipo.

## **CAPÍTULO 5**

### **Estudo de caso.**

#### **Ramal Saracuruna e entorno da estação de Bonsucesso**

##### **5.1 Introdução**

Com o presente estudo de caso se busca demonstrar, empiricamente, que é verdadeira a hipótese: o sistema ferroviário de trens de passageiros causa impactos na localização de populações, na distribuição dos equipamentos urbanos e no desenvolvimento socioeconômico nas áreas de influência de seus corredores e que, com base nos conceitos do “Novo Urbanismo” e nos procedimentos do “desenvolvimento orientado ao transporte de alta capacidade” (transit-oriented development), também é verdadeira a asserção: identificando-se os tipos de centralidades na estrutura urbana, com base na teoria dos grafos, e usando como instrumento de integração o sistema de trens de passageiros se pode contribuir nas soluções dos problemas gerados, completando a estrutura lógica.

Dentre os motivos da escolha da área de influência do ramal Saracuruna (Central do Brasil até Gramacho), destacam-se: a oportunidade de poder contribuir no processo de revitalização da região, a proximidade ao “campus” da UFRJ e a possibilidade de uma futura integração deste “campus” com estações ferroviárias próximas. Na escolha da estação de Bonsucesso, além dos critérios utilizados para o ramal, foi também considerada a existência de universidades particulares, o Hospital Geral de Bonsucesso e a FIOCRUZ, no seu entorno.

## 5.2 Descrição da Área de Estudo

Segundo o INSTITUTO PEREIRA PASSOS (2006), a Região Leopoldina cobre uma área de 3.712 hectares, na qual residem 475.738 habitantes. Sua densidade líquida de 126,7 habitantes por hectare é a quinta maior entre as 12 regiões do Plano Estratégico que compõem o Município do Rio de Janeiro. É formada por 15 bairros: Bonsucesso, Brás de Pina, Cordovil, Del Castilho, Engenho da Rainha, Higienópolis, Inhaúma, Jardim América, Manguinhos, Maria da Graça, Olaria, Parada de Lucas, Ramos, Tomás Coelho e Vigário Geral.

Ao sul, o território apresenta uma topografia de relevo suave-ondulado a plano. Seu principal rio, o Faria-Timbó, nasce no Maciço da Tijuca, mas percorre a sua maior extensão e tem sua desembocadura em áreas planas. A superfície da Região Leopoldina é formada pela sedimentação do rio e pelo material da erosão – pouco significativa – da Serra da Misericórdia, resultando em terras de baixa penetrabilidade hídrica, com possibilidade de enchentes, principalmente próximo à Avenida Brasil.

Ao norte, o território, predominantemente plano, apresenta pequenas elevações e é formado por sedimentos carregados pelos rios Pavuna, Irajá, das Pedras e Acari, resultando em uma região também sujeita a enchentes.

A atividade econômica local é composta por cerca de 6.500 estabelecimentos, 78,7% dos quais são do segmento de comércio e serviços, empregando aproximadamente 92 mil pessoas, a quarta maior empregadora da Cidade.

O volume de negócios gera receitas de ICMS que a coloca como a quarta maior arrecadação entre as regiões do Município.

A Região está classificada como de médio-alto desenvolvimento humano, tanto pelo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH=0,777) como pelo Índice de Condições de Vida (ICV=0,790), ocupando a nona posição no critério do IDH e a sétima no do ICV, quando consideradas todas as regiões.

Os dados demográficos indicam que a população decresceu entre 1991 e 2000, à pequena taxa de 1%, equivalente à perda de 4.818 habitantes. Esse número pouco acentuado deveu-se à Região ter mudado de tendência, entre a primeira e a segunda metade da década, passando de uma taxa negativa de 4,65%, entre 1991/1996, para uma taxa positiva de 3,60%, entre 1996/2000.

Apesar da reversão de tendência, dos seus 15 bairros, 10 deles tiveram sua população diminuída, na década de 1990. Alguns de forma acentuada, como Del Castilho (-27%), Bonsucesso (-12%) e Maria da Graça (-11%), apresentando expressivas taxas negativas. Manguinhos destacou-se pelo crescimento (21%) na década, podendo este dado ser um indicador de aumento da ocupação irregular do solo urbano.

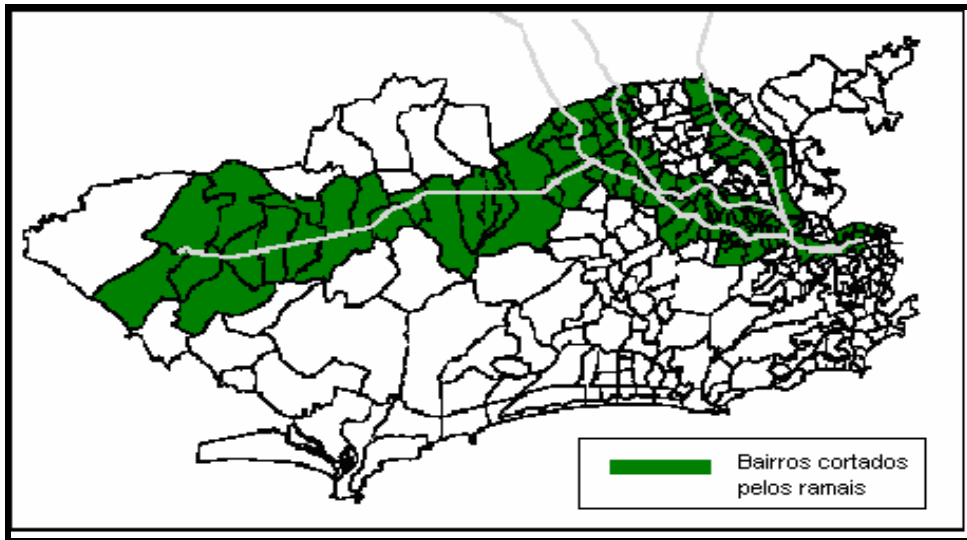
Apesar da perda acentuada em alguns bairros, a população total da Região manteve-se praticamente estável, na década de 1990, podendo esse fato justificar-se por dois motivos: primeiro, o movimento migratório interno, detectado pelos estudos feitos pelo

Plano Estratégico; segundo, as altas taxas brutas de natalidade, na média da Região – em torno de 100 nascidos /1.000 habitantes.

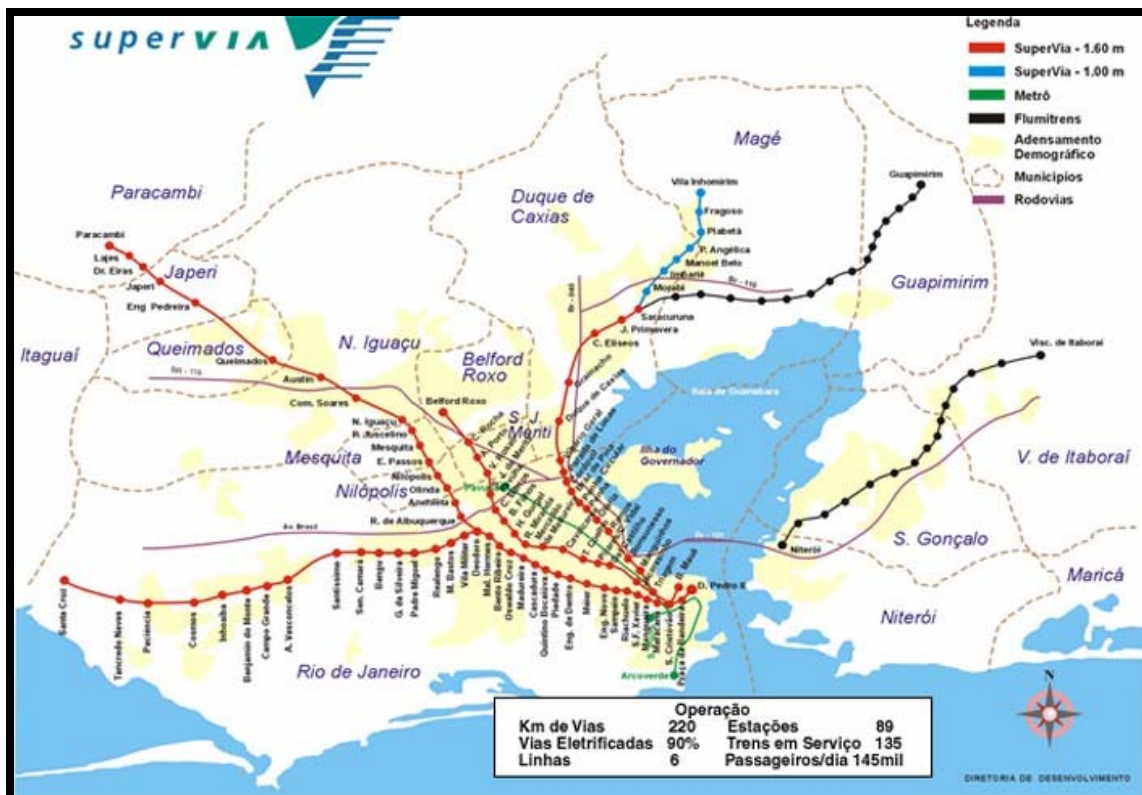
Este alto valor na média da Região está fortemente influenciado pela taxa bruta de natalidade encontrada no bairro de Bonsucesso (450 por mil), que tanto pode ser atribuída a erros derivados de declarações incorretas de locais de moradia, fornecidas pelos pais, como à alta demanda do hospital do bairro, por habitantes de outras localidades e regiões.

A mortalidade infantil média da Região (23 óbitos por mil nascidos vivos) é alta em relação à média da Cidade (cerca de 20 por mil), com alguns bairros apresentando taxas muito acentuadas: Manguinhos (41 por mil), Parada de Lucas (33 por mil) e Vigário Geral (31 por mil).

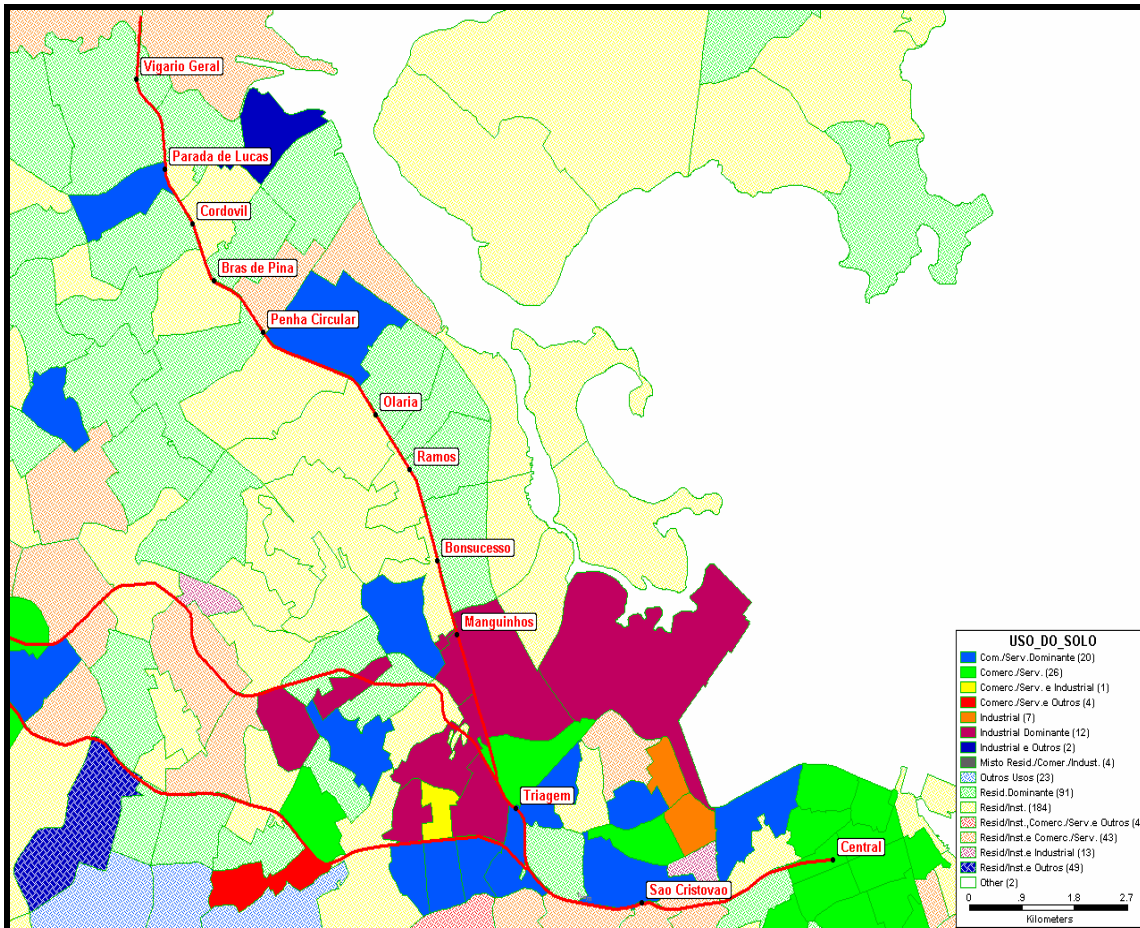
A figura 5.1 mostra a área de influência dos ramais ferroviários, a figura 5.2 os ramais ferroviários e a figura 5.3 o uso do solo.



**Figura 5.1** - Área de influência dos ramais  
 Fonte: Instituto Pereira Passos (2006)



**Figura 5.2** - Ramais ferroviários  
 Fonte: SuperVia (2004)



**Figura 5.3 - Uso do solo na área de influência do ramal**  
**Fonte: Instituto Pereira Passos (2006)**

### 5.3 Histórico da relação entre o sistema ferroviário e o desenvolvimento socioeconômico

Segundo ABREU (1997), no processo histórico da evolução urbana da cidade do Rio de Janeiro, verifica-se que, ao contrário dos bondes, que penetraram em áreas que já vinham sendo urbanizadas ou retalhadas em chácaras desde a primeira metade do século XX, os trens foram responsáveis pela rápida transformação das freguesias que, até então,



se mantinham exclusivamente rurais, provocando alterações no modo de vida dos que aí residiam.

De importância fundamental para o crescimento do subúrbio, foi a ferrovia Rio de Northern Railway Company, também chamada Estrada do Norte (futura Leopoldina Railway). Sua primeira linha, inaugurada em 23/04/1886, entre São Francisco Xavier e Mirity (atual Duque de Caxias), interligou uma série de núcleos semi-urbanos preexistentes (como Bonsucesso, Ramos, Penha, Braz de Pina, Cordovil, Lucas e Vigário Geral) que, devido a grande acessibilidade ao centro proporcionada pela ferrovia, passaram então a se desenvolver em ritmo bastante acelerado. O primeiro núcleo de habitantes dessa zona que mais acentuadamente prosperou foi Bonsucesso. Esta localidade e as de Ramos e Penha, em pouco tempo – entre os anos de 1898 e 1902 – tiveram os seus terrenos divididos em lotes, organizando-se simultaneamente empresas para construção de prédios. O bairro de Ramos transformou-se em um empório comercial e num dos centros de maior atividade na zona da Leopoldina Railway. Já na última década do século XIX estavam, assim, em pleno crescimento, os principais subúrbios da Cidade do Rio de Janeiro (ABREU, 1997).

O corredor ferroviário Saracuruna encontra-se dentro de uma perspectiva de expansão funcional do Centro da cidade. Isto se deve ao fato de que, já na década de 70, planejava-se a expansão do Centro para a antiga região do Mangue, hoje conhecida como Cidade Nova, que está situada na confluência de importante nó da cidade: estação de Metrô Estácio, onde se dá o cruzamento das linhas 1 e 2 do Metrô; proximidade às estações de Trem e Metrô de São Cristóvão, acesso para a Ponte Rio - Niterói e Túnel

Rebouças (ligação à Zona Sul), e proximidade ao importante nó modal conhecido como Leopoldina, onde há a estação de trem Barão de Mauá e passagem troncal de diversas linhas de ônibus. Por outro lado, dentro dessa localização, nas imediações da estação de São Cristóvão, desenvolveu-se estratégico núcleo empresarial com sede de importantes empresas. Dessa forma, se for considerado que o próprio bairro de São Cristóvão recebeu, recentemente, uma injeção econômica com a Linha Vermelha, pode-se, facilmente visualizar a expansão Centro-Cidade Nova - São Cristóvão. Terceiro, ao se considerar São Cristóvão, pode-se, imediatamente, visualizar uma expansão a toda região da Leopoldina, até o Bairro de Vila da Penha, uma vez que se está integrando áreas distantes apenas de 15 a 20 minutos a partir da infra-estrutura ferroviária. Por outro lado, ainda, tal região possui uma classe média em ascensão, apesar dos níveis gerais de população, e uma área residencial com potencial de renovação e inserção de atividades econômicas. Por fim, possui dois elementos estratégicos para qualquer projeto de expansão de novos mercados urbanos, quais sejam, um Aeroporto Internacional e um Centro de Base Tecnológica, a Cidade Universitária (PAMPHILE, 2001).

Bonsucesso é um bairro servido pelo corredor ferroviário de Saracuruna com uma área de 417 km<sup>2</sup>, 18.285 habitantes, 6.820 residências, 16 bancos, 235 indústrias, 11 supermercados, 5 postos de combustíveis, 78 lanchonetes, 767 escritórios, 18 colégios, 11 hospitais e clínicas e 2.993 unidades não residenciais (MARTINS, 1998; PMRJ, 2000, *apud* PAMPHILE, 2001).

A revitalização urbana e econômica do corredor ferroviário de Saracuruna e de seus bairros, como Bonsucesso, para ser bem sucedida, depende da forma como for

encaminhada a questão dos transportes, destacando a utilização dos trens e dos modos não motorizados, inseridos num ambiente integrado que promova o desenvolvimento sustentável.

Segundo o SINDUSCON-RIO (2006), há um plano de ocupar as áreas descampadas ao longo dos 57 quilômetros da Avenida Brasil com microbairros, com casas, prédios comércio e indústria artesanal. Com isso, além de evitar a favelização, o projeto resolveria em parte o déficit habitacional do município, hoje em 400 mil unidades. No entanto, este projeto provocaria um impacto viário de cerca de 350 mil novos moradores sobre uma via que nos horários de pico opera na sua capacidade máxima. Duas alternativas, foram propostas pelo presidente do Sinduscon, Roberto Kauffmann, uma seria a construção de um monotrilho, com seis estações ao longo de 40 quilômetros e outra a implantação de um corredor por onde circulariam ônibus articulados. De acordo com MacDowell (SINDUSCON-RIO, 2006), a implantação e manutenção das alternativas propostas pelo presidente do Sinduscon não são baratas e poderiam acarretar um déficit no futuro. Sugere a ampliação da Linha 2 do Metrô e a criação de linhas transversais ligando as estações.

Fazendo uma análise comparativa entre o projeto de ocupação das áreas descampadas ao longo da Avenida Brasil com um outro, com as mesmas características, mas ao longo dos corredores ferroviários verifica-se que o segundo é mais barato e provoca menores impactos, pois as áreas já são consolidadas e dotadas de infraestrutura.

A figura 5.4 mostra a área de influência da estação ferroviária de Bonsucesso.



**Figura 5.4 - Área de influência da estação de Bonsucesso**

#### **5.4 Aplicação dos procedimentos metodológicos na área de influência do ramal Saracuruna.**

A aplicação dos procedimentos metodológicos tem como objetivo analisar a área de influência do corredor ferroviário, como um todo. No entanto, como a integração dos bairros necessita do sistema ferroviário alimentado por modos de transportes motorizados e como a integração dos equipamentos urbanos no entorno das estações pode ser feita sem o uso de modos de transportes motorizados, os dois estudos serão feitos separadamente, mas seus resultados e propostas de intervenções convergem para o

objetivo geral, que é criar nesta região um ambiente equilibrado e propício ao desenvolvimento socioeconômico auto-sustentado.

No levantamento dos problemas da Região foram utilizadas as informações da etapa de pré-diagnóstico do Plano Estratégico 2001-2004 (INSTITUTO PEREIRA PASSOS, 2006), o qual analisou dados extraídos de fontes oficiais, das reuniões regionais e da Pesquisa de Percepção da População, realizada pelo Plano, quando foram respondidos 62 questionários. Nessa etapa, o objetivo foi identificar as debilidades da área para se definirem seus temas críticos. As informações do questionário sobre aspectos da realidade atual ajudaram a compreender outras situações deficitárias. Os dados oficiais indicam que a Região apresenta altas taxas de mortalidade infantil, de natalidade e de concentração de população. Há poucas áreas livres por habitante e os índices de alfabetização são baixos. Também são baixos os níveis de emprego, de saúde e de sobrevivência, e é difícil o acesso aos recursos monetários e ao conhecimento.

Segundo a Pesquisa de Percepção, que apontou as principais debilidades, 42% dos moradores consideram a violência o maior problema da Região, seguido do item saúde (31%). Nos procedimentos propostos no capítulo 4 estes problemas estão contemplados no aspecto da degradação da qualidade de vida e seriam atenuados com a proposta de revitalização urbana, com base no trem de passageiros. A violência urbana nas regiões metropolitanas brasileiras não tem conotação religiosa ou étnica, estão relacionadas, principalmente, com a questão social.

Um resumo da Pesquisa de Percepção, destacando as debilidades, as avaliações setoriais e as potencialidades, mostra o seguinte:

- **Principal debilidade:** violência

- **Aspectos considerados ruins:**

**Economia:** oferta de serviços e rede bancária;

**Serviços urbanos:** sistema de transporte, sinalização de logradouros, manutenção de áreas públicas de lazer e infra-estrutura de água e esgoto;

**Esportes:** quantidade de clubes, eventos esportivos, quantidade de quadras e campos de esportes.

- **Aspectos considerados péssimos:**

**Educação:** faltam creches, unidades de ensino de segundo e terceiro graus e escolas técnicas;

**Saúde:** faltam postos, hospitais, emergências e ambulatórios;

**Meio ambiente:** é precária a rede de drenagem de águas pluviais, o combate a ratos e mosquitos e a arborização dos logradouros;

**Cultura:** há carência de teatros, de eventos musicais, de bibliotecas, de exposições de artes plásticas e de atividades literárias.

- **Aspectos considerados bons:**

**Economia:** comércio e farmácias;

**Serviços urbanos:** limpeza urbana e coleta de lixo;

**Educação:** escolas de primeiro grau e pré-escolar;

**Meio ambiente:** qualidade da água e poluição sonora.

- **Principais potencialidades:** moradia e comércio varejista

- **Nenhum tema foi considerado ótimo.**

A partir dos dados oficiais e da Pesquisa de Percepção, incluindo o item que indaga sobre o que levaria o morador a querer mudar-se da Região, foram identificados seis temas críticos: saúde, educação, meio ambiente, sistema de transportes, lazer e violência. A situação da saúde é crítica em função das altas taxas de natalidade e de mortalidade infantil, dos baixos indicadores de saúde e sobrevivência e da carência de postos e hospitais. A da educação, em função dos índices de alfabetização e acesso ao conhecimento, apontados como deficitários. Na questão ambiental, como resultado da carência de áreas livres por habitante e da falta de praças e áreas verdes. No tocante ao sistema de transportes, devido às linhas de ônibus não atenderem suficientemente à Região, o que reforça a relevância da revitalização ferroviária. Com relação aos dois últimos temas – lazer e violência, devido à falta de opções de lazer e a ausência de policiamento.

A partir dos dados da Pesquisa, concluiu-se que a Região tem vocação do tipo residencial, comercial e industrial. No que diz respeito às manifestações culturais, os moradores entrevistados apontaram como mais importantes às escolas de samba, no Carnaval, o pagode e o chorinho, as festas juninas e religiosas, os bailes e as manifestações culturais em clubes.

Nas recentes tentativas de revitalização do sistema ferroviário constatou-se que, embora exista uma demanda reprimida, representada pelos milhares de usuários que deixaram de usar o sistema, as melhorias efetuadas não foram suficientes para atrair antigos usuários

e o sistema continua subutilizado. Isto mostra que, no setor ferroviário, há um desconhecimento do padrão de deslocamento e do perfil atual do usuário de transportes. Portanto os fatores causais estão relacionados ao cruzamento **setor ferroviário x setor socioeconômico**.

Os fatores causais relacionados ao aspecto ferroviário dizem respeito aos padrões característicos deste serviço de transportes, isto é, envolvem viagens a trabalho, a grande maioria, 85%, usa o transporte para trabalhar (SUPERVIA, 2006), as quais, predominantemente, realizam-se nos horários de pico - dos 380.000 passageiros/dia, 370.000 passageiros/dia (97,4%) viajam nestes horários e concentram-se nos núcleos centrais da cidade (SUPERVIA, 2006). Como resultado desse padrão de viagens, têm-se grandes distâncias de deslocamento, superdimensionamento da oferta para atender os picos e ociosidade nos demais horários, e baixa capacidade de renovação da demanda. A integração modal, fator que ameniza os problemas, através do gerenciamento dos deslocamentos, não foi implementada. Além disso, se deve também considerar o longo período em que o sistema teve seus investimentos reduzidos - US\$ 181,32 em 1995 e US\$ 10,10 milhões em 1998 (SUPERVIA, 2006) - as práticas gerenciais não sintonizadas com o momento atual, uma capacidade incompatível com a escala do sistema ferroviário, a qualidade de serviço inadequada, a imagem deteriorada e a falta de integração com os setores produtivos e governamentais. Caso típico são os Pólos Industriais que, no passado, procuravam localizar suas instalações no “Entorno das Estações Ferroviárias” e hoje buscam regiões que oferecem incentivos fiscais, mesmo sabendo que a infra-estrutura de transportes inadequada trará problemas para seus funcionários, distribuidores etc.



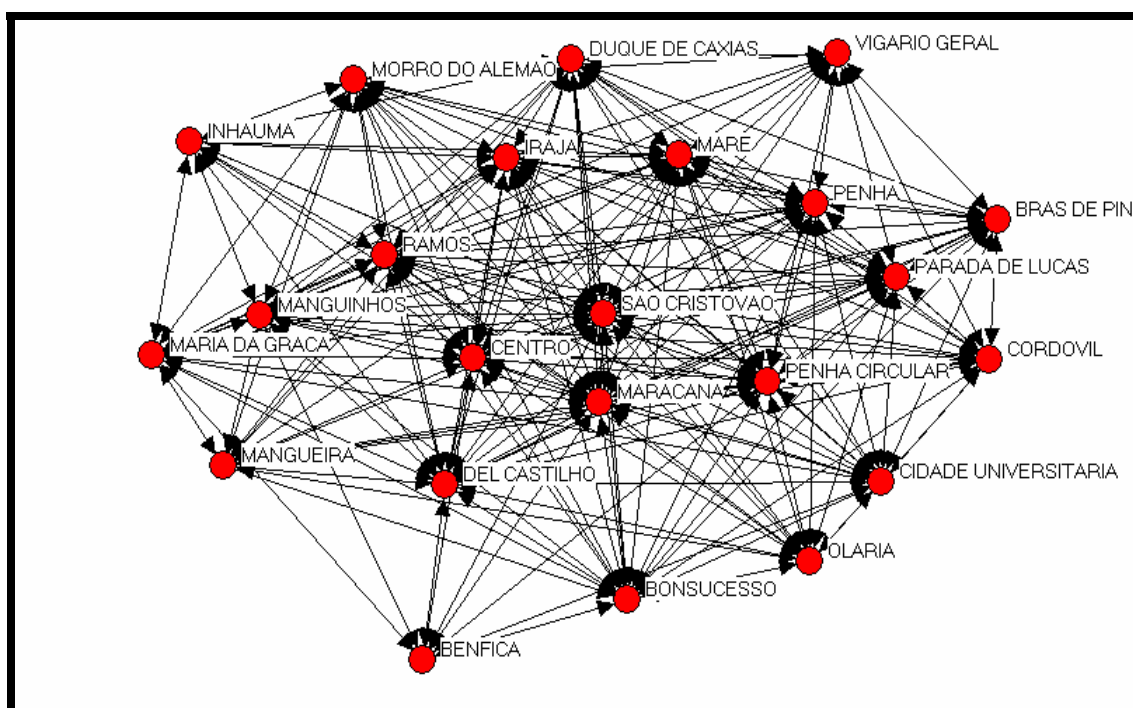
No setor socioeconômico, temos concentração de empregos nos núcleos centrais e periferia dependente, viagens pendulares (trabalho, escola etc.) e longas distâncias acarretando demanda concentrada no pico e baixa taxa de carregamento.

Com relação às soluções e intervenções, destacam-se cinco aspectos: capacidade ferroviária, qualidade de serviço, imagem do setor ferroviário, integração modal e integração dos transportes com o desenvolvimento socioeconômico. No que diz respeito ao problema da revitalização ferroviária e socioeconômica da região, se por um lado se deve adotar um padrão de deslocamentos compatível com os objetivos propostos e ao perfil atual do usuário de transportes na região, por outro se deve necessariamente aumentar a capacidade do sistema, melhorar sua qualidade de serviço, recuperar sua imagem, buscar a integração com os outros meios de transportes e implementar uma política de desenvolvimento socioeconômico orientada ao sistema ferroviário.

Como os impactos ambientais associados à poluição, a redução do espaço urbano para caminhadas e lazer, o congestionamento das vias e o esvaziamento econômico têm relação direta com a degradação ferroviária, é necessário que as intervenções no setor ferroviário estejam sintonizadas com a questão da ocupação do solo e da distribuição equilibrada dos equipamentos urbanos. Uma política de ocupação do solo orientada ao trem, para ser consistente, deve levar em consideração as vocações dos bairros situados no entorno das estações e a acessibilidade aos equipamentos urbanos usando-se a estação ferroviária.

A identificação das estações que estão associadas aos centros dos grafos é uma medida que fará com que o processo de intervenções atinja seus objetivos com mais rapidez, pois as intervenções ocorrerão em locais estratégicos da rede urbana.

Para efetuar o cálculo das centralidades no ramal, foram considerados dois casos: usando a distância física e conexão. No que se refere à conexão foi usada a matriz O-D na área de influência do ramal, cujo grafo representativo é mostrado na figura 5.5.



**Figura 5.5 - Grafo do Ramal**

Nas conexões entre as estações do ramal, a matriz de adjacência foi construída através do seguinte procedimento: dada a matriz de origem-destino ferroviária (tabela 5.1), cada estação foi ligada a no máximo 4 estações, sendo estas as de maiores fluxos. A matriz de

adjacência da área de influência do ramal foi construída conectando bairros através da matriz origem-destino do Plano Diretor Transporte Urbano (SECTRAN, 2006). O quadro 5.1 mostra a terminologia usada na tabela 5.2, tabela 5.3, tabela 5.4 e tabela 5.7.

A tabela 5.2 mostra as centralidades nas estações do ramal e a tabela 5.3 às centralidades na área de influência, obtidas usando o *software* UCINET (2006). A tabela 5.4 mostra as centralidades de intermediação de fluxo. Nas tabelas, os maiores valores estão indicados em negrito.

**Quadro 5.1 - Terminologia das centralidades**

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>
Cinf	centralidade de informação
Cp	centralidade de proximidade
Cint	centralidade de intermediação
Cav	centralidade autovetor
Cd	centralidade em função da distância

**Tabela 5.1 - Matriz Origem-Destino Ferroviária (diária)**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
<b>1. Triag</b>		30	42	37	30	76	23	27	38	57	40	665	331	1396
<b>2. Mang</b>	18		9	8	7	25	3	4	12	9	15	203	118	431
<b>3. Bons</b>	50	4		2	20	12	5	6	11	14	21	732	622	1499
<b>4. Ram</b>	40	5	2		1	4	4	1	7	19	55	323	206	667
<b>5. Ola</b>	33	17	17	4		17	5	8	3	34	4	185	188	515
<b>6. Pen</b>	64	20	8	3	4		1	2	2	3	2	73	181	363
<b>7. P. Cir</b>	21	2	8	0	1	0		1	0	0	2	124	156	315
<b>8. B. Pina</b>	29	3	9	4	2	3	2		0	3	3	29	35	122
<b>9. Cor</b>	60	22	13	22	11	5	0	1		1	0	17	64	216
<b>10. Lucas</b>	81	23	34	17	24	20	12	1	9		0	68	79	368
<b>11.V. Ger</b>	44	26	29	39	10	8	2	1	3	3		24	53	242
<b>12. D. Cax</b>	509	211	617	247	159	85	28	13	2	13	12		97	1993
<b>13. Gram</b>	516	151	823	407	255	188	155	29	129	124	64	102		2943

Fonte: SuperVia (2004)

**Tabela 5.2 - Centralidades no ramal**

Centralidade Localidade	Informação (Cinf)	Proximidade (Cp)	Intermediação (Cint)	Autovetor (Cav)
Centro	<b>16%</b>	<b>15%</b>	<b>21%</b>	6%
Bonsucesso	7%	7%	15%	8%
Braz de Pina	4%	0%	0%	<b>9%</b>
Duque de Caxias	<b>16%</b>	<b>13%</b>	<b>33%</b>	7%
Cordovil	4%	0%	0%	9%
Gramacho	<b>16%</b>	<b>15%</b>	<b>32%</b>	6%
Manguinhos	5%	8%	0%	8%
Olaria	7%	5%	0%	<b>9%</b>
Parada de Lucas	5%	8%	0%	8%
Penha	5%	8%	0%	8%
Penha Circular	4%	8%	0%	8%
Ramos	5%	8%	0%	7%
Vigário Geral	7%	6%	0%	6%

**Tabela 5.3 - Centralidades na área de influência**

Centralidade Localidade	Informação (Cinf)	Proximidade (Cp)	Intermediação (Cint)	Autovetor (Cav)
Bonsucesso	3%	5%	4%	2%
Braz de Pina	5%	4%	<b>11%</b>	4%
Centro	11%	6%	14%	12%
Cidade Universitária	2%	5%	3%	1%
Cordovil	4%	5%	6%	3%
Del Castilho	3%	5%	4%	2%
Engenho da Rainha	4%	5%	4%	2%
Inhaúma	1%	4%	0%	0%
Irajá (T. Coelho)	<b>9%</b>	<b>6%</b>	<b>10%</b>	<b>30%</b>
Jacarezinho (Hig)	3%	4%	2%	2%
Jardim América	1%	4%	1%	1%
Manguinhos	2%	5%	3%	1%
Maré	<b>9%</b>	<b>6%</b>	5%	<b>16%</b>
Maria da Graça	2%	4%	1%	1%
Morro do Alemão	5%	5%	5%	2%
Olaria	2%	4%	2%	1%
Parada de Lucas	2%	5%	3%	1%
Penha	7%	5%	4%	4%
Penha Circular	<b>11%</b>	5%	<b>12%</b>	<b>12%</b>
Ramos	6%	5%	4%	3%
Vigário Geral	3%	4%	3%	1%

**Tabela 5.4 - Centralidade de intermediação, usando o fluxo**

Centralidade Localidade	Intermediação (Cint)
Centro	<b>16%</b>
Bonsucesso	6%
Braz de Pina	0%
Duque de Caxias	<b>20%</b>
Cordovil	1%
Gramacho	<b>37%</b>
Manguinhos	4%
Olaria	3%
Parada de Lucas	2%
Penha	2%
Penha Circular	1%
Ramos	5%
Vigário Geral	2%

Os resultados relacionados na tabela 5.2 – ligações através da matriz O-D – mostram que as localidades situadas nas extremidades do ramal mantiveram sua centralidade e algumas localidades situadas no interior do ramal, por exemplo Ramos, perderam centralidade. Isto pode ser atribuído às alterações na forma de ocupação do solo, decorrentes da concorrência dos sistemas motorizados. O Bairro de Irajá – onde existe uma estação de metrô – ganhou centralidade, pois está bem situado em termos de valores de centralidade de informação, de proximidade, de intermediação e autovetor. Num projeto de desenvolvimento socioeconômico, com suporte no sistema metropolitano de trens de passageiros, é um local estratégico, pois além de ser o local adequado para alocar pólos comerciais e industriais, deve ser usado como pólo de integração modal e territorial. Por outro lado, sua centralidade autovetor indica que, através de intervenções, pode-se diluir a sua importância pelos bairros adjacentes, evitando o gigantismo e contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

Em relação aos resultados no interior do ramal (viagens de trens entre as estações), se pode verificar o quanto foi prejudicial à competição entre o sistema de trens e os modos de transportes motorizados, pois vários bairros perderam centralidade o que, com certeza, contribuiu para a degradação socioeconômica da região. As centralidades nos pontos terminais mostram que as estações interiores estão subutilizadas. No entanto, como o sistema de trens está em processo de revitalização, os futuros investimentos da empresa ferroviária podem ser orientados pelos resultados obtidos. Assim, reforçando-se as centralidades de informação, proximidade, intermediação e autovetor, no entorno das estações, e de acordo com suas vocações, é possível gerar um ambiente favorável ao

aumento da demanda, e conseqüentemente obter uma distribuição mais equilibrada dos fluxos de viagens no ramal.

No caso do cálculo das centralidades usando-se a distância física (usual), foi considerado um retângulo envolvendo as estações do ramal cujos bairros pertencem ao Município do Rio de Janeiro. A razão é que a base de dados com os equipamentos urbanos é do Instituto Pereira Passos, órgão do Município do Rio de Janeiro, as outras estações pertencem ao Município de Duque de Caxias. Este município não tem na Internet a base de dados dos equipamentos urbanos, tal como o IPP. Assim, o Município de Duque de Caxias será considerado em nível macro.

Foi construído um grafo de 542 vértices, usando um mapa digitalizado, e considerando o sentido de trânsito nas vias. Os resultados, distância máxima a partir de uma estação, são mostrados na tabela 5.5.

**Tabela 5.5 - Distância máxima a partir de cada estação**

<b>Estação Ferroviária</b>	<b>Distância Máxima (km)</b>
Bonsucesso	<b>14,146</b>
Brás de Pina	26,425
Central	29,176
Cordovil	26,985
Manguinhos	23,499
Olaria	23,000
Parada de Lucas	27,521
Penha Circular	25,525
Ramos	22,092
Vigário Geral	29,029

O centro interior do grafo (**Cd**), menor das distâncias máximas, está localizado na estação ferroviária de Bonsucesso.

De acordo com dados estatísticos da 10<sup>a</sup> e da 11<sup>a</sup> Regiões Administrativas e tendo como fonte o Instituto Pereira Passos, a tabela 5.6 identifica às vocações e os destaques de cada um dos bairros onde se encontram as estações ferroviárias. Na tabela 5.7 é mostrado o desempenho quanto ao número de centralidades.



**Tabela 5.6 - Vocações e destaques**

<b>Vocação e Destaque</b> <b>Bairros</b>	<b>Vocação</b>	<b>Destaque</b>
<b>Bonsucesso</b>	Comercial	Hospital Geral de Bonsucesso
<b>Brás de Pina</b>	Residencial	
<b>Cordovil</b>	Residencial	
<b>Manguinhos</b>	Residencial	Fundação Oswaldo Cruz
<b>Olaria</b>	Residencial	
<b>Parada de Lucas</b>	Residencial	
<b>Penha</b>	Residencial	Igreja e Hospital Getulio Vargas
<b>Penha Circular</b>	Comercial	
<b>Ramos</b>	Lazer e Industrial	Escola de Samba e Praia
<b>Vigário Geral</b>	Residencial	Projeto de inclusão social

**Tabela 5.7 - Desempenho quanto aos tipos de centralidade**

<b>Área de Estudo</b> <b>Estações</b>	<b>Influência Ramal</b> <b>(O-D modais)</b>	<b>Ramal</b> <b>(O-D trem)</b>	<b>Ramal</b> <b>(Distância )</b>
<b>Bonsucesso</b>			Cd
<b>Brás de Pina</b>	Cint		
<b>Central</b>	Cinf Cp Cint Cav	Cinf Cp Cint	
<b>Irajá</b>	Cinf Cp Cint Cav		
<b>Maré</b>	Cinf Cp Cav		
<b>Penha Circular</b>	Cinf Cint Cav	Cp	
<b>Duque de Caxias</b>		Cinf Cp Cint	
<b>Gramacho</b>		Cinf Cp Cint	

Uma análise desses dados mostra que o conjunto dos bairros não forma uma região onde as atividades estejam homoganeamente distribuídas, pois há concentração de atividades em alguns e carência em outros. De acordo com os conceitos do “Novo Urbanismo” e dos procedimentos do “desenvolvimento orientado ao transporte de alta capacidade”, há necessidade de intervenções visando fazer com que o uso do solo seja do tipo misto e os equipamentos urbanos de uso comunitário estejam próximos em função da distância e/ou do tempo de uma estação de modo de transporte de alta capacidade. No entanto, os resultados apresentados pela modelagem matemática, isto é o conhecimento das centralidades, permitem indicar os locais mais apropriados para cada tipo de atividade. Assim, utilizando o sistema de trens de passageiros para atender à necessidade de aproximação a uma estação de um modal de alta capacidade e com o conhecimento dos locais mais indicados para alocar atividades, se tem instrumentais suficientes para integrar os bairros da região e tornar o padrão de viagens mais equilibrado, haja vista que o mesmo é do tipo casa-trabalho e só plenamente utilizado nos horário de pico. A tabela 5.8 mostra as indicações de alocações de atividades com esses objetivos.

**Tabela 5.8** - Indicações de alocações de acordo com as centralidades e a vocação

<b>Tipos de Atividades</b> <b>Estação</b>	<b>Núcleo de Desenvolvimento</b>	<b>Nó Intermodal</b>	<b>Residencial</b>	<b>Vocação</b>
<b>Bonsucesso</b>	<i>X</i>			<i>X</i>
<b>Brás de Pina</b>		<i>X</i>	<i>X</i>	
<b>Central</b>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>
<b>Irajá</b>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>
<b>Maré</b>			<i>X</i>	
<b>Penha Circular</b>		<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>
<b>Duque de Caxias</b>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>
<b>Gramacho</b>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>
<b>Outras Estações</b>				<i>X</i>

Conhecidos os problemas na área de influência do corredor, identificados os fatores causais nos setores ferroviários, de transporte e socioeconômico e de acordo com os conceitos do “Novo Urbanismo” e os procedimentos do “desenvolvimento orientado ao transporte de alta capacidade” o que foi proposto era identificar bairros com potencialidades de atuarem como pólos de atração de atividades e pessoas de forma que evitasse o espraiamento, provocado pelo automóvel. Os resultados mostraram que o conhecimento das centralidades dos bairros em função da conexão – informação, intermediação, proximidade e autovetor – e da distância física é um instrumental adequado para indicar as potencialidades de cada bairro e dar suporte no processo de tomada de decisões visando um ambiente integrado e propício ao desenvolvimento socioeconômico, pois os pólos sugeridos podem ser acessados de forma rápida e de acordo com o tipo de conexão desejada, de todos os pontos da malha urbana.

## **5.5 Aplicação dos procedimentos metodológicos no entorno da estação ferroviária de Bonsucesso.**

Na aplicação dos procedimentos ao entorno da estação ferroviária de Bonsucesso os itens relativos aos problemas e fatores causais serão considerados já identificados como parte do estudo do ramal. No entanto, é importante acrescentar aspectos relativos a sua história e identificar seus equipamentos urbanos mais destacados.

No passado o bairro constitui-se em um dos principais centros industriais da cidade. Com o deslocamento do eixo econômico para outras regiões é marcado pelo abandono dos antigos galpões industriais. A degradação do bairro coincide com as restrições aos investimentos no setor de transporte ferroviário de passageiros. No entanto, ainda mantém expressivo comércio e serviços.

O bairro é caracterizado hoje por uma das maiores concentrações de idosos do Rio de Janeiro, possui um considerável infra-estrutura, sendo um dos bairros mais comercialmente desenvolvidos da grande Zona Norte do Rio de Janeiro, e o segundo mais desenvolvido da Zona da Leopoldina. Pertence ao grupo de bairros erroneamente denominados de subúrbio, pois fica bem próximo ao centro da cidade.

Bonsucesso possui 3 instituições de ensino superior distintas, com destaque para a UNISUAM (Universidade Augusto Motta), um dos maiores hospitais federais do país, o HGB (Hospital Geral de Bonsucesso), um hospital particular, diversas escolas públicas e privadas, dezenas de agências bancárias e casas de empréstimo e restaurantes famosos

na Zona Norte como o restaurante típico nordestino Chapéu de Couro, a churrascaria Três Marias e o Planalto do Chopp. Vale destacar que muitas empresas e grupos prestadores de serviço do Rio de Janeiro tiveram início neste bairro (INSTITUTO PEREIRA PASSOS, 2006).

Outro ponto bastante peculiar do bairro é a praça Augusto Motta, onde os idosos se reúnem diariamente para atividades de lazer e onde se encontra uma bela imagem de Nossa Senhora Aparecida e surpreendente concentração de veículos e estacionamentos (possui inclusive edifício-garagem).

Bonsucesso é um dos poucos bairros da cidade onde uma Igreja Católica está em franca construção: a Paróquia de São Tomé Apóstolo, a terceira do país. Além desta possui as paróquias de Nossa Senhora do Bonsucesso e Nossa Senhora do Bonsucesso de Inhaúma (apesar de ser em Bonsucesso tem este nome) e a Paróquia de Santa Luzia.

Além de sofrer com a violência que assola o Rio de Janeiro e promove o esvaziamento de diversos bairros na cidade, Bonsucesso ainda sofre com a invasão do transporte ilegal e dos camelôs, provenientes das favelas das redondezas. O poder público pouco age para reverter à situação.

O bairro é servido por dezenas de linhas de ônibus e por uma estação de trem da Supervia. A estação de trem, inclusive, é pouco usada pelos moradores. Devido a sua péssima condição atual, muitos preferem o trânsito dos ônibus e o “conforto” inseguro das vans.

A partir de um mapa digitalizado da cidade do Rio de Janeiro, delimitou-se a área de estudo, no entorno da Estação Ferroviária de Bonsucesso, efetuando-se algumas simplificações. Assim, a área de influência foi estendida de um lado da linha férrea até a Avenida Brasil e do outro até o Complexo do Alemão, além disso a influência da estação de Bonsucesso foi situada entre as estações de Ramos e Manguinhos. Os critérios para tais simplificações foram os de incluir sub-regiões com alta densidade populacional e equipamentos urbanos de grande importância. Desta forma, chegou-se as distâncias de 800 metros para cada lado da linha férrea e 3.000 metros no sentido da linha férrea, estando portanto a referida área está inserida em um retângulo de 3 km de comprimento, na direção da linha férrea, e 1600 m de largura, sendo que a estação de Bonsucesso está situada, aproximadamente, no encontro das diagonais. Identificaram-se 104 pontos, com distância entre eles de no máximo 400 metros, distância adotada por SHINBEIN e ADLER (1995) como padrão para deslocamentos não motorizados.

Aos 104 pontos obtidos do mapa digitalizado, associou-se um grafo (mostrado parcialmente na figura 5.6) e construiu-se a matriz das distâncias, a partir da qual aplicou-se um algoritmo disponível no TRANSCAD, obtendo-se a matriz dos caminhos mínimos. Em cada linha dessa matriz identificou-se o elemento de maior valor que corresponde ao vetor afastamento. Os locais que possuem os menores afastamentos estão em uma posição central na distribuição espacial, haja vista que minimiza a maior distância (BOAVENTURA NETTO, 1979).

Com os resultados obtidos, pode-se identificar a posição da estação ferroviária na distribuição espacial, o nível de centralidade desta na rede viária e quantificar as suas

potencialidades como um centro integrador e sugerir intervenções típicas, tais como: alterações físicas na rede, medidas operacionais, intervenções no uso do solo adjacente, aumento de capacidade e nível de serviço do trem, melhoria da sua imagem, sistemas alimentadores de transportes etc.

Inicialmente destaca-se o centro do grafo associado, ponto próximo da estação destacado com uma seta na figura 5.6, possuindo afastamento de 2.580 metros. A seguir, para facilitar a visualização dos resultados – já que o vetor afastamento possui 104 elementos - foram criadas cinco classes de afastamentos, com diferença de 500 metros, para manter o critério de distâncias que possam ser vencidas a pé, e identificado o número de vértices pertencentes a cada classe (tabela 5.9). Além disso, a divisão em classes permite verificar que, na medida em que as diferenças entre os afastamentos vão aumentando, os pontos pertencentes às classes subseqüentes vão cada vez mais se aproximando de vértices periféricos, fazendo com que os equipamentos pertencentes a essas classes percam a centralidade. Como há cinco delas, pode-se classificá-las quanto à função de centralidade em: excelente, ótima, boa, regular e ruim.

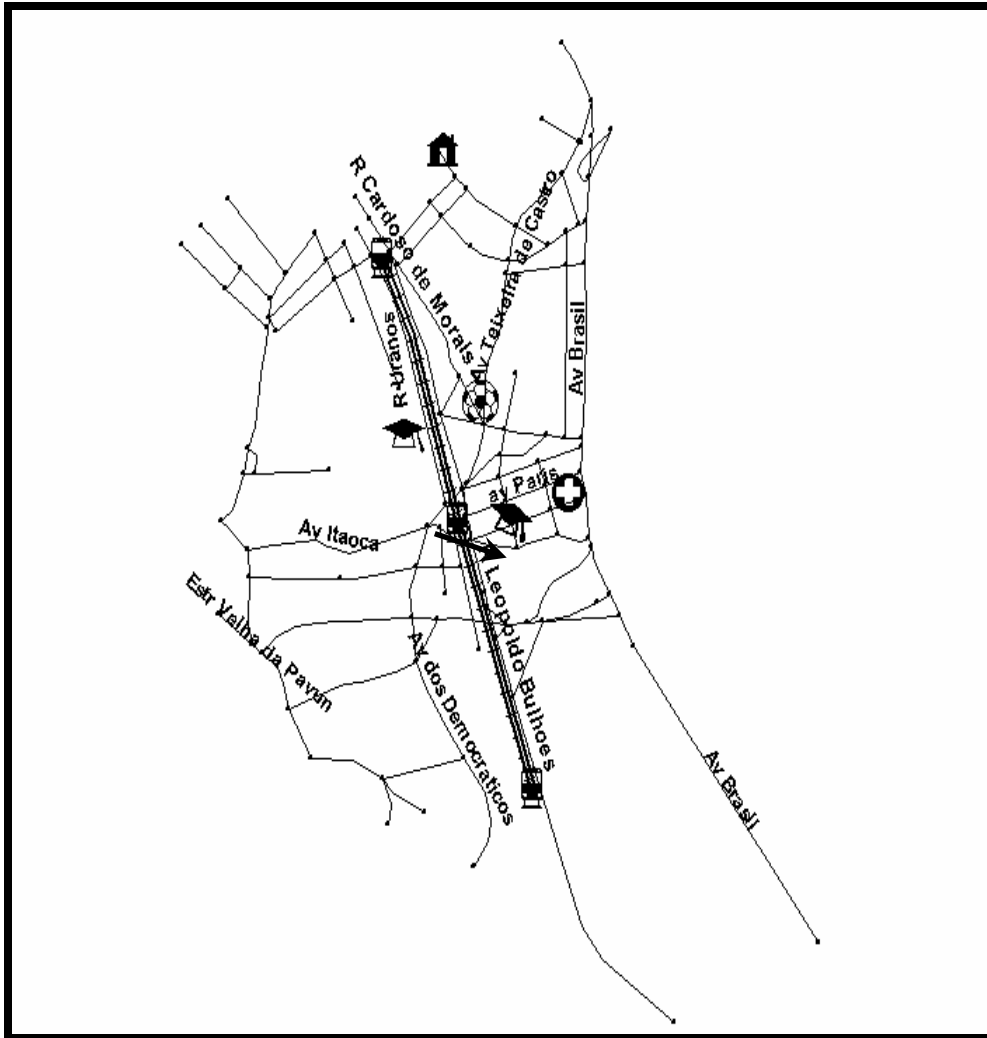


Figura 5.6 - Centro do Grafo Associado

Tabela 5.9 - Classes de afastamentos

Classe	Qualificação quanto à Centralidade	Intervalo	Número de Vértices
1	Excelente	[2,58, 3,00]	12
2	Boa	[3,01, 3,50]	24
3	Regular	[3,51, 4,00]	25
4	Ruim	[4,01, 4,50]	32
5	Péssima	[4,52, 4,77]	11



Considerou-se que as atividades estão uniformemente distribuídas na rede e buscou-se identificar a centralidade. Os resultados da tabela 5.9 mostram que doze vértices estão nas posições mais favoráveis, podendo-se ter acesso a qualquer um deles através de um deslocamento de no máximo 3 km, enquanto os onze vértices em posição mais afastados necessitam de até 4.800 metros para serem acessados. Assim, quaisquer dos doze vértices, nas posições mais favoráveis, podem receber equipamentos que precisam de rapidez no acesso, ou seja são locais centrais.

Associando-se os principais equipamentos urbanos aos vértices do grafo, chegou-se aos resultados mostrados na tabela 5.10.

**Tabela 5.10** - Centralidade dos principais equipamentos urbanos

<b>Classes de Afastamentos</b>	<b>Equipamento Urbano</b>
1	Estação Ferroviária, SUAM, Praça das Nações
2	Estádio de Futebol
3	Hospital de Bonsucesso
4	Faculdade Silva e Souza
5	Conjunto Habitacional

O fato da estação ferroviária de Bonsucesso estar situada em um local central mostra que ela pode ser um foco de integração da região. Reforçando a sua posição favorável, destaca-se o fato da Praça das Nações, também local central, ser um pólo comercial, inclusive o mais importante do bairro, além de estar próxima de um Centro Universitário (SUAM). Por outro lado, o Conjunto Residencial dos Comerciários, ao estar em um local periférico, o coloca como objeto de futuras intervenções no trânsito e nos transportes, no sentido de integrá-lo aos outros equipamentos urbanos.

Em relação aos níveis de centralidade e acessibilidade do modo de transporte, os resultados e as sugestões referentes aos meios de transportes indicados para a integração são mostrados na tabela 5.11.

**Tabela 5.11** - Centralidade e acesso através dos modais

<b>Equipamento</b>	<b>Nível de Centralidade</b>	<b>Modal Sugerido</b>
Praça das Nações	Classe 1	Caminhada
Estádio de Futebol	Classe 2	Bicicleta
Hospital de Bonsucesso	Classe 3	Van ou Kombi
Faculdade Silva e Souza	Classe 4	Van ou Kombi
Conjunto Habitacional	Classe 5	Ônibus

O procedimento aplicado à estação de Bonsucesso pode ser estendido às outras estações e obter-se um panorama de todo o ramal. Por outro lado, agregando-se outras formas de medir a centralidade, tais como acessibilidade e atratividade, e classificando-se as estações de acordo com suas vocações, se podem quantificar as potencialidades de que o sistema ferroviário contribua para a compactação, a integração e o desenvolvimento sustentável de toda a região sob influência do ramal.

## **CAPÍTULO 6**

### **Conclusões**

Os principais objetivos dessa pesquisa direcionam o processo de formulação das conclusões desse estudo, assim como as recomendações de intervenções e de investigações futuras.

De acordo com a revisão bibliográfica a relação entre o sistema de transporte metroferroviário e o desenvolvimento socioeconômico deve ser fortalecida, pois a predominância das modalidades rodoviárias faz com que os automóveis e os ônibus tenham a função principal, mas sem reunir os atributos requeridos, tais como a estruturação do tecido urbano e a integração dos meios de transporte; os modos rodoviários se caracterizam por promoverem uma ocupação de espaço mais espalhada e de difícil organização e controle, diferentemente dos sistemas metroferroviários, que tendem a estimular um uso do solo mais previsível e concentrado no entorno das estações, a partir das quais o desenvolvimento pode ser irradiado. O modelo excessivamente rodoviário, além da dispersão das atividades socioeconômicas, potencializa restrições aos deslocamentos, através dos congestionamentos. Assim, em uma sociedade como a brasileira, com grande disparidade de rendas, há uma tendência a relegar as populações de menor poder aquisitivo para as periferias. A ocupação dos morros, em favelas, como na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, é uma ação criativa em busca da proximidade aos centros com mais oportunidades de trabalho e serviços.

No entanto, conforme estabelece estudo de PAMPHILE (2001), um sistema de transporte de alta capacidade funcionando de forma eficiente e com os equipamentos urbanos integrados deve aproveitar a alta densidade e orientá-la para uma nova forma de desenvolvimento. Várias metrópoles brasileiras estão nesta situação: possuem alta densidade, uso de solo misto e um sistema de trens não utilizados plenamente (BARBOSA *et al*, 2001).

Uma constatação é a degradação de vários corredores urbanos servidos pelas ferrovias, muitas vezes refletindo a decadência desse sistema de transporte. Por outro lado, verifica-se interesse, particularmente com a privatização ferroviária, em recuperar os trens de subúrbio e atrair mais demanda, o que poderia ocorrer com a valorização das estações como centros de integração das atividades adjacentes, dentro de uma concepção que abranja todo o ramal ferroviário e a rede de transportes.

Os resultados obtidos mostram que os conceitos e as fórmulas matemáticas utilizadas, algumas delas originalmente aplicadas no estudo em relacionamentos humanos, são adequadas para utilização em um meio urbano. O estudo da centralidade na malha urbana foi capaz de identificar bairros que ganharam centralidade com a construção de uma linha de metrô, caso de Irajá, na área de influência do ramal Saracuruna, mostrar que as centralidades urbanas estão localizadas nas estações terminais do ramal e que as estações intermediárias perderam centralidade, indicar as estações ferroviárias mais aptas para efetuar a integração modal, identificar bairros para atuar como pólo de desenvolvimento socioeconômico e indicar os modos de transporte mais aptos para integrar a estação ferroviária com os equipamentos urbanos.

Um aspecto a ser destacado diz respeito à questão do comportamento das centralidades: nova distribuição ou reforço? Os resultados do ramal Saracuruna mostram que a maior utilização dos ônibus reforçou as centralidades nas estações terminais: Central e Duque de Caxias e fez com que as estações intermediárias perdessem centralidade. No entanto, a região continua mostrando dinamismo, como se pode observar através dos dados do Instituto Pereira Passos (IPP, 2006), pois o entorno de algumas estações estão dentro da área de influência do sistema metroviário.

As limitações dos procedimentos metodológicos dizem respeito ao relacionamento entre a lógica social e a lógica racional do planejamento; a utilização somente em corredores ferroviários; a não geração de cenários considerando novos anseios da comunidade; a necessidade da existência de núcleos no entorno das estações ferroviárias, não garantindo a sua eficiência em regiões onde os corredores rodoviários são preponderantes; e a dependência de pesquisas constantes de O-D entre os equipamentos urbanos no entorno das estações ferroviárias. Nos cálculos da centralidade nesse nível só se considerou a distância física.

Em relação às recomendações, de acordo com a revisão bibliográfica, no caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) e de outras metrópoles brasileiras, o processo de revitalização urbana pode seguir exemplos bem sucedidos na Europa, Ásia e EUA, de uso dos sistemas metroferroviários e dos procedimentos do desenvolvimento orientado ao transporte de alta capacidade (“transit-oriented development”), pois é um enorme desperdício a subutilização da infra-estrutura ferroviária, enquanto ao seu lado, corredores rodoviários operam congestionados, com elevados índices de acidentes e as

conseqüentes deseconomias. Além disso, os ganhos sociais justificam os investimentos, o que é defendido por diferentes planos, inclusive o de Doxiadis, para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, que infelizmente só é lembrado pelo poder público para respaldar a construção de vias expressas.

De acordo com os resultados, podem ser feitas intervenções na estrutura urbana visando a criação de um ambiente onde haja integração entre os equipamentos urbanos, integração modal e que seja auto-sustentável e independente dos modos de transporte rodoviários.

Ao se elaborar um projeto de integração entre o sistema metroferroviários e o desenvolvimento socioeconômico, tem-se à disposição modelos matemáticos que possibilitam o uso de medidas objetivas quanto ao papel desempenhado pela estação ferroviária como um centro articulador e de mecanismos de ação corretiva.

Assim, em projetos com base em conceitos de integração e sustentabilidade, o conhecimento das centralidades, através da comunicação entre os bairros e entre equipamentos, particularmente nos corredores ferroviários, contribui para a identificação de pólos no âmbito do ramal e da estação ferroviária, indicando locais favoráveis à integração modal.

Por outro lado, um sistema de transportes com base no trem pode facilitar a acessibilidade e a mobilidade; e através de ações articuladas transportes-urbanismo, integrar as atividades socioeconômicas adjacentes e promover futuros desenvolvimentos.

O planejamento e o controle adequados do uso do solo devem incentivar uma distribuição espacial mais equilibrada, racional, e sustentável das atividades urbanas. Também, se propõem investimentos nos trens, aumento de sua capacidade, bem como efetuar melhorias na sua qualidade de serviço e imagem com vistas a atrair mais passageiros numa escala condizente com o papel que se espera desse sistema de transportes. Por fim, sugere-se atuar na articulação do sistema de transportes ferroviário com um projeto de desenvolvimento para as diversas regiões metropolitanas que dispõem dessa modalidade, como é o caso do Rio de Janeiro (GONÇALVES *et al*, 2003).

A estação de Bonsucesso pode ser acessada mais rapidamente, em termos da distância física, que qualquer outro equipamento associado ao grafo. Esta posição privilegiada, local central, torna-a um foco potencial de articulação e integração do transporte público. Para isso, deve ser procurar sintonizar as distâncias a serem percorridas com as características das diferentes modalidades de transportes, no sentido de promover a conexão interna, colaborando-se para a construção de uma situação mais favorável para o sistema ferroviário ser alimentado pelos outros modais e a eles integrado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ABREU, M. DE A., 1997, A Evolução Urbana do Rio de Janeiro, 3 ed., Rio de Janeiro, IPLANRIO.

ARRUDA, F., S., 2005, Aplicação de um Modelo Baseado em Atividades para Análise da Relação Uso do Solo e Transporte no Contexto Brasileiro, Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ATASH, F., 1994, “Redesigning Suburbia for Walking and Transit: Emerging Concepts”, Journal of Urban Planning and Development, 120, March, pp. 48-57.

BARAT, J., 1978, A evolução dos Transportes no Brasil, 1 ed Rio de Janeiro, IBGE.

BARBOSA, T.; PERNASETI, E.; ROSA, P. E SICILIANO, C., 2001, Sistemas de Transportes Urbanos de Grande Capacidade, Curso de Atualização em Transportes Urbanos, PET, COPPE, RJ.

BERNICK, M. E CERVERO, R., 1997, Transit Village in the 21 st Century, McGraw-Hill, N.Y.

BEY, J. M. P., PONS, J. M. S., 1991, “Geografia de Redes y Sistemas de Transporte”. Espacios e Sociedad, No. 16, Editorial Sintesis, Espanha.

BOAVENTURA NETTO, P. O., 1979, Teoria e Modelos de Grafos, 1 ed, Editora Edgard Blücher, São Paulo.

BOAVENTURA NETTO, P. O., 2003, Grafos: Teoria - Modelos –Algoritmos, 3 ed, Editora Edgard Blücher, São Paulo.

BONACICHI, P., 1987, “Power and Centrality: A Family of Measures”, The American Journal of Sociology, V. 92, No. 5, pp. 1170-1182, Califórnia.

BONACICHI, P., 2001, “Eigenvector-like Measures of Centrality for Asymmetric Relations”, Social Networks, V 23: pp 191-201, Califórnia..



- CERVERO, R., 1994, “Rail-Oriented Office Development in California: How Successful?” Transportation Quarterly, Vol. 48, No. 1. pp. 23 – 30, Virginia.
- CERVERO, R., 1998, The Transit Metropolis: The Inquiry Global, 1 ed, Island Press, Washington, D.C., Covelo, Califórnia.
- CERVERO, R. , 2002, Integração de Transporte Urbano e Planejamento Urbano, Curso de Gestão Urbana e de Cidades, Belo Horizonte, Brasil.
- CERVERO, R., 2005, Accessible Cities and Regions: A Framework for Sustainable Transport and Urbanism in the 21 st Century, in: Urban Transport, Berkeley.
- CHUA, CH. K., CHEW, T. CH.,1998, “Development of Singapore’s Rapid Transit System and The Enviroment”, Japan Railway & Transport Review 18, December, pp 26-30, Japan.
- COMPANHIA BRASILEIRA DE TRENS URBANOS, 2006, Relatório Anual, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro.
- CRANE, R., 1996, “Cars and Drivers in the News Suburbs: Linking Acess to Travel in Neotraditional Planning”, Journal of the American Planning Association, Winter, pp 51 – 66, EUA.
- CROSBY, T., 1965, “Architecture: City Sense”, Architecture Review, New York, p. 41.
- CUTINI, V., 2005, “Configuration and Centrality”, Universita di Pisa, Itália.
- DELGADO, J.P.,M., 1995, O Urbanismo das Redes e os Processos Espaciais na Avaliação das Redes de Transporte – Estudo de Caso em Lima Metropolitana, Tese de Mestrado, PET-COPPE/UFRJ.
- ELTIS, 2004, “Transport and Land Use Planning”, União Européia, Disponível: < <http://www.eltis.org>, consultada em setembro de 2005.

FIGUEIREDO, W., C., 2005, “Os modelos Integrados de Planejamento de Uso do Solo e Transportes”, n. 1, v. 1, pp 5-9, UFBA, Bahia.

FREMANN, L., C., 1979, “Centrality in Social Networks. Conceptual Clarification”, *Social Networks*, 1: 215-239.

GIMENES, L., U., 2005, “Estação Intermodal como Gerador de Centralidades Metropolitanas: O Nó Metroferroviário da Luz”, Concurso de Monografias CBTU, Rio de Janeiro.

GOITIA, F., CH., 1996, Breve História do Urbanismo, 4 ed., Editorial Presença, Lisboa.

GÔMORA, A., R., B., 2000, “Brasil – 500 Anos de Transporte”, Revista CNT, abril, Confederação Nacional de Transporte, Brasília.

GONÇALVES, J. A. M., PORTUGAL, L., S, NASSI, C. D., 2002, “A Centralidade como Instrumento de Análise do Desenvolvimento Socioeconômico no Entorno de uma Estação Ferroviária”, XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, Natal, RN.

GONÇALVES, J. A. M., PORTUGAL, L., S, NASSI, C. D., 2003, “A Centralidade em uma Estrutura Vária no Entorno de uma Estação Ferroviária”, XVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Rio de Janeiro, RJ.

GONÇALVES, J. A. M., PORTUGAL, L., S., 2004, “Por um Transporte Mais Digno”, O Globo, Rio de Janeiro.

GONÇALVES, J. A. M., PORTUGAL, L., S, NASSI, C. D., 2004, “A Revitalização do Sistema de Trens de Passageiros do Rio de Janeiro com base em dois Siatemas Ferroviários bem Sucedidos”, II Rio de Transportes, FIRJAN, Rio de Janeiro.

GONÇALVES, J. A. M., PORTUGAL, L., S, NASSI, C. D., 2005, “Proposta Metodológica de Apoio à Tomada de Decisões em um Processo de Revitalização de Trens de Passageiros”, III Rio de Transportes, BNDES, Rio de Janeiro, RJ.

GONÇALVES, J. A. M., PORTUGAL, L., S, BOAVENTURA NETTO, P., O., 2005, “As Potencialidades de Indicadores de Centralidade no Estudo de um Corredor Ferroviário”, XIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2005, Recife. PE.

GUTEMBERG, A., Z., 1975, “Urban Structure and Urban Growth”, in Journal of American Institute of Planners, no 26, p. 130.

HANNEMAN, R., A., 2002, Introduction to Social Networks Methods, Textbook Supporting Sociology 157, University of California, Riverside.

HARAY, F., 1959, “Status and Contrastatus”, Sociometric, n. 22, p 23-43.

HOLME, P., 2003, “Congestion and Centrality in Traffic Flow on Complex Networks”, Advances in Complex Systems, pp 163-176, Department of Physics, Umeå University, Sweden.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS, 2006, Armazéns de Dados, Disponível: <<http://www.rio.rj.gov.br/ipp/>>, acesso junho de 2006.

JORGENSEN Jr., P., 1998, Demanda de Transporte e Centralidade: Um estudo da Distribuição Espacial de Viagens na Cidade do Rio de Janeiro. Tese de Mestrado, PET-COPPE/UFRJ.

JUHNKE, K.,J., 1968, A Eficiência das Ferrovias no Transporte Metropolitano, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo.

KEITH, T., DEL RIO, V., 2003, “Novo Urbanismo, Dependência do Automóvel, Senso de Comunidade. Um estudo Comparativo de Dois Conjuntos Residenciais na Califórnia”, Environmental Design Research Association, EDRA; Minneapolis, Disponível: <<http://www.vitruvius.com.br>>, acesso março de 2005.

KENWORTHY, J., 2005, I Course Internacional de Transporte e Sustentabilidade. ANTP/Movimento, São Paulo.

- KRAFTA, R., 1991, A Study of Intra-urban Configurational Development in Porto Alegre, Tese de Doutorado. University of Cambridge.
- LAND TRANSPORT AUTHORITY (2006), Singapore Government. Disponível: <<http://www.lta.gov.sg>>, acesso junho de 2006.
- LINDGREN, C. E. S., BARBOSA, E. F.,PETTERLE, R. T., 1975, Hierarquia de Centros na Cidade do Rio de Janeiro, Relatório Final, COPPE/UFRJ.
- LOPES, R. HYNES, H. P., 2003, “Sprawl in the 1990: Measurement, Distribution, and Trends, Urban Affairs Review, Vol. 38, No. 3, pp 325-355, Boston University School of Public Health.
- MARTELETO, R., M. , 2005, “Análise de redes sociais - aplicação nos estudos de transferência da informação”, Disponível: <[http://www.rits.org.br/redes\\_teste](http://www.rits.org.br/redes_teste)>, acesso março de 2005.
- MEDEIROS, B.,G., 1987, Utilização do Potencial Comercial de Estações Ferroviárias, Tese de Mestrado, IME, RJ.
- MELLO, J.C., 1981, Planejamento dos Transportes Urbanos, 1 ed, Editora Campus, Rio de Janeiro.
- METRÔ DE SÃO PAULO, 2006, “Metropolitano para Todos”, Disponível:<<http://metro.sp.gov.br>>, acesso em janeiro de 2006.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004, Plano Diretor Participativo, Brasília.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006, “Regularização Fundiária em Imóveis de Propriedade da RFFSA: Uma Ação Conjunta e Integrada do Ministério das Cidades com Diversos Parceiros, informativo, Brasília.
- MODELÍSTICA, 2006, Company Dedicated to Consulting Services, Disponível: <<http://www.modelistica.com>>, Acesso, maio de 2006.

- MOURA, M., 2000, Cidades-Modelos e a Performance de Cingapura, In: World Conference on Model-Cities, Cingapura.
- NABAIS, R. J. da S., GONÇALVES, J. A. M., PORTUGAL, L. da S. (2006), “Centralidade e Integração Multimodal de Passageiros, Aplicação no Ramal Ferroviário de Santa Cruz, IV Rio de Transportes, Rio de Janeiro, RJ.
- NEWMAN, P., KENWORTHY, J., 1999, Sustainability and Cities, Island Press, Washington, D.C., Covelo, California.
- NOZZI, D., 2005, “Merits and Principles of New Urbanism”, Walkable Streets, CA.
- PAMPHILE, R. C., 2001, Sistemas sobre trilhos com base no transporte-emprego: elementos conceituais e perspectivas. Tese de Mestrado. PET-COPPE/UFRJ.
- PAMPHILE, R. C., 2005, “Articulação Transporte-Desenvolvimento: Elementos Conceituais e Estudo de Caso”, Concurso Monografia CBTU, Rio de Janeiro.
- PERRIN, P., 1998, “Les Commerces En Gare”, Revue Générale des Chemins de Fer, , pp 23 – 30, França.
- PORTAL DA UNIÃO EUROPÉIA, 2004, “Transporte e Uso do Solo”, Disponível: <http://www.europa.eu>, acesso em junho de 2004.
- PORTUGAL, L. S. ; FLOREZ, J., 2006. “Latin American Transportation Research Network: A Tool for Transforming and Upgrading the Quality of Life”. In: 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C.
- RIO TRILHOS, 2006, Companhia de Transportes sobre Trilhos do Rio de Janeiro, Disponível: <<http://www.riotrilhos.rj.gov.br>>. Acesso, maio de 2006.
- RUHNAU, B, 2000, “Eigenvector-centrality – node-centrality?”, Social Networks, V 22, pp. 357-365, California.

SANCHES, S.,P., AMANCIO, M., A., 2005, “Relacionamento entre a Forma Urbana e as Viagens a Pé”, XIX Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes, Recife.

SECTRAN, 2006, Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Governo do Estado do Rio de Janeiro, RJ.

SHINBEIN, PH, J. E. ADLER, J.L., 1995, “Land Use And Rail Transit”, Tranportation Quartely, Vo. 49, N° 3., pp 83 – 91.

SINDUSCON-RIO, 2006, Sindusletter Semanal, Disponível: <<http://www.sinduscon-rio.com.br>>, acesso em 23 de outubro de 2006.

SINTESIS, 2003, “Plan Especial para la Ordenación Urbanística del Entorno de la Estación de Ferrocarriles de Puerto Cabello, Informe, IERU, Universidad Simon Bolívar, Venezuela.

STRATEGIC PLANNING OFFICE, 2001, “Buildind a Community Vision”, Disponível: <<http://www.seattle.gov/transportation>>, acesso em abril 2002. .

SUPERVIA, 2004, “Mobilidade Urbana nas Regiões Metropolitanas”, Relatório, BNDES, RJ.

SUPERVIA, 2004, “SuperVia: Uma Boa Viagem”, Relatório, SuperVia Concessionária de Transportes Ferroviários S.A.,RJ.

SUPERVIA, 2006, “Espaços de Mídia”, Disponível: <<http://www.supervia.com.br>>, acesso, outubro de 2006.

TAHCHIEVA, G., 2002, “Novas idéias urbanas para São Paulo”, Duany Plater-Zyberk & Company, Miami, Florida.

TRANSCAD, 2006, Transportation GIS Software, Disponível: <<http://www.caliper.com>>, acesso, abril de 2005.

TUNNELBANA, 2006, “Estocolmo”, disponível: <http://www.tunnelbana.tk>, acesso em fevereiro de 2004.

UCINET, 2006, Social Network Analysis Software, Disponível: <<http://www.analytictech.com>, acesso em março 2006.

VICTORIA TRANSPORT POLICY INSTITUTE, 2006, “Transportation Demand Management”, disponível: <<http://www.vtpi.org/tdm/tdm45.htm>>, acesso em abril 2006.

WAGNER, M. L., 2001, “A configuração Espacial Urbana: Experimentações para a Descrição e Desenho das Cidades”. IX Encontro Nacional da ANPUR, Rio de Janeiro, Vol. III, pp. 1735 – 1750.

ZEMLJIC, B., HLEBEC, V., 2005, “Reliability of Measures of Centrality and Prominence”, Social Networks, v 27, pp. 73-88.