

**PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DE ESTAÇÕES DE INTEGRAÇÃO ATRAVÉS
DO CONCEITO DE CENTRALIDADE.
O CASO DE UM RAMAL FERROVIÁRIO DO RIO DE JANEIRO**

Rui José da Silva Nabais

Programa de Engenharia de Transportes / COPPE / Universidade Federal do Rio de Janeiro
R Gen. Góes Monteiro, nº 8, bl. G ap. 2102 – Botafogo – Rio de Janeiro – RJ – Brasil
Tel. 55 21 2295 3588 – rnabais@pet.coppe.ufrj.br

Licínio da Silva Portugal

Programa de Engenharia de Transportes / COPPE / Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia – Bloco H, sala 106 – Cidade Universitária – Rio de Janeiro – RJ – Brasil
Tel. 55 21 2562 8181 – licinio@pet.coppe.ufrj.br

RESUMO

O uso mais racional e inteligente da matriz de transporte metropolitano coletivo de passageiros pressupõe o fortalecimento e um maior destaque dado às modalidades metroferroviárias, cujo sucesso está condicionado à integração multimodal. Nesse sentido, aqui se desenvolve um procedimento para a identificação do potencial de cada estação de um ramal ferroviário com as demais modalidades alimentadoras. Este procedimento se baseia no conceito de centralidade da teoria dos grafos e utiliza pesquisas de origem destino (O x D), tendo sido aplicado no ramal ferroviário de Santa Cruz, no Rio de Janeiro, com dezessete estações, no qual foi implantada com êxito a integração trem x ônibus no ano de 2005. A partir deste estudo de caso e tendo como referência a proposta da empresa operadora, concluiu-se pela sua exequibilidade e menor dependência de critérios individuais.

PALAVRAS CHAVE: Centralidade, Integração, Transporte metro-ferroviário

1. INTRODUÇÃO

A utilização inadequada da atual matriz de transportes urbanos de passageiros, baseada em modais rodoviários e com elevado percentual de veículos individuais, conduz a um quadro que prejudica a qualidade de vida das metrópoles – grandes engarrafamentos, poluição atmosférica, elevado número de acidentes, desconforto. Gera, ainda, altos custos de implantação, manutenção e operação do sistema viário e baixa produtividade aos seus usuários. Esta situação ocorre também na Região Metropolitana (RM) do Rio de Janeiro, onde apenas 650 mil das 12,6 milhões de viagens motorizadas diárias (5,4%) são efetuadas utilizando metrô ou trem (PDTU, 2005).

A prática internacional tem recomendado, no enfrentamento dessa situação, a adoção de ações baseadas nos princípios de sustentabilidade, como as direcionadas não só à obtenção de receitas extra operacionais (PERRIN, 1998), mas também e principalmente à integração multimodal (FRASQUILHO, 2001).

RIVASPLATA (2001) afirma ser praticamente impossível a realização de todas as viagens de uma grande metrópole de uma forma direta, com a utilização do transporte público, exigindo o freqüente transbordo de passageiros, ratificando a necessidade de integração entre os vários modos de transporte coletivo de passageiros. Na RM do Rio de Janeiro, este número se situa em torno de 18% (PDTU, 2005). GARCIA (2004) afirma que “(no Brasil) *todas as operadoras metroferroviárias possuem alguma integração, seja ela forçada ou espontânea*”.

No Brasil, para a seleção das estações de integração, existem procedimentos teóricos, em particular os desenvolvidos por VILELLA (2004) e por PINHEIRO JR. (2004), e critérios práticos adotados pelas operadoras dos sistemas de trem (SUPERVIA), de metrô (OPPORTRANS) e do Sindicato das Concessionárias de Ônibus (RIO ÔNIBUS), no Rio de Janeiro. Alguns projetos de transportes desenvolvidos no Brasil nas décadas de 1980 por empresas de consultoria utilizaram critérios para a seleção das estações de integração sempre considerando vários parâmetros ligados à demanda, à oferta, renda da população, aspectos urbanísticos, bem como ao uso e ocupação de solo. Apesar da criação de indicadores que permitem estabelecer parâmetros matemáticos para a seleção das estações, estes procedimentos têm como característica a dependência do conhecimento pessoal dos profissionais envolvidos.

Apesar de seu sucesso em ciências sociais, critérios de centralidade não têm sido convenientemente utilizados em estudos de transportes. Este trabalho visa aplicar um procedimento de seleção de estações ferroviárias de passageiros para integração multimodal, utilizando indicadores de centralidade, a um ramal ferroviário de passageiros, o ramal de Santa Cruz (Figura 1), e verificar sua viabilidade em confronto com a prática existente, pois neste ramal a operadora SUPERVIA implantou, com êxito, a integração trem x ônibus, no ano de 2005, em quatro de suas estações.

2. INTEGRAÇÃO, GRAFOS E CENTRALIDADE

2.1 Integração

Para uma melhor utilização da matriz de transporte urbano de passageiros, é conveniente a integração entre os vários modais, aproveitando as suas respectivas vocações: os sistemas rodoviários, de menor capacidade, servindo de alimentadores, em pequenos percursos e em

bairros com pequena demanda, e os de grande capacidade, os metroferroviários, servindo de estruturadores, em maiores percursos e locais de grande demanda (SAMPAIO, 2001).

A troca de veículo durante a viagem provoca sempre um impacto negativo para o usuário (CAVALCANTE, 2002). Para minimizar este impacto ou até mesmo gerar vantagem para o usuário, oferecendo-lhe redução de custo, de tempo de viagem ou acréscimo de conforto e segurança, é recomendável a adequada integração entre os modais disponíveis. Uma integração bem planejada pode também proporcionar incremento da mobilidade.

Relevante se torna distinguir entre a troca aleatória ou casual de veículos durante uma viagem e a integração, pois a primeira é eventual e depende apenas do interesse do passageiro e esta última é planejada, visando beneficiar o usuário pagante, a comunidade e os operadores.

No âmbito deste trabalho não são abordados os aspectos de integração de pessoas portadoras de cuidados especiais, nem com o meio ambiente (MILLER et al, 1999) ou elementos urbanísticos. Desta forma, pode-se utilizar como definição de integração “*um conjunto de medidas de natureza físico-operacional, tarifária e institucional destinadas a articular e racionalizar os serviços de transporte público*” (CADAVAL, 1999).

Os procedimentos mais recentes no Brasil, tanto de VILELLA (2004) quanto da SUPERVIA (2004), dependem da identificação de um número elevado de parâmetros favoráveis e desfavoráveis à integração, definição de seus pesos relativos e notas. Tanto estes parâmetros quanto seus pesos relativos e notas são definidos por entrevistas a técnicos experientes, limitando sua aplicação de uma forma mais abrangente.

O procedimento de PINHEIRO JR. (2004) leva em consideração apenas o número de linhas de ônibus afluentes às estações do sistema ou ramal ferroviário, independentemente de sua frequência ou do número de passageiros transportados, o que pode trazer discrepâncias nos resultados. GONÇALVES et al, (2005) apresentam um estudo no ramal de Saracuruna (Rio de Janeiro), onde critérios de centralidade são utilizados.

2.2 Grafos e Centralidade

Em ciências sociais tem havido uma crescente utilização da teoria dos grafos (HANNEMAM, 2002) e de critérios de centralidade, que, em estudos de transportes (GONÇALVES et al, 2005), ainda não estão sendo adequadamente explorados.

Um grafo (G) é uma estrutura matemática constituída por nós ou vértices (V), interligados por relações de adjacência, designadas como arestas (A), sendo, portanto, um conjunto finito, discreto (BOAVENTURA NETTO, 2003).

$$G = (V, A) \tag{1}$$

Os grafos podem ser orientados, se a relação direta entre dois vértices só existe em um sentido, ou não, se a relação se dá nos dois sentidos. Ainda podem ser representados por matrizes de adjacência, permitindo um tratamento matemático.

A forma como um vértice se relaciona com os demais identifica a sua centralidade, ou seja, o seu poder dentro da rede. Diversos indicadores são utilizados para caracterizar a centralidade de cada vértice (GONÇALVES et al, 2005), destacando-se os de:

- Intermediação (*Betweenness*), que informa a dependência relativa de um elemento em relação aos demais. O elemento (v_i) com maior centralidade de intermediação é aquele que participa mais ativamente num processo de interação, no qual se percorrem os caminhos mais curtos.

$$C_B(v_i) = \sum_{j=1}^n \sum_{k:j>k}^n \left[\frac{g_{kj}(v_i)}{g_{kj}} \right] \quad (2)$$

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 (GONÇALVES et al, 2005).

- Informação (*Degree*), que fornece a idéia do número de relações diretas que é possível se estabelecer entre um vértice (v_i) e os demais. 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):

$$C_D(v_i) = d(v_i), \quad v_i \in V \quad (3)$$

Para o cálculo destes e de outros indicadores de centralidade, já estão disponíveis programas de computação (UCINET) funcionando em ambiente Windows (BORGATTI et al, 2002).

2.3 Grafos, Centralidade e Transportes

Apesar de seu potencial, a teoria dos grafos e os conceitos de centralidade estão sendo utilizados, ainda, de forma modesta em estudos de transportes (GONÇALVES et al, 2005).

Entretanto, uma malha viária é a representação física de um grafo, no qual os vértices são as estações e os centros das zonas de tráfego e as arestas são as vias de acesso – ruas, avenidas e a via permanente dos sistemas metroferroviários.

Intuitivamente, uma praça ou uma estação para onde convergem várias ruas e avenidas é considerada mais “central” que um simples cruzamento de duas ruas de um bairro.

De uma forma inversa, a construção de uma estação ferro ou metroviária sempre gerou a valorização de seu entorno (RAMBAUSKE, 1985; GONÇALVES et al, 2002), tanto no uso e ocupação do solo quanto na valorização imobiliária. CERVERO (1998) cita também as cidades de Edmonton (Canadá), Tidewater (EUA), Estocolmo e Copenhague (na Escandinávia), nas quais estações de sistemas de transporte de grande capacidade são os centros indutores do desenvolvimento ou se inserem em empreendimentos tipo *shoppings* e supermercados, aproveitando a sua centralidade.

Os pontos de integração em Madrid (BOCANEGRA, 2003) foram criados em áreas da cidade onde historicamente, por várias razões, são localidades de grande fluxo de pessoas. Além dos atuais pontos de integração existentes, estão projetados diversos outros, utilizando critério

similar, prevendo a expansão do sistema. Portanto, aqui também, conceitos de centralidade foram adotados.

Estudando fatores que influenciam a taxa de embarques das estações de Veículos Leves sobre Trilhos (VLT) nos Estados Unidos, KUBY et al (2003) identificaram cinco grupos, sendo um deles relacionado com a conexão intermodal e outro com a estrutura das redes, onde um dos itens identificados é justamente a centralidade das estações, ao considerar que o tempo total da viagem inclui o acesso ao sistema de transportes, ressaltando que a distância a ser considerada para o acesso à estação não obedece simplesmente ao simples conceito Euclidiano, mas ao conceito de caminho mínimo de rede, no qual outros parâmetros, além da distância, são importantes. Como já foi referido, esta é uma das formas de medir a centralidade de um vértice de um grafo.

3. PRÁTICA EXISTENTE NO BRASIL

Desde o início do ano de 2005, a SUPERVIA, concessionária da operação do transporte ferroviário metropolitano do Rio de Janeiro, implantou, junto com o RIOONIBUS - Sindicato da Empresas de Ônibus do Município do Rio de Janeiro – e com a interveniência da Prefeitura da cidade, diversas integrações em estações dos ramais de Deodoro (Marechal Hermes e Deodoro) e de Santa Cruz (Santa Cruz, Campo Grande e Bangu), integração essa aberta, tarifária e institucional.

Os critérios para a seleção das estações foram elaborados através da análise de uma matriz onde foram identificados, com base na experiência dos técnicos consultados, cinco fatores considerados favoráveis (designados como “potencialidades”) e cinco desfavoráveis ou restrições (também designados como “resistividades”). A cada uma destas dez variáveis foi atribuído um peso relativo e uma nota, também resultante da opinião dos profissionais envolvidos no processo.

Foram considerados cinco fatores favoráveis:

- População residente,
- Comércio e serviços,
- Tempo de viagem da SUPERVIA,
- Relação entre a tarifa da concorrência e do trem e
- Possibilidade de serviços locais.

No que respeita aos fatores desfavoráveis, também em número de cinco, foram escolhidos:

- Renda da População,
- Nível de oferta do concorrente,
- Presença dos Pontos finais,
- Fragmentação da concorrência e
- Acesso à estação.

Os resultados foram plotados em um gráfico (Figura 2) com os valores ponderados dos fatores favoráveis no eixo dos “X” (potencialidade) e os desfavoráveis no eixo dos “Y” (restritividade), permitindo a visualização dos resultados, nos quais o quadrante inferior direito identifica as estações de maior potencial de integração e o superior esquerdo as de menor.

No lado institucional, procedeu-se a uma simplificação fundamental, utilizando-se apenas o ramal de Santa Cruz o qual só possui estações dentro do Município do Rio de Janeiro, evitando-se desta forma o envolvimento das administrações de outros municípios que agravariam as dificuldades em se conciliar interesses que muitas vezes parecem conflitantes.

Os resultados obtidos com estas integrações são bastante animadores, apresentando-se na Tabela 4 a variação dos embarques diários antes (novembro 2004) e onze meses após a implantação da integração nas estações deste ramal (novembro 2005).

4. PROCEDIMENTO PROPOSTO

Para a identificação do potencial das estações de um ramal metro ou ferroviário para integração com os demais modos de transporte urbano de passageiros, utilizando critérios de centralidade, os seguintes passos devem ser seguidos:

4.1 Identificação e Caracterização do Ramal Ferroviário

Esta primeira fase abrange o ramal metroferroviário em estudo e toda a sua área de influência, visando a perfeita caracterização do problema:

- Localização do ramal dentro da metrópole em estudo – início, final, ligações com outros ramais, extensão;
- Identificação das estações do ramal, dos bairros ou zonas de tráfego onde se inserem e das distâncias relativas entre si;
- Identificação das áreas de influência de cada estação – demais bairros ligados à estação por vias públicas e do ramal de forma geral, caracterizando assim um grafo, tendo como vértices as estações e os centros dos vários bairros dentro da área de influência e como arestas as suas vias de acesso.

Caracterizado o ramal, deve-se estabelecer o volume de viagens que se destinam às suas estações, conforme o passo seguinte.

4.2 Pesquisas Tipo O x D

Passa-se em seguida à realização de pesquisas Origem x Destino (O x D), por modalidade de transporte utilizada, e se procede à identificação das vias de acesso às estações e de linhas de ônibus com pontos de parada nas proximidades das estações (num raio em torno de 700m):

- montagem das respectivas matrizes (O x D);
- identificação das zonas de tráfego e o sistema viário de acesso entre os bairros das estações e dos demais da sua área de influência (as arestas do grafo), estabelecendo-se desta forma os fluxos no grafo.
- identificação das outras linhas de transporte público coletivo de passageiros dentro da área de influência e hábitos relativos ao uso de automóvel particular.

4.3 Elaboração do Grafo

Com os dados obtidos nas fases anteriores é possível se elaborar o grafo da rede em estudo, onde são identificados os vértices, compostos pelas estações do ramal e pelos centros de

bairros dentro da área de influência, e as arestas, que são as principais vias de acesso entre os vértices – ruas, avenidas e superestrutura ferroviária.

4.4 Determinação dos Indicadores de Centralidade

Partindo das matrizes de $O \times D$ e utilizando as fórmulas (2) e (3), são calculados os indicadores de centralidade de informação e de intermediação de cada uma das estações do ramal.

4.5 Hierarquização das Estações

Com os indicadores calculados, as estações são hierarquizadas, classificando-as por ordem decrescente.

Nesta fase, eventuais dúvidas relativas à vocação das estações poderão ser dirimidas através dos dados referentes ao número de linhas de ônibus afluentes às estações.

5. ESTUDO DE CASO

5.1 Ramal Selecionado

Para estudo de caso, foi escolhido o ramal ferroviário de Santa Cruz (Figura 1), no Município do Rio de Janeiro – Brasil.

A escolha deste ramal se deveu a dois fatores: foram efetuadas recentes pesquisas Origem-Destino ($O \times D$) (PDTU, 2005) e, em 2005, após detalhados estudos desenvolvidos pela operadora deste ramal – a SUPERVIA – foi implantado um sistema de integração institucional e tarifária com diversas linhas de ônibus, representadas pelo seu Sindicato – o RIO ÔNIBUS e com a intervenção das autoridades: o Estado do Rio de Janeiro (poder concedente dos trens) e a Prefeitura do Município do Rio de Janeiro (poder concedente dos ônibus).

Estas integrações são abertas (não foram construídos terminais de integração), porém foram implementadas algumas melhorias físicas nas estações e seus entornos e no material rodante, configurando um cuidado com a integração operacional.

A partir da sistemática utilizada pela SUPERVIA (ver seção 3), foram selecionadas as estações de Deodoro, Bangu, Campo Grande e Santa Cruz, para se integrarem com ônibus.

5.2 Aplicação do Procedimento

De acordo com o procedimento proposto, o primeiro passo consiste na identificação das estações, bairros atravessados e suas distâncias relativas e acumuladas, o que foi sintetizado nas colunas 1 a 4 da Tabela 1, constatando-se que 14 das 17 estações coincidem com bairros da cidade (82,4%).

A área de influência das estações, passo seguinte do procedimento proposto, é mostrada também na Tabela 1, nas suas duas últimas colunas, na qual é assinalado o bairro mais

distante de cada estação com ligação rodoviária direta, o nome dessa via de acesso e a distância do seu centro à estação.

Em seguida, caracterizado o ramal e sua área de influência, se procede à coleta, análise e pesquisa de contagens de O x D, por modo de transporte.

Neste caso foram identificadas duas pesquisas recentes, a primeira, das viagens por trem dentro do ramal, efetuada pela operadora SUPERVIA e a segunda, por modo coletivo, efetuada para o PDTU (2005). Existe também contagem de viagens por todos os modos motorizados. Porém, dada a característica de renda dos usuários de trem e porque a integração com modos individuais de transporte exige estacionamentos de grande capacidade, não disponíveis e de elevado custo de implantação, apenas foram utilizadas as duas primeiras pesquisas citadas.

A Tabela 2 mostra um resumo destas duas pesquisas, com o total das viagens por dia com destino às estações. A designação “Externo” foi dada a todas as viagens cuja origem se situou fora das estações do ramal. Nesta Tabela, as colunas 2 e 3 referem-se às viagens apenas por trem (pesquisa da operadora) e as duas últimas colunas o total de viagens por modo coletivo (PDTU, 2005).

O passo seguinte consta da identificação dos bairros e das vias de acesso que já se encontram relacionadas na Tabela 1 (colunas 5 e 6), não sendo necessária sua repetição.

O número de linhas de ônibus e de vans, nas proximidades das estações, foi levantado por Vilella (2004) para sua dissertação de mestrado, na qual foi testado seu procedimento, baseado num Índice de Potencial de Integração das Estações (IPIE) composto pelo produto das notas e pesos atribuídos a doze fatores atribuídos por técnicos entrevistados para o efeito.

De posse destes dados, passa-se em seguida à elaboração do grafo (Figura 3) do ramal e da área de influência de cada estação.

É possível, com os dados assim levantados, se calcularem os indicadores de centralidade de Intermediação e de Informação, o que foi feito com o uso do Programa UCINET VI (BORGATTI et al, 2002), apresentando-se a Tabela 3 com o resumo destes indicadores.

Nesta tabela, na coluna 1, é indicado o nome da estação do ramal, nas colunas pares encontram-se os valores do indicador “Centralidade de Intermediação” e nas ímpares do indicador “Centralidade de Informação”. As colunas 2 e 3 representam apenas as viagens de trem e as 4 e 5 o total das viagens por transporte coletivo com destino às estações. Os espaços em branco correspondem às estações que não foram consideradas na pesquisa de O x D do PDTU 2005 (Bairro de Padre Miguel e estações Guilherme Silveira, Benjamin do Monte e Tancredo Neves, que estão localizadas dentro de bairros com mais uma estação).

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

De posse da tabela 3, é possível se hierarquizarem as estações, verificando-se a existência de uma homogeneidade dos resultados, em qualquer das quatro colunas (indicadores de centralidade de informação e de intermediação, só com viagens de trem e por modo coletivo), em torno das estações Bangu, Campo Grande e Santa Cruz como sendo as três que apresentam maior centralidade, portanto as de maior potencial de integração.

Estas foram as três estações selecionadas pela operadora SUPERVIA para a citada implantação de integração neste ramal. Deodoro, que tecnicamente é o final do ramal com o seu nome, selecionada pela sua posição de entroncamento entre três ramais ferroviários: o de Santa Cruz (objeto deste estudo), o de Deodoro e o de Japeri, o que lhe confere uma centralidade não identificada neste procedimento.

O fato de alguns bairros (Zonas de Tráfego) possuírem duas estações (Tabela 1) e a pesquisa O x D do PDTU 2005 também não considerar a estação de Padre Miguel como Zona de Tráfego, dificulta a identificação das estações de maior potencial, que, no caso em análise, existindo a pesquisa da própria operadora em todas as estações (apenas viagens de trem), foi resolvido sem maiores problemas. Esta é uma das eventuais dúvidas que poderá também ser levantada através do indicador de centralidade fornecido pelo número de linhas de ônibus.

É interessante se observar que dados fornecidos pela operadora dos trens assinalam um crescimento nos embarques nestas três estações nos primeiros oito meses de funcionamento da integração implantada, que não são justificados pelo crescimento econômico da região ou por melhorias da operação ferroviária, uma vez que o crescimento dos embarques nas demais estações do ramal e em toda a malha não acompanharam este índice. Como pode ser observado na Tabela 4, as três estações onde foi implantada integração tiveram o crescimento médio de embarques por dia útil no período de 12 meses, superior a 25%, enquanto as demais cresceram menos de 10%, o que deu a média ponderada de 16,6% para o ramal como um todo. Todas estas três estações apresentaram as maiores variações de embarques em termos absolutos e relativos.

A estação Realengo apresentou a maior variação individual entre as estações do ramal, porém, a operadora informou que em 2004 e início de 2005 a estação sofreu intervenções físicas que inibiram o fluxo de passageiros e, na pesquisa de novembro de 2005, as obras se encontravam concluídas, recuperando essa demanda reprimida. Paralelamente, Realengo passou também a receber composições com origem em Santa Cruz, Campo Grande e Bangu, incrementando por isso o número de embarques, motivos que somados mostram esta estação como a de maior incremento no ramal.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A utilização de critérios de centralidade de intermediação e de informação, com base no número de viagens com destino às estações, para identificação do potencial de integração multimodal mostrou-se válida quando aplicada ao ramal ferroviário de Santa Cruz.

A sua aplicação foi facilitada pela existência de recentes pesquisas de Origem - Destino quer no próprio ramal quer de toda a Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Como a execução de pesquisas de O x D é um procedimento comum a muitas áreas de planejamento urbano, sua execução é plenamente justificada e seu custo diluído, requerendo cuidado na seleção das zonas de tráfego de forma adequada.

O procedimento apresenta a vantagem de exigir experiência do corpo técnico apenas na forma de conduzir as pesquisas O x D e na observação da área de influência, criando zonas de tráfego que coincidam com todas as estações, evitando que bairros com mais de uma estação sejam um único destino, dificultando a análise dos resultados. Porém, o número de linhas de outros transportes públicos coletivos afluentes, a malha viária, as condições do entorno e a

área de influência das estações são fatores que permitem dirimir estas dúvidas, portanto momentos em que a experiência profissional é necessária.

Outra vantagem deste procedimento consiste na universalização de suas variáveis: os critérios de centralidade são objetivos, as contagens de O x D são utilizadas para as mais variadas etapas de planejamento, bem como existe facilidade na obtenção de mapas dos sistemas viários (digitalizados ou convencionais) e na identificação das linhas de outros sistemas de transporte coletivo de passageiros.

O procedimento proposto não identificou a centralidade da estação Deodoro, influenciada talvez pelo fato de sua localização no entroncamento de três ramais que confluem nesta estação, o que permite recomendar o estudo de uma forma deste fator poder ser incluído.

Conclui-se que a experiência do profissional envolvido no processo é necessária para a condução da pesquisa de O x D, evitando problemas como os de existirem duas ou mais estações numa mesma zona de tráfego ou deixar de se considerar alguma estação na pesquisa.

É exigida, também, experiência nos conceitos da teoria dos grafos e de centralidade e algum conhecimento de informática para a utilização dos *softwares* adequados.

Agradecimentos ao CNPq - pelo apoio ao segundo autor no fornecimento de sua bolsa de Produtividade – e à Rede Ibero-americana de Estudo em Pólos Geradores de Viagens (<http://redpgv.coppe.ufrj.br>), ao engº José Carlos Soares Leitão Filho e à SUPERVIA pelas informações fornecidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOAVENTURA NETTO, P. O. (2003) – *Grafos: teoria, modelos, algoritmos* – Edgard Blucher, S. Paulo – SP – Brasil.

BOCANEGRA, J. V., (2003) – *Coordenation of the public transport structure in the Madrid Metropolitan Area*, UITP, Bruxelas, Vol. 52, p. 4 – 7, (Mar.)

BORGATTI, S.P., EVERETT, M.G., FREEMAN, L.C. (2002) – *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard: Analytic Technologies

CADAVAL, M. e LEITE, S. K. (1999) – *Integração nos Transportes Urbanos: uma análise dos sistemas implantados* – Simpósio NTU/ANTP – Brasília – DF – Brasil.

CAVALCANTE, R. A. (2002) – *Estimativa das penalidades associadas com os transbordos em sistemas integrados de transporte público*. – Dissertação de mestrado, COPPE – UFRJ– Rio de Janeiro – RJ – Brasil

CERVERO, R. (1998) – *The Transit Metropolis – A Global Inquiry* – Island Press – Washington - DC

FRASQUILHO, M. (2001) – *in Anais do “Seminário Transportes e Mobilidade na Região Metropolitana de Lisboa*, 19 de março de 2001, p. 24 – 29 – Lisboa – Portugal.

GARCIA, M. M. F. (2004) – *Os Sistemas Integrados de Transporte Público no Brasil* – ANTP – Belo Horizonte – MG - Brasil

GONÇALVES, J. A. M., PORTUGAL, L. S.: NASSI, C. D. (2002). – *A centralidade como instrumento de análise do desenvolvimento sócio econômico no entorno de uma estação ferroviária* in anais do XVI Congresso da ANPET. Natal – RN, Brasil.

GONÇALVES, J. A. M., PORTUGAL, L. S.: BOAVENTURA NETTO, P. O. (2005). – *As potencialidades de indicadores de centralidade no estudo de um corredor ferroviário*, in anais do XIX Congresso da ANPET. Recife – PE – Brasil

HANNEMAM, R. A. (2002) – *Introduction to Social Networks Methods, Textbook supporting Sociology*, p. 157, University of California, Riverside.

KUBY, M., BARRANDA, A., UPCHURCH, C. (2004) – *Factors influencing light-rail station boardings in the United States* – Transportation Research Part A 38, p. 223 – 247 –Arizona State University , Tempe, AZ, USA

MILLER, E. J., KRIGER, D. S., HUNT, J. D. (1999) – *Integrated urban models for simulation of transit and land use policies: Guidelenes for implementation and use* – Transit Cooperative Research Program (TCRP), Report 48 – National Academy Press, Washington, DC, USA

NABAIS, R. J. S. (2005) – *Crítérios e Procedimentos para Determinação do Potencial de Integração de Estações Ferroviárias de Passageiros* – Dissertação de mestrado, COPPE – UFRJ– Rio de Janeiro – RJ – Brasil

PERRIN, P. (1998) - *Les Commerces En Gare, Revue Générale des Chemins de Fer*, França, p. 23 – 30

PINHEIRO Jr. J. (2004) –*Um Modelo Simplificado para Avaliação do Desempenho de Estações Ferroviárias de Passageiros Metropolitanos* – in anais do II Rio de Transportes – Rio de Janeiro - Brasil

Plano Diretor de Transporte Urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (PDTU, 2005) – *Resultado da Pesquisa de Origem Destino* – CENTRAL – Rio de Janeiro – Brasil.

RAMBAUSKE, A. M. R. J. – 1985 – *Medida de impacto do Metrô – Modelo e estudo de caso para Botafogo* – Tese de DSc – COPPE – UFRJ – Rio de Janeiro

RIVASPLATA, C., 2001 – Centros de transporte intermodal: estabelecendo criterios en América Latina. *In Anais do Congresso Latino Americano de Transporte Público y Urbano*, Havana – Cuba

SAMPAIO, C. (2001) – *in Anais do “Seminário Transportes e Mobilidade na Região Metropolitana de Lisboa*, 19 de março de 2001, p. 29 – 37 – Lisboa – Portugal.

VILELLA M; M. (2004) – *Contribuição Metodológica para estudos de Localização de Estações de Integração Intermodal em Transporte Público Coletivo* – Dissertação de mestrado – COPPE – UFRJ – Rio de Janeiro

Tabela 1 – Estações do Ramal de Santa Cruz e Área de Influência das estações

ESTAÇÃO (1)	BAIRRO (2)	Km (3)	Dist. (4)	VIA DE ACESSO (5)	BAIRRO / DISTÂNCIA (6)
Santa Cruz	Santa Cruz	54,774		Av. João XXIII	Itaguaí – 9km.
				Av. Pe. G. Decaminada	Jd. Sta Cruz – 1,5km
				R do Império	Aeroporto de Sta Cruz – 3,5km
				R. Álvaro Alberto	Sepetiba – 8km
				R Felipe Cardoso	Curral Falso – 3km
				Estr. da Boa Esperança	Cjto Boa Esperança – 2km
Tancredo Neves	Santa cruz	50,951	3,823	Vias locais	Saguassu – 1,5km
				Av. Cesário de Melo	Curral Falso – 3km
Paciência	Paciência	49,283	1,668	Estr. Sta. Eugênia	Pedra de Guaratiba – 9km
				Estr. da Paciência	B. Sta Margarida – 4km
Cosmos	Cosmos	47,398	1,885	Vias locais	Vila Igaratá – 1km
				Vias locais	Vilar Carioca – 2km
Inhoaiba	Inhoaiba	45,320	2,078	Estr. Inhoaiba	B. Mario Lombardi – 3km
				Vias locais	Vilar Carioca – 2km
Benjamin do Monte	Inhoaiba	43,800	1,520	Vias locais	Bairro Diana – 2km
Campo Grande	Campo Grande	41,621	2,179	Estr. do Monteiro / Magarça	Guaratiba – 7km
				Estr. Rio do A	Jd. S Geraldo – 4km
				Estr. do Campinho	Vila Sta Maria – 3,5km
				Estr. do Cabuçu	Rio da Prata – 5km
				Estr. da Posse	B. Carolina / Pq. S. Pedro – 5km
Augusto Vasconcelos	Senador Vasconcelos	39,080	2,541	Vias locais	Hortências – 1,5km
				Vias locais	Pq. Auto Castro
Santíssimo	Santíssimo	35,883	3,197	Vias locais	V. Jacaré – 1km
				Vias locais	S. Vitor – 2km
				Vias locais	Jd. Clarisse – 1,5km
Senador Câmara	Senador Câmara	33,229	2,654	Vias locais	Cjto. Taquaral – 1km
				Vias locais	B. Jabour – 1km
Bangu	Bangu	31,088	2,141	Vias locais	Jd. Alecrim – 2,5km
				Estr. do Engenho	Bairros a norte da estação
Guilherme da Silveira	Bangu	30,196	0,892	Vias locais	Pq. Leopoldina – 1,5km
				Vias locais	Bairros a norte da estação
Padre Miguel	Padre Miguel	29,248	0,948	R dos Limites	B. Piraquara – 2,5km
				Vias locais	Bairros a norte da estação
Realengo	Realengo	27,395	1,853	R Piraquara	Jd. Realengo – 1,5km
Magalhães Bastos	Magalhães Bastos	25,180	2,215	R. Alm. Souza	Jd. Sulacap – 3,5km
Vila Militar	Vila Militar	24,254	0,926	Vias Locais	
Deodoro	Deodoro	22,058	2,196	Outros ramais ferroviários	
Extensão total do ramal (Km)			32,716		

Tabela 2 – Viagens com destino às estações do ramal

Estação (1)	SUPERVIA (TREM)		PDTU 2005 (TPP)	
	RAMAL (2)	EXTERNO (3)	RAMAL (4)	EXTERNO (5)
Deodoro	1.434	4.349	2.694	10.958
Vila Militar	241	419	487	2.194
Magalhaes Bastos	137	600	5.586	18.557
Realengo	486	2.462	15.330	35.055
Padre Miguel	393	1.888		
Guilherme da Silveira	199	719		
Bangu	1.618	6.824	141.243	239.408
Senador Câmara	457	2.284	8.395	15.417
Santíssimo	453	1.499	9.524	15.044
Augusto Vasconcelos	165	842	10.514	12.938
Campo Grande	2.355	11.126	196.213	275.231
Benjamim do Monte	431	968		
Inhoaiba	461	1.867	7.639	11.944
Cosmos	534	1.904	14.050	
Paciência	800	3.254	26.206	37.264
Tancredo Neves	367	1.419		
Santa Cruz	2.240	11.754	85.186	115.586

Tabela 3 – Indicadores de Centralidade – Estações do ramal de Santa Cruz

ESTAÇÃO (1)	INDICADORES			
	RAMAL		TOTAL	
	Intermediação (2)	Informação (3)	Intermediação (4)	Informação (5)
Deodoro	0,664	425	3,126	3964
Vila Militar	0,471	364	1,583	515
Magalhães Bastos	0,526	165	0,700	6411
Realengo	0,997	484	4,076	13840
Padre Miguel	0,593	521	-	-
Guilherme da Silveira	0,067	216	-	-
Bangu	0,997	1845	17,693	75872
Senador Câmara	0,664	551	0,367	8395
Santíssimo	0,931	328	5,100	6593
Senador Vasconcelos	0,543	249	0,000	9770
Campo Grande	0,997	2026	10,943	79604
Benjamim do Monte	0,543	586	-	-
Inhoaiba	0,543	768	4,793	7046
Cosmos	0,997	723	1,550	12257
Paciência	0,997	988	0,710	22353
Tancredo Neves	0,471	634	-	-
Santa Cruz	0,997	1898	6,360	28742

Tabela 4 – Variação dos Embarques nas Estações de Integração

Estação (1)	nov. 05		Média / DU (4)	Dif. Ano anterior / DU (5)	Var. % por DU (6)
	Total embarques (2)	Embarques / DU (3)			
Vila Militar	11.058	9.841	518	27	5,51%
Magalhães Bastos	29.647	26.242	1.381	97	7,51%
Realengo	65.913	57.695	3.037	795	35,45%
Padre Miguel	58.261	49.980	2.631	410	18,44%
G. da Silveira	34.374	29.918	1.575	254	19,20%
Bangú	132.524	114.256	6.013	1.155	23,77%
Senador Camará	62.184	52.314	2.753	-3	-0,11%
Santíssimo	34.132	29.341	1.544	201	14,96%
A. Vasconcelos	28.883	24.938	1.313	158	13,72%
Campo Grande	230.700	196.216	10.327	2.382	29,98%
B. do Monte	28.329	24.133	1.270	33	2,66%
Inhoaíba	64.444	52.862	2.782	255	10,09%
Cosmos	53.416	46.359	2.440	-9	-0,36%
Paciência	81.462	66.571	3.504	86	2,51%
Tancredo Neves	52.821	45.541	2.397	87	3,78%
Santa Cruz	185.136	154.458	8.129	1.425	21,26%
GERAL	1.153.284	980.665	51.614	7.352	16,61%
Est. c/ integração	548.360	464.930	24.470	4.962	25,44%
Est. s/ integração	604.924	515.735	27.144	2.390	9,66%

Obs.: DU – Dia Útil

FONTE: SUPERVIA



Figura 1 – Malha ferroviária do Rio de Janeiro

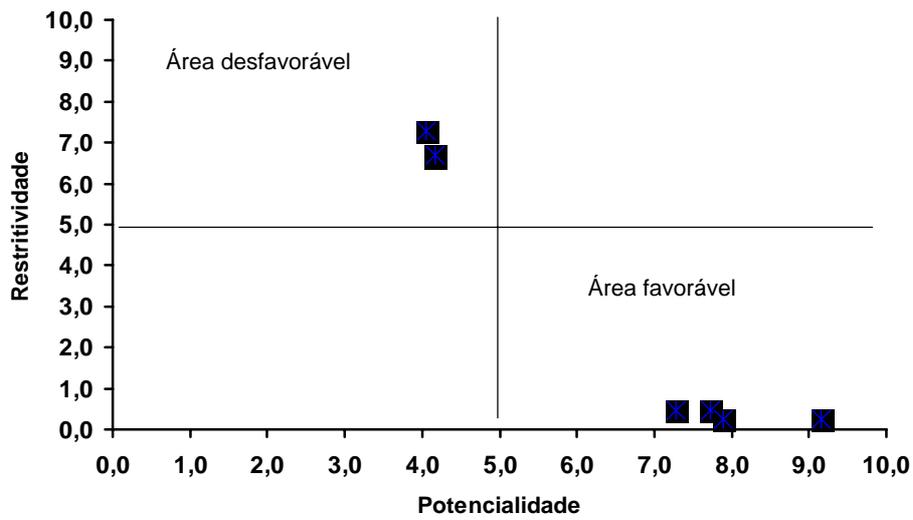


Figura 2 – Representação da matriz de potencialidade x restritividade
Fonte: SUPERVIA

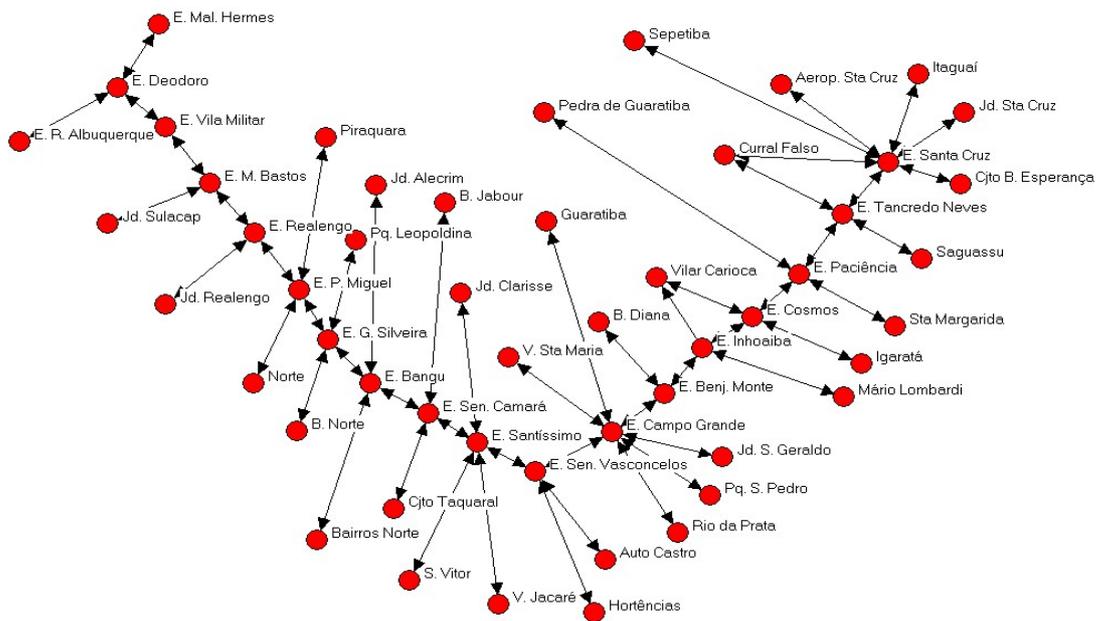


Figura 3 – Grafo do ramal