

Indicador de Acessibilidade para Análise do Desenvolvimento Regional

RESUMO

Este trabalho desenvolve um índice de acessibilidade que capture as especificidades da economia brasileira e possa ser aplicado para estudos que relacionam infraestrutura de transporte e desenvolvimento regional. Discute os indicadores usualmente utilizados, tais como custo de transporte, custo logístico e índice de acessibilidade, buscando identificar como as diversidades de situações e interesses podem implicar a adequação desses indicadores. O contexto do estudo é o aprofundamento da compreensão sobre a adequação dos indicadores para a realidade brasileira, em algumas situações de pesquisa científica e do planejamento urbano e regional. O Indicador encontrado está de acordo com a literatura de desenvolvimento regional brasileiro e mostra que a participação na renda não é fator determinante na classificação de acessibilidade.

PALAVRAS CHAVES

Economia Espacial. Transporte. Comércio Inter-Regional. Desenvolvimento Regional.

Carla Cristina Aguiar de Souza

- Profa. Dra. da Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho, da Fundação João Pinheiro;
- Pesquisadora em Ciência e Tecnologia da Fundação João Pinheiro;
- Doutora em Economia pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Ricardo S. Martins

- Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Administração da UFMG;
- Pesquisador do Cedeplar/FACE e do Grupo de Pesquisa Estudos sobre o Desenvolvimento Regional Industrial e Tecnológico.

Lízia Figueiredo

- Profa. Dra. do Cedeplar/FACE/UFMG.

Mauro Borges Lemos

- Prof. Dr. do Cedeplar/FACE/UFMG. Pesquisador do Grupo de Pesquisa Estudos sobre o Desenvolvimento Regional Industrial e Tecnológico (CNPq).

1– INTRODUÇÃO

O transporte tem papel importante na discussão sobre crescimento e desenvolvimento econômico, pois influencia os custos de produção, os fluxos de comércio, o bem-estar social e a determinação de áreas de mercado para as regiões, dentre outros fatores. (DINIZ, 1987; RIGOLON; PICCININI, 1997; ALMEIDA, 2004; BARROS; RAPOSO, 2002).

Alterações na qualidade e estoque de infraestrutura de transporte influenciam a acessibilidade da população aos bens e serviços disponíveis. Por exemplo, uma melhoria em infraestrutura de transportes possibilita à população usufruir os benefícios da mobilidade de informação e de ideias. Esses fatores, aliados àqueles que agem sobre os custos de suprimentos e distribuição, podem gerar até mesmo a diminuição da pobreza absoluta. (GANNON; LIU, 2010).

Limão e Venables (2004) modelaram a relação da infraestrutura com fluxos de comércio entre países. Os autores concluem que uma infraestrutura de transporte simples e empobrecida isola países desabilitando-os a participarem das redes de produção global. Considerando-se uma amostra de 93 países, foi estimada em -2,5 a elasticidade de fluxos de comércio em relação aos custos de transporte.

Os transportes também podem ser avaliados do ponto de vista do desenvolvimento regional. Por exemplo, nas regiões com economia baseada, principalmente, em produtos primários, o impacto dos transportes é mais significativo, pois o frete é mais oneroso em relação ao preço final. Como estes preços são geralmente determinados no mercado internacional, existe uma barreira para repasses de aumento nos custos de transporte para os preços. Assim, os custos de transporte podem definir as regiões capazes de concorrer em diferentes mercados, afetando os preços dos bens e a geração de renda regional. (CASTRO, 2001). Isso demonstra que o transporte é importante instrumento de política de desenvolvimento regional.

Na teoria da localização¹, os transportes têm papel importante na determinação da localização das firmas.

Dentro da Nova Geografia Econômica que resgata o problema da localização de atividades econômicas, o transporte tem papel relevante na disputa entre as forças centrípetas e centrífugas para a determinação da aglomeração ou dispersão das atividades entre as regiões. (KRUGMAN, 1991; KRUGMAN; VENABLES, 1995; PUGA, 1999; FUJITA; KRUGMAN; VENABLES, 1999).

Para a realidade brasileira, segundo Sousa (2002), os gastos públicos em infraestrutura estão entre os principais fatores explicativos da localização da indústria nos anos 1970 e 1980, sendo mais relevantes do que outros indicadores convencionais, tais como potencial de mercado, subsídios e níveis educacionais. Este poder de atração gera, em termos regionais, desequilíbrios que podem ser interpretados também numa perspectiva histórica a partir de uma relação complexa entre as primeiras atividades econômicas e as interações com as demandas de logística pública nacional.

O tratamento do problema econômico dos transportes em diferentes aspectos da economia pode ser modelado com *proxies* da distância, tais como custo de transporte, custo logístico e índice de acessibilidade. Cada indicador, porém, deve ter a sua aplicabilidade e adequação, tornando a decisão pelo indicador muitas vezes um fator crítico para o respaldo dos resultados das pesquisas, ainda mais na situação de provisão insuficiente da infraestrutura de transportes no Brasil como um todo, com fortes distorções entre as regiões, conforme demonstrado em Barros e Raposo (2002).

Desse modo, o objetivo deste trabalho é desenvolver um indicador de transporte para a realidade brasileira. Além deste, o estudo apresenta uma discussão dos indicadores usualmente utilizados, tais como de custo de transporte, custo logístico e acessibilidade, contextualizando-os na realidade da economia brasileira. Justifica-se tal discussão pela busca do uso adequado de tais indicadores em algumas situações de pesquisa científica e do planejamento urbano e regional.

Os estudos que tratam da questão inter-regional e buscam o transporte como variável explicativa,

¹ Representado pelos autores clássicos: Alfred Weber, August Losch e Vön Thunen. (FUJITA; KRUGMAN; VENABLES, 1999)

utilizam normalmente o índice de custo de transporte desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) disponíveis no Ipeadata. Esse índice foi calculado para todos os municípios brasileiros tanto em relação à capital mais próxima quanto em relação a São Paulo para os anos de 1968, 1980 e 1995.

No entanto, este índice pode ser considerado insatisfatório por não contemplar as interações entre as regiões, haja vista que o indicador reflete situações individuais com São Paulo, bem como por não considerar forças econômicas locais nas trocas inter-regionais.

Para discutir os indicadores de transporte e desenvolver o indicador de acessibilidade, o trabalho contém, além dessa introdução e da conclusão, a segunda seção, que apresenta e discute os princípios teóricos da formação do frete e o uso dos custos de transporte em modelos inter-regionais, o uso de custos logísticos e algumas especificações para o índice de acessibilidade. Na terceira seção, é apresentado o desenvolvimento de um indicador de transporte que considera o impacto da distância, a densidade da rede de transporte e o potencial de mercado presente nas regiões.

2 – INDICADORES DE TRANSPORTE

2.1 – Custo de Transporte

Nesta seção discute-se os determinantes da formação do frete, bem como sua utilização em pesquisas econômicas que abordam o comércio inter-regional.

2.1.1 – Princípios teóricos da formação do frete

Na busca de variáveis explicativas dos fretes praticados nos mercados, pode-se localizar uma concentração de abordagens que consideram a distância como principal fator de determinação de valores, independentemente do modal utilizado. Corrêa Júnior et al. (2001), citando Beilock et al. (1996), afirmam também que, de modo geral, estudos que procuram identificar os determinantes dos fretes rodoviários são fortemente influenciados pelas distâncias, embora outros fatores possam ser adicionalmente contemplados. A distância percorrida

influi no valor unitário do transporte, ou seja, no frete por tonelada (R\$/t), implicando a sensibilidade do valor em relação à quilometragem rodada.

Em parte, os fretes de mercado também refletem os investimentos realizados, conforme as especificidades da carga, implicando ativos mais caros e cargas de maior risco ou com necessidade de cuidados especiais. Por exemplo, os embarcadores do óleo de soja e de carga refrigerada exigem caminhões específicos para o transporte, o que resulta em *sunk costs* para o prestador do serviço. Os ofertantes consideram esta necessidade e o risco, e, então, os fretes refletem as exigências da carga, pois há a necessidade de remunerar o ativo específico, o caminhão tanque. No caso de cargas sensíveis, que apresentam altos volumes de perdas, remunera-se também o serviço mais especializado.

Uma vez estabelecidos os custos básicos da prestação dos serviços de transporte, o transportador poderá estar propenso, segundo a contestabilidade e a concorrência do mercado (DAVIES, 1986), a conceder descontos ou cobrar prêmios. Os descontos e prêmios podem ocorrer de acordo com a quantidade e frequência oferecidas pelo embarcador, as características geográficas das rotas, a probabilidade de obtenção de carga de retorno, a demanda global da economia, os picos sazonais de algumas das principais cargas, dentre outros fatores.

A negociação é bastante intensa, estando o embarcador preocupado com o impacto dos custos de transporte na margem proporcionada entre o custo de produção e o preço de mercado, enquanto para o transportador, o valor mínimo de referência é o seu custo médio.

Samuelson (1977 apud CASTRO, 2003) derivou um modelo teórico simples de determinação de frete para o caso de um transportador monopolista. Supondo um comportamento maximizador de lucros por parte do monopolista de transporte, a tarifa de transporte seria dada por

$$t = \frac{dC}{dD} + p \left(\frac{1}{Ed} + \frac{1}{Es} \right) \quad (1)$$

ou seja, o transportador estabelece sua tarifa como sendo igual ao custo marginal de transporte (dC/dD)

mais o preço (p) da mercadoria vezes a soma dos inversos das elasticidades da demanda (E_d) e da oferta (E_s), definidas como sendo ambas positivas.

Desta equação, Samuelson extraiu algumas regras sobre a formação dos preços de transporte, que são:

- 1) as tarifas de transporte tendem a aumentar com o valor unitário da mercadoria transportada;
- 2) mercadorias que apresentam uma maior elasticidade de oferta ou de demanda tendem pagar menores tarifas de transporte;
- 3) as estruturas de mercado da oferta e da demanda do bem transportado têm efeito sobre as tarifas de transporte pagas pelo bem;
- 4) quanto mais próxima de uma estrutura de mercado de concorrência perfeita, mais as tarifas de transporte se aproximam dos custos marginais de produção.

Porém, existem relações complexas neste universo de fatores que influenciam o frete no mercado. Segundo Cann (2001), as variáveis “distância” e “quantidade a ser movimentada” determinam conjuntamente o veículo adequado, conforme a capacidade de carga, e o comportamento do frete. Isto foi provado a partir de uma equação de custos logísticos, tendo sido estabelecido que:

- 1) O tamanho ótimo teórico do veículo não está sempre positivamente relacionado à distância percorrida, apesar de ser usual encontrar esta relação empiricamente;
- 2) Os valores dos fretes por tonelada são sempre côncavos com respeito à distância percorrida, à exceção do caso em que o veículo otimizado não varia com relação à distância;
- 3) Os valores dos fretes por tonelada são sempre convexos com relação à quantidade transportada.

Existe uma relação paradoxal entre custos do transporte e frete. Enquanto a curva de custo exibe um formato linear ascendente, a relação frete/distância é decrescente, produzindo uma curva de formato

côncavo, e a relação frete/quantidade forma uma curva convexa, com implicações de que o veículo de capacidade ótima para o transporte de cargas tende a aumentar com o aumento da distância e da quantidade, e vice-versa.

2.2.2 – Custo de transporte nos modelos econômicos

O custo de transportar determinada mercadoria de uma localidade à outra, nos diferentes modais, de modo geral, é avaliado em função da distância. Castro (2001) estima o custo de transporte de carga nas rodovias brasileira com base nos fretes cobrados por caminhoneiros independentes em função da distância. A equação estimada foi:

$$\text{Tarifa} = \beta_0 * \text{distância}^{\beta_1} \quad (2)$$

O resultado encontrado foi estatisticamente robusto apresentado um $R^2 = 0,95$ para 39 observações: $\text{Tarifa} = 0,25 * \text{distância}^{0,73}$

Alguns autores incorporam ao modelo outras variáveis independentes, como, por exemplo, no modelo de Harris (1977) que estima custo de transporte de carga em ferrovias. A equação é a seguinte²:

$$CT = \beta_0 + \beta_1 (\text{toneladas/milhas}) + \beta_2 (\text{toneladas}) + \beta_3 (\text{milhas de rota}) + \varepsilon \quad (3)$$

O termo toneladas por milha representa o produto agregado do transporte de carga (poderia ser passageiros por milha). A variável “toneladas” (número de passageiros) representa uma medida adicional de produto, cujo objetivo é evitar que se considere idêntico o custo de transportar uma tonelada por dez milhas ao custo de transportar dez toneladas por uma milha. Essa variável pode capturar também o efeito do inverso da média de distância (toneladas dividido por toneladas por milhas) sobre a média do custo de transporte. A variável “milhas de rota” serve como medida para a capacidade.

Na função de custo de transporte desenvolvida por Spady e Friedlaender (1978), os fatores relacionados à qualidade do serviço de transporte sobre os custos

² Winston (1985).

também são levados em consideração. A forma genérica dessa especificação é:

$$C = C(\phi(y,q),w,t) \quad (4)$$

em que ϕ representa o produto “hedônico” que é composto pelo produto físico da firma “y” (toneladas ou passageiros por milha) e os atributos que caracterizam a qualidade do produto “q” (o tempo de serviço da firma). “w” é um vetor do fator preço e “t” refere-se ao vetor das condições tecnológicas dadas da firma como, por exemplo, milhas de rota. A especificação funcional pode ser utilizada em estimação econométrica com uma aproximação *translog* (nos casos de produto zero a transformação usada é o Box-Cox).

A modelagem de equações de custo de transporte, ao lidar com o custo específico de movimentação de produtos, deixa de considerar aspectos relevantes das atuais políticas de produção e estratégias de negócios, como a manutenção de estoque mínimo (em trânsito e nos pontos de suprimento e distribuição). Por isso, parecem ser mais adequadas para lidarem com produtos homogêneos de baixo valor agregado e para abrangência geográfica mais limitada.

O uso de custo de transporte genérico padrão aplicado a um universo de diversas atividades econômicas parece, portanto, inadequado. Este indicador abstrai de importante especificidade dos fretes entre produtos. Tomando o contexto regional brasileiro, caracterizado por forte heterogeneidade dos processos produtivos e de cargas, o uso de custo de transporte padrão pode gerar distorções graves nos resultados.

No caso brasileiro, onde existe uma carência de logística pública e um complexo mercado de fretes, estão presentes substanciais diferenças regionais nos fretes praticados. Conforme constataram Martins e Cypriano (2004), os congestionamentos provocados pela pouca disponibilidade de outros modais e insuficiência de estruturas de armazenagem, implicam formação diferenciada de fretes entre as regiões e disputas entre embarcadores de cargas diferenciadas pelos prestadores de serviço do mercado, nivelando fretes de mercadorias com valores de mercado

diferenciados, como é o caso da interferência do frete da soja sobre o do milho. Este é também um reflexo da distribuição desigual do estoque de logística pública, destacado em Barros e Raposo (2002).

2.2 – Custo Logístico

As novas tendências da gestão dos negócios demandaram transformações significativas nos serviços de transporte. Conforme Janelle e Beuthe (1997), a demanda de transporte incorporou alguns aspectos que respondem à era da globalização, como linhas mais longas e específicas, maior sensibilidade ao tempo gasto nas operações de embarques e de desembarques, maior confiabilidade nas redes de comunicação e redes de computadores, velocidades nos movimentos e transações e padronização de equipamentos e procedimentos.

Assim, atualmente, os transportes estão integrados nos processos de produção, distribuição e consumo. (PEDERSEN, 2001). Desta forma, como sistematizado por Nielsen et al. (2003), os sistemas de transporte são pensados como uma parte integrante da cadeia de suprimentos e submetem-se aos objetivos agregados, relacionados aos níveis regional ou industrial.

O que Pedersen (2001) destacou como cadeia logística pode ser uma ferramenta para uma abordagem mais ampla nos estudos sobre o setor de transporte. A cadeia logística consiste de uma série de conexões que juntas movimentam uma matéria-prima do produtor ao consumidor final. As conexões individuais na cadeia podem consistir de diferentes modais de transporte, diferentes atividades de processamento, embalagem e armazenamento.

Alguns estudos evidenciaram estes novos impactos sobre a demanda de transporte. Na Europa, Nielsen et al. (2003) relatou que, na última década, a estrutura de crescimento da demanda de transporte mudou de diversas formas, sendo a mais importante delas a perda de cargas do trem para o caminhão e o crescimento das redes logísticas. Uma explicação para isso pode ser relacionada às mudanças na demanda induzida por razões logísticas, especialmente o aumento da flexibilidade das estruturas de produção e distribuição e a melhoria da infraestrutura.

O novo padrão dos sistemas de produção requer nova e crescente demanda de transporte. Deste modo, os custos de transporte não podem ser vistos como um elemento isolado, como pós-produção, como anteriormente abordados pelas teorias de localização, mas, sim, como parte integrante do processo de produção. Por exemplo, Arcelus e Rowcroft (1993) relatam que a implementação de suprimentos nos moldes *just in time* muitas vezes são inviabilizados pelos acréscimos nos custos logísticos totais ocorridos em função do encarecimento dos fretes unitários (\$/t), à medida que se diminuem os volumes embarcados.

Nesta visão, os transportes não podem ser considerados como demanda derivada. (HESSE; RODRIGUE, 2004). Torna-se uma variável de decisão que vai além do custo exclusivo de transportar mercadoria de um ponto a outro, somando-se aos custos de estoque e armazenagem e coloca-se a serviço das estratégias empresariais. Alguns trabalhos têm incorporado o conceito de logística e trabalham com o custo logístico ao invés do custo de transporte. No custo logístico, então, junto do custo de transporte, computa-se o custo da formação dos estoques.

O modelo desenvolvido por Castro (2001) para estudar o padrão de comércio interestadual brasileiro considera o custo logístico. O cálculo deste custo está baseado na metodologia de Baumol e Vinod (1970) e é feito para o modal rodoviário. Castro (2001) considerou o custo logístico (*CL*) igual ao custo direto de transporte (*CD*) mais o custo financeiro do estoque em trânsito (*CFET*) mais o custo financeiro do estoque médio no destino e do estoque em segurança (*CFEDS*). O custo direto de transporte (*CD*) é igual ao custo de transporte unitário (*CT*) vezes o volume de transportado por ano (*VT*). O custo financeiro do estoque em trânsito (*CFET*) é igual ao custo por unidade de tempo (*CUT*) vezes o tempo em trânsito (*TT*) vezes o volume transportado (*VT*).

$$CL = CD + CFET + CFEDS \quad (5)$$

$$CD = CT \times VT \quad (6)$$

$$CFET = CUT \times TT \times VT \quad (7)$$

O custo de estoque pode ser estimado como função do desvio-padrão do tempo em trânsito. O nível

médio de estoque e o estoque de segurança para cada mercadoria são calculados como função linear do tempo de trânsito modal. Além disso, é estabelecido que o desvio-padrão do tempo de trânsito é também proporcional ao tempo de trânsito.

Estudos que contemplem produtos industrializados, de alto valor agregado, com abrangência geográfica ampla e com custos cognitivos de armazenagem (por exemplo, refrigerados ou com necessidades especiais de embalagem) devem, portanto, considerar mais que simplesmente o custo de transporte, modelando funções com variáveis que captem os custos de outras atividades logísticas.

2.3 – Indicadores de Acessibilidade

De um modo geral, acessibilidade pode ser compreendida como a facilidade ou dificuldade para o deslocamento entre um ponto de origem e seu destino. Existem vários conceitos possíveis para acessibilidade utilizados nos diferentes estudos já desenvolvidos (INGRAM, 1971; VIECKMAN, 1974; KOENIG, 1980; GUTIERREZ; URBAN, 1996; ALMEIDA; GONÇALVES, 2002; KIM; HEWINGS, 2002; SANCHES; FERREIRA, 2003; SANTOS; ZANDONADE; CAMPOS, 2004; CASTRO, 2010). Para Ingram (1971), a acessibilidade é definida como uma forma de superar um obstáculo espacial que é uma característica inerente a um determinado local. O conceito utilizado por Kim e Hewings (2002), por exemplo, é compreendido como uma facilidade na interação espacial ou no potencial de contato entre as atividades das regiões.

Dessa maneira, entende-se que os custos de transporte e os custos logísticos refletem a acessibilidade entre pares origem-destino. Ou seja, quanto menor (pior) a acessibilidade entre dois pontos, maiores os custos de deslocamento e da respectiva logística, e vice-versa. Desta forma, um indicador de acessibilidade estará refletindo a facilidade de acesso aos sistemas de transporte e este pode ser melhorado com investimentos na qualidade, quantidade e capilaridade da infraestrutura.

Os indicadores de acessibilidade são utilizados tanto em pesquisas sobre movimentação de pessoas como em pesquisas que visam encontrar correlação entre o desempenho da infraestrutura e os níveis

de alguns indicadores econômicos. (SANTOS; ZANDONADE; CAMPOS, 2004). Por exemplo, Ingram (1971) desenvolveu um índice de acessibilidade e fez duas subdivisões: a acessibilidade relativa (grau de conexão entre dois lugares de uma mesma área) e a acessibilidade integral (grau de conexão entre um ponto e todos os outros pontos de uma mesma área). As especificações desenvolvidas foram:

$$A_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad A_i = \frac{\sum_{j=1}^n d_{ij}}{n} \quad (8)$$

Em que “ A_i ” é a acessibilidade integral, “ a_{ij} ” é a acessibilidade relativa entre um par de pontos “ i ” e “ j ” (dada alguma função de impedância), “ n ” é o número de localizações existentes dentro da área de estudo, “ d_{ij} ” é a distância em linha reta entre as localidades “ i ” e “ j ”.

Em Allen; Liu e Singer (1993), o indicador de acessibilidade desenvolvido tinha como objetivo tornar possível a obtenção de acessibilidade de uma determinada área inteira e que permitisse comparações entre essas áreas. A expressão (10) foi a especificação utilizada, sendo “ A_i ” a acessibilidade da zona “ i ”, “ N ” é o número de localidades (ou pontos) existentes dentro da área de estudo e “ a_{ij} ” tempo de viagem entre as zonas “ i ” e “ j ”:

$$A_i = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N a_{ij} \quad (9)$$

Gutiérrez e Urbano (1996) procuraram expressar através do indicador de acessibilidade não só a maior ou menor facilidade de acessar as atividades ou os centros de atividade, mas também medir a acessibilidade à rede de fluxo econômico, considerada pelos autores como variável importante na análise do desenvolvimento regional. Para isso, o indicador foi construído conforme equação (11), sendo que “ A_i ” é a acessibilidade no nó i , “ I_{ij} ” é a impedância através da rede entre o nós i e j , “ GDP_j ” é o Produto Interno Bruto (PIB) do centro de atividade econômica de destino que pondera a capacidade de atração da região.

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n (I_{ij} * GDP_j)}{\sum_{j=1}^n GDP_j} \quad (10)$$

A impedância (I_{ij}) é a soma das impedâncias no arco (I_a) e no nó (I_n) ($I = \sum I_a + \sum I_n$). A variável chave no cálculo da impedância no arco é o tempo, que é obtido com base no comprimento do arco e estimadas as velocidades de acordo com o tipo de rodovia (rodovia tipo 1 com velocidade de 120 Km/h, rodovia do tipo 2 com velocidade de 110 Km/h, do tipo 3 com velocidade de 90 Km/h). A escolha das rotas não é feita somente baseada em termos de tempo mínimo da viagem, mas também no conforto e na segurança da direção no trecho. A impedância no nó é calculada em função da população, pois atravessar uma cidade, de certo tamanho, implica enfrentar um tráfego atrasando a viagem, servindo a população como indicador do nível da aglomeração desse centro de atividade econômica.

Raia; Silva e Brondino (1997) apresentam um índice para comparar a acessibilidade nas cidades brasileiras de médio porte. A equação é:

$$A_i = \sum_j Dens_j * (dist_{ij})^{-\alpha} \quad (11)$$

Em que “ A_i ” é a acessibilidade da zona “ i ”, “ $Dens_j$ ” é a densidade populacional em j , “ $Dist_{ij}$ ” é a distância entre os centróides das quadras “ i ” e “ j ” através do sistema viário e “ α ” é expoente da função potência.

No artigo de Kim e Hewings (2003), a acessibilidade entre as regiões é derivada de descontar o número total de oportunidades de interação em todos os destinos pela soma das distâncias, com as impedâncias no arco e no nó refletindo a qualidade da rede de transporte, a população regional é considerada como “proxy” para o nível de oportunidade para o destino. Esse índice é do tipo gravitacional conforme proposto:

$$ACC_i = \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{d_{ij}^\beta} \quad (12)$$

Na equação (18) ACC_i é a acessibilidade da região “i”, P_j é a população da região destino “j”, d_{ij} é a distância de viagem da região “i” para a região “j” e β é um parâmetro para redução da distância dos resultados da distribuição de calibragem da viagem de 1995 com o dobro de restrição do modelo gravitacional. O menor algoritmo de rota na rede resulta num conjunto de distâncias mínimas, velocidade de viagem e demanda de viagem nas ligações da rede.

Limão e Venables (2004), em estudo sobre comércio internacional, desenvolveram um termo que denominaram custo de transporte, mas pelas suas características é na verdade um índice de acessibilidade. Na construção deste, consideraram entre os seus determinantes os fatores relacionados à geografia e à infraestrutura. Os fatores geográficos presentes no modelo são: a distância entre os países, o fato deles terem ou não fronteira em comum, de estarem no interior do continente ou de serem ilha. A infraestrutura está relacionada com a qualidade do transporte e a infraestrutura de comunicação que ele possui. Assim, a variável que utilizaram como *proxy* para infraestrutura é o número de telefones por pessoa. A especificação é:

$$T_{ij} = T(x_{ij}, X_i, X_j, m_{ij}) \quad (13)$$

Em que T_{ij} é o custo de transportar um container padrão (40') de Baltimore nos Estados Unidos para diferentes localidades, x_{ij} é o vetor de características da jornada entre “i” e “j” (se o país tem fronteira comum e a menor distância entre eles), X_i e X_j representam as características geográficas e de infraestrutura do país de origem e destino (se o país está no interior ou se é uma ilha, densidade de rodovias, rodovias pavimentadas, rede de ferrovias e o número de telefones por pessoa), m_{ij} são as variáveis não observadas. Os autores também estimam a mesma equação, mas tendo como variável dependente a razão da tarifa cif/fob.

Nesse estudo, Limão e Venables (2004) mostram que a infraestrutura afeta o custo de transporte significativamente. Por exemplo, encontraram que melhoras na infraestrutura em uma unidade no desvio-padrão reduz o custo de transporte num montante equivalente a uma redução de 1.000 km numa viagem terrestre.

O índice de acessibilidade utilizado por Castro (2010) para avaliar o impacto da rede de transporte sobre o comércio interestadual é uma média ponderada das distâncias (D_{ij}) entre as capitais brasileiras através das rotas da rede de transporte que concentra a maioria das cargas. Os pesos utilizados são o volume de exportação e importação dos estados (C_{ij}). A especificação é:

$$A_i = \left\{ \frac{\sum_{j=1}^n (C_{ij} * D_{ij}) + \sum_{i=1}^n (C_{ij} * D_{ij})}{\sum_{j=1}^n (C_{ij}) + \sum_{i=1}^n (C_{ij})} \right\} \quad (14)$$

Então, os índices de acessibilidade são bastante adequados para modelagens de fluxos de comércio mais heterogêneos quanto às características das cargas em situações de disparidade regional de renda e da provisão de sistemas de transporte, situações características da realidade brasileira. Além do mais, são adequados para modelagens para fins de planejamento regional e estudos prospectivos e prospectivos de análise de interações de atividades econômicas.

2.4 – Considerações acerca dos Indicadores de Transporte

O objetivo desta seção foi discutir algumas especificações do custo de transporte, do custo logístico e do índice de acessibilidade como indicadores de transporte, buscando identificar o seu uso adequado. A aplicabilidade destes indicadores ocupa uma gama variada de estudos em transportes que buscam investigar, por exemplo, os fluxos de comércio e de pessoas entre regiões.

Em linhas gerais, da discussão apresentada sobre os indicadores usualmente utilizados, ficou caracterizado que:

- a) os custos de transporte refletem o nível de acessibilidade entre as regiões, apesar da diversidade de fatores que exercem influência na formação dos fretes. O uso dos custos de transporte como indicador de transporte é

adequado para estudos que avaliam fluxos de carga homogêneos entre as regiões com pouca disparidade, na provisão de redes de transporte ou dentro de corredores de transporte;

- b) os custos logísticos refletem apenas parcialmente o nível de acessibilidade entre as regiões, pois contemplam variáveis logísticas além do transporte, tais como a formação do estoque e os respectivos custos de armazenagem. O uso dos custos logísticos como expressão de distância econômica entre regiões é próprio para avaliações de cargas de alto valor agregado, características do segmento industrial;
- c) os índices de acessibilidade referem-se a elaborações mais complexas e adequadas aos estudos mais amplos nos aspectos regionais e de diversidade de cargas, de disparidade econômica regional e da provisão em qualidade, quantidade e capilaridade dos sistemas de transporte.

3 – DESENVOLVIMENTO DO INDICADOR DE ACESSIBILIDADE NAS REGIÕES BRASILEIRAS

O propósito desta seção é desenvolver um indicador de acessibilidade para ser utilizado em estudos regionais que contemplem os impactos da infraestrutura no tratamento das desigualdades regionais. Esse indicador difere do proposto por Castro (2010) e pelo IPEA, por considerar, além do impacto da distância, a densidade da rede de transporte e o potencial de mercado presente nas regiões.

O conceito de acessibilidade utilizado é a facilidade na interação espacial ou no potencial de contato entre as atividades das regiões. Este índice de acessibilidade regional é construído na perspectiva da localização, e está fundamentado na medida potencial.

O índice de acessibilidade regional tem a seguinte forma:

$$A_i = \sum_{j=1}^n \frac{y_i P_{ei} + y_j P_{ej}}{d_{ij}^{1/2}} \quad (15)$$

Em que:

A_i = acessibilidade da região i

y_i = participação da renda da região de origem i no somatório da renda de todas as regiões;

y_j = participação da renda da região de destino j no somatório da renda de todas as regiões;

P_{ei} = densidade de rodovias pavimentadas na região de origem i ;

P_{ej} = densidade de rodovias pavimentadas na região de destino j ;

d_{ij} = distância entre a região de origem i e destino j .

A acessibilidade integral da região “ i ” (A_i) é igual ao somatório das acessibilidades relativas ($a_{ij} = (y_i P_{ei} + y_j P_{ej}) / d_{ij}^{1/2}$). A distância da região em relação a ela mesma (quando $i = j$) é igual a 1, considerada a menor distância. Optou-se pela unidade ao invés de zero por uma questão operacional, uma vez que essa variável está no denominador do índice. Neste caso, tem-se a maior acessibilidade relativa da região i , pois $d_{ij} = 1$, $y_i = y_j$ e $P_{ei} = P_{ej}$, logo, a acessibilidade relativa é igual a $2y_i P_{ei}$. Isso acontece porque se espera que o maior potencial de relação comercial se dê dentro da própria região.

A participação na renda é utilizada como *proxy* do nível de oportunidade potencial na origem e no destino, assim como Castro (2010) considera importação e exportação entre as regiões como fluxo de comércio. A densidade das rodovias pavimentadas no estado reflete a qualidade da rede de transporte no estado no qual a região está inserida. Assim, quanto maior a extensão de rodovias pavimentadas maior o acesso entre as regiões e maior a oportunidade de interação entre elas.

No entanto, quanto maior a distância entre as regiões maiores os custos de contato entre as atividades das mesmas. Assim, a distância física influencia negativamente a acessibilidade. Considera-se o inverso da raiz quadrada da distância porque, de acordo com trabalho de McCann (2001), existem economias de distância de maneira que os custos aumentam com a distância, mas em proporções cada vez menores (o foco é o frete e não o transporte de

indivíduos e passageiros). A distância considerada no trabalho é a menor distância rodoviária entre as regiões, considerando o melhor acesso.

Esse índice de acessibilidade é agregado não fazendo, por isso, distinção da acessibilidade entre as atividades. Além disso, considera somente um modal que, neste caso, é o rodoviário. A escolha do modal rodoviário se deu por ser ele o mais utilizado no Brasil, conforme já descrito no tópico anterior, e o único que serve todas as regiões pesquisadas³.

Aumentos na participação da renda das regiões de origem e destino influenciam positivamente o índice de acessibilidade. Isso significa que, tudo o mais constante, aumentos na participação da renda aumentam a acessibilidade aos mercados regionais. As densidades de rodovias pavimentadas nos estados de origem e destino também influenciam positivamente o índice. Quanto menor a distância entre o par origem/destino maior a acessibilidade relativa deste. O aumento do índice de acessibilidade (A_i) implica em melhora da acessibilidade. Enfim, quanto maior o índice " A_i " maior o nível de facilidade de acesso da localidade a mercados, regiões, serviços, dentre outros fatores.

3.1 – Aplicação do Índice de Acessibilidade para Macrorregiões no Nordeste, no Sudeste e no Centro Oeste do Brasil

O índice de acessibilidade, conforme a equação (21), foi aplicado para algumas macrorregiões brasileiras nas regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste nos anos de 1970, 1980, 1991 e 2000. A escolha do recorte territorial dessas macrorregiões seguiu a regionalização presente no estudo dos Corredores Estratégicos de Desenvolvimento (GEIPOT, 1999), no qual as microrregiões com acesso a infraestrutura comum são agrupadas em macrorregiões. Importa saber a maior ou menor acessibilidade

3 Através do modal rodoviário ocorre o maior fluxo de cargas e passageiros no Brasil. De acordo com dados do Anuário Estatístico dos Transportes, 96% dos passageiros (passageiros por Km) foram transportados pelas rodovias brasileiras em 1999. De acordo com dados do Ministério de Minas e Energia, em 1999, a estimativa da participação deste modal no consumo de diesel é de 87%, depois de ter sido deduzido o consumo nos modais ferroviários e aquaviários, o diesel utilizado na agricultura (principalmente tratores) e na geração de energia.

dessas macrorregiões às demais macrorregiões do país.

Esse recorte é bastante adequado por considerar como critério básico de recorte espacial a logística de transporte e seus principais fluxos. A delimitação das áreas se deu da seguinte maneira: observadas as áreas de influência dos corredores estratégicos⁴, cada uma foi dividida segundo os estados componentes e esses, por sua vez, em macrorregiões. O recorte contempla 54 macrorregiões, sendo 19 no Nordeste, 19 no Sudeste e 16 no Centro-Oeste⁵. Estas macrorregiões são formadas por grupamentos de microrregiões geográficas⁶ sendo que um dentre os municípios componentes foi eleito polo da macrorregião.

Os principais polos de cada estado foram identificados com base nos seguintes critérios: volume de atração e/ou geração de cargas; importância na economia da região; papel relevante na integração viária regional e nacional e o papel relevante como centro de intercâmbio comercial. As macrorregiões por Estado podem ser visualizadas no Quadro 1.

Após escolha do recorte regional, foi construída uma matriz de distância rodoviária origem-destino entre os polos. Os caminhos considerados sempre foram os das principais rodovias asfaltadas, no caso do Guia Quatro Rodas, e o do menor tempo de viagem, no caso das distâncias calculadas no Maplink⁷. O Maplink é um roteirizador de transporte que fornece a distância mínima entre duas localidades com a rota das rodovias utilizadas e suas condições por trechos escolhidos.

4 Os corredores estratégicos de desenvolvimento são entendidos como lugares ou eixos onde se viabilizam negócios, que se beneficiam de um complexo feixe de facilidades econômicas e sociais, destacando-se os sistemas troncais de transporte. Para todo o Brasil foram selecionados oito corredores: Corredor Extremo-Oeste, Corredor Norte, Corredor Oeste-Norte, Corredor Centro-Norte, Corredor Nordeste, Corredor Centro-Leste, Corredor Sudeste e Corredor Mercosul. (GEIPOT, 1999).

5 É importante ressaltar que para a compatibilização dos Censos, o Estado de Tocantins, constituído em 1988 e inserido na região Norte, está sendo considerado território da região Centro-Oeste.

6 Segundo definição do IBGE. Uma compatibilização foi feita para os Censos de 1970, 1980, 1991 e 2000. (CHEIN; LEMOS, 2004).

7 Esse serviço está disponível apenas para assinantes no site. Disponível em: <www.maplink.com.br>.

ESTADOS (por grandes regiões)	MACRORREGIÕES
Nordeste	
MA	São Luís, Imperatriz
PI	Teresina, Gilbués
CE	Sobral, Fortaleza, Juazeiro do Norte
RN	Mossoró, Natal
PB	Sousa, João Pessoa
PE	Salgueiro, Recife
AL	Maceió
SE	Aracaju
BA	Barreiras, Juazeiro, Salvador, Jequié
Sudeste	
MG	Montes Claros, Uberlândia, Patos de Minas, Belo Horizonte, Governador Valadares, Varginha, Juiz de Fora
ES	Vitória,
RJ	Campos dos Goytacases, Volta Redonda, Rio de Janeiro
SP	São José do Rio Preto, Ribeirão Preto, Bauru, Campinas, Presidente Prudente, Ourinhos, Itapeva, São Paulo
Centro Oeste	
TO	Araguaina, Gurupi, Palmas
MS	Corumbá, Campo Grande, Três Lagoas, Dourados
MT	Campo Novo do Parecis, Sorriso, Barra do Garças, Cuiabá, Rondonópolis
GO	Porangatu, Goiânia, Rio verde
DF	Brasília

Quadro 1 – Macrorregiões Brasileiras, por Estado

Fonte: GEIPOT (1999)

A densidade de estradas pavimentadas para os estados (P_e) foi calculada a partir dos dados de extensão de estrada pavimentada (em km) por estados apresentados no Anuário Estatístico do Brasil⁸ e a área de cada estado (em km²) do IBGE. Adotou-se a densidade por estado por não existir disponível informação que possibilitasse construir a densidade por microrregião. Os dados de renda foram obtidos dos Censos Demográficos de 1970, 1980, 1991 e 2000⁹. A participação da renda (y_i) é a proporção da renda da macrorregião (área de influência do polo) (Y_i) na renda total (Y) que é o somatório das rendas nas regiões NE, SE e CO.

Os resultados da aplicação do índice de acessibilidade nas macrorregiões estudadas podem ser observados na Tabela 1. A consistência desse resultado pode ser verificada através de sua comparação com informações sobre custo de transporte, pois há uma relação negativa entre acessibilidade e custo de transporte¹⁰, ou seja, maiores custos de transporte implicam menores índices de acessibilidade. Para essa comparação utilizaremos os dados, para cada município polo das macrorregiões, de custo mínimo de transporte até a cidade de São Paulo desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada para 1968, 1980 e 1995. Esse custo de transporte mínimo rodoviário foi obtido como função da distância e do custo operacional do tipo de pavimentação das rodovias federais e estaduais através de programação linear¹¹.

3.1 – Análise dos Resultados do Índice de Acessibilidade para Macrorregiões no Nordeste

A macrorregião de Recife (PE) apresenta a maior acessibilidade no Nordeste (Tabela 1 e Gráfico 1). Isso é explicado pela sua localização troncal estratégica na rede de transportes do Nordeste Setentrional. Além disso, dentre todas as macrorregiões nordestinas, apresenta a maior participação na renda em todos os períodos. Os indicadores de acessibilidade foram

34, 47, 79 e 88 em 1970, 1980, 1991 e 2000, respectivamente.

A segunda macrorregião de maior acessibilidade, em 1970, era Salvador, com acessibilidade igual 17. A partir de 1980 a macrorregião de Maceió (AL) superou Salvador, com acessibilidades 27 e 25, respectivamente. (Tabela 1 e Gráfico 1). Nesse caso, tem-se que Salvador apresenta maior participação na renda relativa e maior crescimento na participação da renda¹² que Maceió, mas a densidade rodoviária relativa conjuntamente à sua proximidade com outros mercados elevou sua acessibilidade. Conforme apresentado por Diniz (2002), a região metropolitana de Salvador, que é a região que polariza a macrorregião de Salvador, tem sua indústria muito concentrada no polo petroquímico de Camaçari e em alguns segmentos da indústria de bens de consumo como têxtil, vestuário e alimento, e tem encontrado dificuldades em atrair novos investimentos para a região.

De modo geral, o que se pode observar são as macrorregiões polarizadas pelas capitais estaduais apresentando os maiores índices de acessibilidade. Isso reflete o potencial de mercado e a centralidade das macrorregiões polarizadas pelas metrópoles estaduais.

A macrorregião de Natal foi a que apresentou maior crescimento na acessibilidade, não somente no Nordeste, mas em toda a região analisada, obtendo um crescimento de 274% no período. Essa macrorregião passou da posição de 35^o região de maior acessibilidade, em 1970, para a posição de 20^o em 2000. Isso se deveu principalmente a um crescimento de 550% na densidade de rodovias pavimentada do Rio Grande do Norte.

A macrorregião de menor acessibilidade do Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste¹³ é a macrorregião

8 Anuário Estatístico do Brasil 1971, 1981, 1992 e 2001.

9 A renda considerada é a renda total, pois é a única variável compatível em todos os Censos.

10 O índice de correlação calculado é igual a -0,66.

11 Castro; Carris e Rodrigues (1999).

12 A macrorregião de Salvador apresenta participação na renda total igual a 3,2%, 3,4%, 3,3% e 3,7% em 1970, 1980, 1991 e 2000, respectivamente. Isso representou um crescimento da participação na renda total de 15% no período. No caso de Maceió, a participação na renda total foi de 1%, 0,9%, 1% e 1,2% em 1970, 1980, 1991 e 2000, respectivamente. Isso representou um crescimento de 14,9% na participação relativa da renda. A densidade rodoviária de Alagoas ampliou-se, entre 1970 e 2000, em 411%, passou de 0,016 km/km² para 0,08 km/km², enquanto a da Bahia ampliou-se 351%, passou de 0,005 km/km² para 0,02 km/km².

13 Para mais informações sobre os indicadores de acessibilidade vide Souza (2007).

Tabela 1 – Índices de Acessibilidade das Macrorregiões em 1970,1980, 1991 e 2000 continua

MACRORREGIÃO	UF	1970	1980	1991	2000
São Luís	MA	9,93	12,82	18,64	21,7
Imperatriz	MA	10	11,43	16,63	16,81
Teresina	PI	9,79	15,63	18,78	19,56
Gilbués	PI	11	12,87	17,97	17,43
Sobral	CE	9,35	10,61	15,37	15,06
Fortaleza	CE	10,3	10,86	19,62	20,77
Juazeiro do Norte	CE	10,44	11,99	17,38	17,07
Mossoró	RN	10,42	13,48	20,85	22,52
Natal	RN	12,42	20,7	35,98	46,47
Sousa	PB	13,1	16,2	27,57	30,32
João Pessoa	PB	12,09	18,02	27,72	31,48
Salgueiro	PE	13,14	16,11	24,64	25,9
Recife	PE	33,67	47,21	79,13	88,22
Maceió	AL	15,86	27,22	44,9	48,19
Aracaju	SE	13,72	19,69	36,95	41,63
Barreiras	BA	12,07	13,59	20,05	19,63
Juazeiro	BA	11,87	14,37	21,07	20,93
Salvador	BA	16,63	24,83	40,76	44,53
Jequié	BA	15,94	20,59	29,5	30,88
Montes Claros	MG	19,17	21,2	29,61	29,18
Uberlândia	MG	23,07	28,33	41,86	45,59
Patos de Minas	MG	20,01	22,96	32,72	33,43
Belo Horizonte	MG	43,19	61,59	88,15	103,91
Governador Valadares	MG	24,43	29,32	38,53	39,35
Varginha	MG	33,71	40,28	56,99	61,94
Juiz de Fora	MG	35,97	41	53,54	51,73
Vitória	ES	26,7	40,67	67,46	82,86
Campos dos Goytacases	RJ	42,33	44,27	39,18	58,38
Volta Redonda	RJ	57,09	64,55	71,26	71,75
Rio de Janeiro	RJ	661,22	644,7	597,29	653,57
São José do Rio Preto	SP	48,79	52,04	84,9	95,06
Ribeirão Preto	SP	58,29	64,77	115,18	123,13
Bauru	SP	61,8	63,73	109,19	120,95
Campinas	SP	142,68	166,43	306,03	368,94
Presidente Prudente	SP	50,12	47,25	73,86	81,27
Ourinhos	SP	41,05	39,86	62,83	66,87
Itapeva	SP	35,34	37,03	58,03	61,44
São Paulo	SP	682,63	683,7	1138,95	1220,05
Araguaína	TO	10,49	11,71	17,23	17,14
Gurupi	TO	12,04	13,26	19,55	19,08
Palmas	TO	11,4	12,62	18,79	19,51
Corumbá	MS	12,36	13,22	19,36	18,47
Campo Grande	MS	14,38	15,75	24,48	24,25

Tabela 1 – Índices de Acessibilidade das Macrorregiões em 1970, 1980, 1991 e 2000 conclusão

MACRORREGIÃO	UF	1970	1980	1991	2000
Três Lagoas	MS	17,08	18,23	27,29	26,59
Dourados	MS	14,4	15,56	23,29	22,45
Campo Novo do Parecis	MT	10,29	11,12	16,56	16,07
Sorriso	MT	10,26	11,08	16,35	15,8
Barra do Garças	MT	12,77	13,84	20,46	19,86
Cuiabá	MT	11,55	12,73	20,19	20,38
Rondonópolis	MT	12,4	13,44	19,94	19,28
Porangatu	GO	12,92	14,44	21,32	21,34
Goiânia	GO	16,37	21,47	35,08	46,63
Rio Verde	GO	15,88	18,26	27,18	25,89
Brasília	DF	15,95	22,24	38	52,24

Fonte: Resultados da pesquisa.

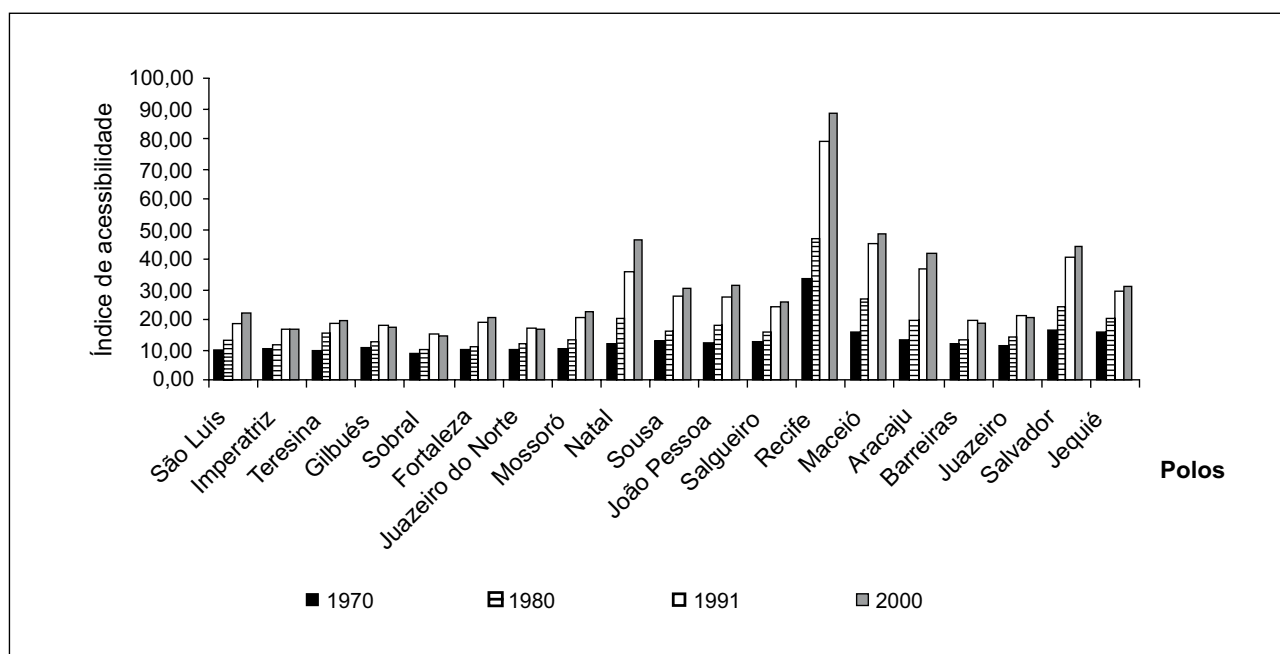


Gráfico 1 – Índice de Acessibilidade para a Região Nordeste, 1970, 1980, 1991 e 2000

Fonte: Com Base nos Resultados da Pesquisa.

de Sobral (CE), com acessibilidades iguais a 9, 11, 15 e 15 em 1970, 1980, 1991 e 2000, respectivamente. Essa macrorregião é polarizada pela cidade média de Sobral que foi classificada por Pereira e Lemos (2003) como um enclave agropecuário assim como Montes Claros (MG).

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da distribuição regional desigual de infraestrutura brasileira bem como da diversidade de cargas a serem transportadas, o presente trabalho desenvolveu um índice para ser utilizado como

indicador de transporte nos estudos regionais que pretendem relacionar a infraestrutura e o desenvolvimento regional brasileiro.

Esse indicador é o índice de acessibilidade que considerou em sua construção o impacto da distância, a densidade da rede rodoviária pavimentada e o potencial de mercado presente em cada região. Para a construção desse indicador é necessária uma matriz de distância origem/destino, o que permite que se leve em consideração o acesso de uma localidade a todas as demais. Desta forma, o índice de acessibilidade estará refletindo a facilidade de acesso aos sistemas de transporte, o que faz com que esse indicador seja mais complexo do que os indicadores de custo de transporte e custo logístico, sendo, por isso, mais adequado aos estudos regionais.

Ao calcular esse indicador para as macrorregiões do Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, para os anos de 1970, 1980, 1991 e 2000, verificou-se um aumento da acessibilidade coerente com a ampliação de infraestrutura e redução dos custos de transporte presentes no Brasil nas últimas décadas.

Esse indicador captou as diferenças de regiões compatíveis com o que está descrito na literatura de desenvolvimento regional brasileiro. As macrorregiões de maior acessibilidade são os polos primazes São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ). Além dos resultados esperados para as macrorregiões polarizadas por essas duas cidades primazes do país, é interessante observar que a participação na renda não é um fator determinante na classificação de acessibilidade. Cidades médias paulistas, como Ribeirão Preto e Bauru, possuem níveis de acessibilidade aos demais pólos regionais do país superiores a polos de grandes áreas metropolitanas como Belo Horizonte e Salvador, a despeito de possuírem massas de rendimentos bem inferiores.

Desta forma, o fator escala econômica é superado pelos fatores densidade e distância relativa, em função da interação inter-regional destes polos com os demais polos do Estado de São Paulo, em particular com a área metropolitana, e com polos contíguos de estados vizinhos. A macrorregião de menor acessibilidade está no Nordeste e é a macrorregião de Sobral.

Enfim, os resultados obtidos com a aplicação do índice servem como evidência da robustez da metodologia adotada para a construção do mesmo. Pode-se, portanto, apontar como características positivas deste índice de acessibilidade desenvolvido a facilidade em sua construção e de sua atualização bem como sua ampla utilização em estudos setoriais e regionais.

ABSTRACT

The aim of this paper is to develop an accessibility index that captured the specific features of the Brazilian economy and could be applied for studies that relate transportation infrastructure and regional development. The more used indicators are discussed such as: the transportation cost, the logistic cost and the index of accessibility as carry indicators, searching to identify its accuracy application. The context of the study is the deepening of the understanding on the adequacy of the indicators for the Brazilian reality, in some situations of scientific research and of the urban and regional planning. The indicator found is in accord to the literature of Brazilian regional development and shows that the participation in the income it is not a determinant factor in the accessibility classification.

KEY WORDS

Space Economy. Transportation. Inter regional Trade. Regional Development.

REFERÊNCIAS

ALLEN, W. B.; LIU, D.; SINGER, S. Accessibility measures of US metropolitan areas. **Transportation Research B**, v. 27, n. 6, p. 439-449, 1993.

ALMEIDA, A. **Hidrovia Tocantins-Araguaia: importância e impactos econômicos, sociais e ambientais segundo a percepção dos agentes locais**. 2004. 155 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

ALMEIDA, L. M. W.; GONÇALVES, M. B. Determinação de índices de acessibilidade a serviços escolares.

In: CONGRESSO PANAMERICANO DE ENGENHARIA DE TRÂNSITO E TRANSPORTE, 11., 2002, Gramado. **Anais...** Gramado: PANANM, 2002.

ARCELUS, F. J.; ROWCROFT, J. E. Freight rates for small shipments. **International Journal of Production Economics**, n. 30/31, p. 571-577, 1993.

BARROS, A. R.; RAPOSO, I. Dotação de infraestrutura como limitante para redução de disparidades regionais no Brasil (Compact Disc). In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS, 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2002.

BAUMOL, W.; VINOD, H. Na inventory theoretic model of freight transport demand. **Management Science**, v. 16, n. 7, p. 413-421, 1970.

BEILOCK, R. et al. Road conditions, border crossing and freight rates in Europe and Western Asia. **Transportation Quarterly**, v. 50, n. 1, p. 79-90, Winter 1996.

CANN, P. A proof of the relationship between optimal vehicle size, haulage length and the structure of distance-transport costs. **Transportation Research – Part A**, v. 35, p. 671-693, 2001.

CASTRO, N. Custos de transporte e comércio interestadual. In: MARTINS, R. S.; CAIXETA-FILHO, J. V. **Gestão logística do transporte de cargas**. São Paulo: Atlas, 2001. Cap. 3.

_____. Formação de preços no transporte de carga. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 33, n. 1, p. 167-189, 2003.

_____. **Logistic costs and Brazilian regional development**. [S.l.]: Social Science Research Network, 2004. Disponível em: <<http://www.nemesis.org.br/artigos/a0045.pdf>>. Acesso em: 2010.

CASTRO, N.; CARRIS, L.; RODRIGUES, B. Custos de transporte e a estrutura espacial do comércio interestadual Brasileiro. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 29, n. 3, p. 347-400, dez. 1999.

CHEIN, F. F.; LEMOS, M. B. **Proposta de compatibilização da malha municipal dos censos de 70, 80, 91 e 2000**. Belo Horizonte, 2004. Mimeografado.

CORRÊA JUNIOR, G. et al. Fatores determinantes do valor do frete e o caso das centrais de cargas. In: MARTINS, R. S.; CAIXETA-FILHO, J. V. **Gestão logística do transporte de cargas**. São Paulo: Atlas, 2001. Cap. 4.

DAVIES, J. E. Competition, contestability and the liner shipping industry. **Journal of Transport Economics**, v. 20, n. 3, p. 299-312, 1986.

DINIZ, C. C. **Capitalismo, recursos naturais e espaço**. 1987. 271 f. Tese (Doutorado em Economia) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1987.

_____. A nova configuração urbano-industrial no Brasil. In: KON, A. (Org.). **Unidade e fragmentação: a questão regional no Brasil**. São Paulo: Perspectiva, 2002.

FUJITA, M.; KRUGMAN, P.; VENABLES, A. J. **The spatial economy**. Cambridge: MIT Press, 1999.

GANNON, C.; LIU, Z. **Poverty and transport**. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/gtml//fpd/transport/publicat/twu-30.pdf>>. Acesso em: 2010.

GEIPOT. **Corredores estratégicos de desenvolvimento: relatório final**. Brasília, DF, 1999.

GOTO, M. **Uma análise de acessibilidade sob a ótica da equidade: o caso da região metropolitana de Belém**. 2000. 77 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

GUTIERREZ, J.; URBAN, P. Accessibility in the European Union: the impact of the trans-European road network. **Journal of Transport Geography**, v. 4, n. 1, p. 15-25, 1996.

- HARRIS, R. G. Economies of traffic density in the rail freight industry. **Bell Journal of Economics**, v. 8, n. 2, p. 556-563, Autumn 1977.
- HESSE, M.; RODRIGUE, J. P. The transport geography of logistics and freight distribution. **Journal of Transport Geography**, v. 12, p. 171-184, 2004.
- IBGE. **Anuário estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro, 1960-2001.
- _____. **Censo demográfico**. Rio de Janeiro, 1960-2001.
- INGRAM, D. R. The concept of accessibility: a search for an operational form. **Regional Studies**, v. 5, p. 101-107, 1971.
- JANELLE, D. G.; BEUTHE, M. Globalization and research issues in transportation. **Journal of Transport Geography**, v. 5, n. 3, p. 199-206, 1997.
- KIM, E.; HEWINGS, G. J. D. **An application of integrated transport network**: multiregional CGE model II: calibration of network effects of highway. Urbana: University of Illinois at Urbana-Champaign, 2003. 35 p. (Discussion Paper, REAL T-24).
- KOENIG, J. G. Indicators of urban accessibility: theory and application. **Transportation Research**, v. 9, n. 2, p. 145-172, 1980.
- KRUGMAN, P. Increasing returns and economic geography. **Journal of Political Economy**, v. 99, p. 483-499, 1991.
- KRUGMAN, P.; VENABLES, A. J. Globalization and the inequality of nations. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 110, n. 4, p. 857-80, 1995.
- LIMÃO, N.; VENABLES, A. J. **Infrastructure, geographical disadvantage and transport costs**. [S.l.: s.n.], 2002. Disponível em: <<http://econ.lse.ac.uk/staff/ajv/nltv.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2004.
- MARTINS, R. S.; CYPRIANO, L. A. **Logística pública**: discussão e evidências dos impactos dos sistemas de transporte para os agronegócios brasileiros e para o desenvolvimento regional. [S.l.], 2004. Mimeografado.
- MCCANN, P. A proof of the relationship between optimal vehicle size, haulage length and the structure of distance-transport costs. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 35, n. 8, p. 671-693, Sept. 2001.
- NIELSEN, L. D. et al. Freight transport growth: a theoretical and methodological framework. **European Journal of Operational Research**, v. 144, p. 295-305, 2003.
- PEDERSEN, P. O. Freight transportation under globalisation and its impact on Africa. **Journal of Transport Geography**, v. 9, p. 85-99, 2001.
- PEREIRA, F.; LEMOS, M. B. Cidades médias brasileiras: características e dinâmicas urbano-industriais. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 33, n. 1, p. 127-165, abr. 2003.
- PUGA, D. The rise and fall of regional inequalities. **European Economic Review**, v. 43, p. 303-334, 1999.
- RAIA JUNIOR, A.; SILVA, A. N. R.; BRONDINO, N. C. M. Comparação entre medidas de acessibilidade para aplicação em cidades brasileiras de médio porte. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 11., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPET, 1997.
- RIGOLON, F. J. Z.; PICCININI, M. S. **Investimento em infra-estrutura e a retomada do crescimento econômico**. Rio de Janeiro: BNDES, 1997. (Texto para Discussão, 63).
- SAMUELSON, R. **Modelling the freight rate structure**. [S.l.]: MIT, 1977. (CTS Report 77-7).
- SANCHES, S. P.; FERREIRA, M. A. G. Avaliação do padrão de acessibilidade em um sistema de transporte

de alunos na Zona Rural. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 17., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPET, 2003. V. 2.

SANTOS, A. C.; ZANDONADE, E.; CAMPOS, V. B. G. Proposta de um modelo para análise de acessibilidade no transporte de cargas. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 18., Florianópolis. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPET, 2004.

SOUSA, F. L. A localização da indústria de transformação brasileira nas últimas três décadas. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS, 2., São Paulo, 2002. **Anais...** São Paulo, 2002. Compact Disc.

SOUZA, C. C. A. **Nova geografia econômica**: três ensaios para o Brasil. 2007. 130 f. Tese (Doutorado em Economia) – CEDEPLAR, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SPADY, R.; FRIEDLAENDER, A. Hedonic cost functions for regulated trucking industry. **Bell Journal of Economics**, p. 154-79, Spring 1978.

VIECKMAN, R. W. Accessibility attraction and potential: a review of some concepts and their use in determining mobility. **Environment and Planning**, v. 6, p. 675-691, 1974.

WINSTON, C. Conceptual development in the economics of transportation: an interpretive survey. **Journal of Economic Literature**, v. 23, n. 1, p. 57-94, 1985.

Recebido para publicação em: 15.07.2008.