

O ISOLAMENTO GEOECONÔMICO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO NORTE DO BRASIL: UMA PROPOSTA PARA QUANTIFICÁ-LO

Renilson Rodrigues da Silva

Doutor em Economia Aplicada pela Universidade de São Paulo (USP)

Professor da Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ)

E-mail: renilsonsilva@uol.com.br

Antonio Páez

Associate Professor, School of Geography & Earth Sciences, Mc Master University, ON, Canada.

Associate Member of Civil Engineering.

E-mail: paezha@univmail.cis.mcmaster.ca

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo propor e estimar um indicador de acessibilidade para a Região Norte do Brasil, no nível municipal, entre os anos de 1980 e 2000. Visa, também, analisar como este indicador está sendo alterado naquela região, associando-o com a mudança nos padrões das populações rurais e urbanas. A hipótese que norteia esse objetivo é de que a melhoria do índice de acessibilidade, através dos investimentos em infraestrutura de transporte, contribuiu para o deslocamento da população rural rumo às zonas urbanas. Essa mudança tem como justificativa a busca da população por melhores condições de vida, já que na região como um todo, são encontrados os piores indicadores socioeconômicos. Para tanto, se utilizará Sistema de Informações Georreferenciadas. Os resultados mostraram que, de fato, houve um esvaziamento da população rural rumo às zonas urbanas e que essa mudança foi causada pela melhoria da acessibilidade. Os municípios que têm maior acessibilidade são também aqueles que mais atraíram a população das zonas rurais. De maneira geral, a melhoria do índice de acessibilidade, resultante de investimentos em infraestrutura, influenciou os movimentos populacionais, sobretudo no descolamento da população rural para as zonas urbanas, fortalecendo, inclusive, a concentração da população nas capitais.

Palavras-chave: Acessibilidade; Potencial de mercado; Região Norte.

Classificação JEL: O15; Q56; R12; R41.

ABSTRACT: This paper has goal to propose and estimate an accessibility index to North Region of Brazil at the level at municipalities, between 1980 and 2000. It also aims to analyze how this indicator is being changed in that area, associating it with the changing patterns of rural and urban areas. The central hypothesis is that improvement in the accessibility through transportation infrastructure investments has contributed to the displacement of rural population to urban areas. This shift is justified by the pursuit of population for improved living conditions since the region as a whole are found the worst socioeconomic indicators. For this, it was used System georeferenced information. It was found that, in fact, there was a depletion of the rural population towards urban areas and that this change was caused by the improvement of accessibility. The municipalities that have high accessibility are also those most attracted people from rural zones. In general, improving in the accessibility index as a resulting of infrastructure investments influenced population movements, especially in the displacement of rural population to urban areas, including strengthening the concentration of population in the capital.

Keywords: Accessibility; Market potential; North Region.

JEL Code: O15; Q56; R12; R41.

1. Introdução

Qual seria um indicador capaz de quantificar o grau de isolamento dos municípios da Região Norte do Brasil levando em conta suas características geográficas e econômicas? Esse indicador, também conhecido como índice de acessibilidade ou potencial de mercado, é desenvolvido neste trabalho. Tem como função básica servir de ferramenta para subsidiar a aplicações de políticas públicas que visem o desenvolvimento socioeconômico. Em particular, auxilia na identificação de localidades que precisam de investimentos em infraestrutura de transporte para ter melhor acesso aos mercados.

A Região Norte abrange uma área total de 3,9 milhões de quilômetros quadrados, a qual equivale a cerca de 42,3% do território brasileiro. Essa Região é composta por sete Estados, divididos em 449 municípios (situação em 2000). Nas últimas duas décadas, nota-se aumento substancial da participação do Produto Interno Bruto - PIB dessa região no PIB nacional. Em 1985, seu PIB correspondia a 4,2% do nacional e em 2006 essa importância subiu para 5,1%, com incremento de 21,4% nessa participação. Sua população apresentou também crescimento expressivo. No censo de 1985, ela representava 6,21% da população brasileira, já em 2006 esse percentual subiu para 8,04%, incremento de 29,5% nessa participação (IBGE, 2008).

Nas últimas décadas, o fluxo migratório interno e externo tem se intensificado em direção às zonas urbanas da Região Norte. Essas zonas urbanas apresentam forte desigualdade, com alta concentração da população em algumas capitais. Manaus, por exemplo, detém 51% da população do Estado do Amazonas; Macapá, 59,8% da população do Amapá; Boa Vista, 62% da população de Roraima; Rio Branco, 46% da população do Acre. O Estado com a população melhor distribuída é Tocantins. Além das capitais, há centros urbanos com população atual acima de 100 mil habitantes, como Ji-Paraná, em Rondônia; Parintins no Amazonas; Santarém e Marabá no Pará; Santana no Amapá; e Araguaína no Tocantins. Nota-se, também, que houve certo esvaziamento da população rural entre 1980 e 2000. Em parte, isso pode ser atribuído à busca por melhores oportunidades nos centros urbanos, em termos de emprego, melhores salários e acesso a bens e serviços. Por outro lado, é possível que a lucratividade da produção agropecuária tenha piorado em algumas localidades, tanto pelo cumprimento de legislação ambiental, como pelo preço do uso do solo ou pelas dificuldades de escoamento da produção (SILVA; BACHA, 2011).

Pelo exposto, as dificuldades de acesso dos municípios da Região Norte parecem ser um dos principais gargalos para seu crescimento ordenado e com equidade. Para avaliar esse panorama e evidenciar como o sistema de transporte o afeta, deve-se considerar, primordialmente, os impactos que os investimentos em infraestrutura de transporte ocasionaram na região em questão. A partir dessa evidência, torna-se possível discutir políticas públicas a serem elaboradas que visem reduzir as desigualdades regionais no norte do país. No contexto do desenvolvimento territorial, a infraestrutura de transporte - em termos de capacidade, conectividade, velocidade em cada um dos modais, por exemplo - determina a qualidade de uma localização em relação a outras, ou seja, a vantagem competitiva dos locais, geralmente medida como acessibilidade. Investimentos em infraestrutura de transporte que melhorem a acessibilidade conduzem a mudanças na qualidade da localização e pode induzir alterações nos padrões de desenvolvimento espacial.

Dessa forma, faz-se necessária a construção de um indicador de acessibilidade - que ainda não existe - como medida de potencial de mercado para cada um dos municípios da Região Norte. Esta medida deve captar as diferenças geográficas na região, que se refletem na intermodalidade do seu sistema de transporte. Com o uso desse indicador será possível identificar as vantagens locais, bem como de potencial econômico de cada um dos municípios da região em análise. Neste sentido, será possível determinar em que nível a dinâmica populacional ocorrida nas últimas décadas foi ocasionada pelas mudanças no nível de acessibilidade. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é de propor e estimar um indicador de acessibilidade, no nível municipal, entre 1980 e 2000 e analisar como este está sendo alterado na Região Norte, associando-o com a mudança nos padrões das populações rurais e urbanas. A hipótese é de que a melhoria do índice de acessibilidade contribuiu

para o deslocamento da população rural para as zonas urbanas em busca de melhores condições de vida.

Além dessa introdução, este artigo compõe-se da seção dois em que se apresenta a revisão da literatura. Na seção três são expostos os arcabouços teóricos e analíticos a partir do qual este trabalho está fundamentado, bem como a proposta de cálculo de um indicador de acessibilidade no nível municipal que capte as diferenças intra-regionais. Na seção quatro é apresentada a metodologia utilizada para calcular o índice de acessibilidade. Na seção cinco são apresentados os resultados e discussões. A seção final apresenta as conclusões do trabalho.

2. Uma breve revisão da literatura relevante

2.1. Crescimento econômico, infraestrutura e desmatamento

A partir dos anos 90, o cenário econômico e social da Região Norte sofreu profundas modificações e, com isso, houve maior preocupação em pesquisas direcionadas a estudar fenômenos do crescimento econômico ligadas aos aspectos do isolamento geográfico, tratando, principalmente, da logística e do desmatamento. A questão logística sempre representou um dos maiores problemas. A distância em relação aos grandes centros econômicos do país dificulta o acesso e escoamento da produção e de pessoas, especialmente aquelas que dependem somente do transporte fluvial. Com isso, foram realizados estudos objetivando integrar a Amazônia através da melhoria da infraestrutura de transporte. Sant'Anna (1998) detalha a malha viária da região e demonstra as limitadas alternativas de transporte, sugerindo diretrizes para uma rede de transportes e suas ligações com o exterior.

As tentativas de integração da Amazônia ao resto do Brasil passam, invariavelmente, pela melhoria do sistema de transporte. Isso implica a construção de rodovias que irão induzir o crescimento econômico. No entanto, a preocupação com o desmatamento da floresta, por conta das políticas de desenvolvimento, atraiu a atenção de pesquisadores ao redor do mundo, buscando associar o desflorestamento com o crescimento econômico. As pesquisas foram direcionadas para os efeitos das políticas públicas, associando o desmatamento à infraestrutura de transporte, ao processo de urbanização e uso do solo. Utilizando imagens de satélite, Pfaff (1994) procurou explicar os condutores do processo de crescimento econômico, concluindo que municípios com acesso a transporte rodoviário apresentaram mais áreas desmatadas e isso gerou efeitos de desmatamento nos seus vizinhos.

A construção das rodovias viabilizou a migração para o norte do país e o consequente aumento populacional em zonas urbanas. Aplicando técnica de análise exploratória de dados, Kampel *et al.* (2001) avaliou o processo de urbanização da Amazônia de 1850 a 1990, ocasionado pela expansão da fronteira agrícola e pelos investimentos em infraestrutura de transporte. Andersen *et al.* (2002), além de revisarem os principais projetos de impactos na Amazônia, inclusive o de construção de rodovias, utilizaram métodos econométricos para analisar seu crescimento e desenvolvimento econômico, explicando o desmatamento por essas variantes. Avaliaram, também, as emissões de carbonos, custos e benefícios do desmatamento e as formas de extrativismo como alternativas ao desmatamento. De outro lado, Silva (2009) avaliou a distribuição da pobreza no Amazonas utilizando análise espacial de dados. Constatou que grande parte da pobreza naquele Estado é derivada do seu isolamento geográfico.

Toda a discussão apresentada, subjacente ao crescimento da Amazônia, parece ter um fator comum, que é a acessibilidade pautada no desenvolvimento de uma localidade.

2.2. Acessibilidade e algumas aplicações

As pesquisas no campo da acessibilidade têm ocorrido com frequência ao redor do mundo. O indicador de acessibilidade é uma importante medida para avaliação de políticas públicas. Entretanto, sua metodologia de mensuração é ampla, variando em cada contexto. Para avaliar o impacto da acessibilidade no programa de construção de autoestrada na Espanha, Holl (2007) faz uma análise

exploratória de dados espaciais. Além deste, Spiekermann e Wegener (2006) avaliaram a acessibilidade para toda a Europa; Há também pesquisas com o uso da acessibilidade para avaliar a distribuição da atividade econômica na Ásia, caso de Paez (2004); e a distribuição da acessibilidade aos mercados nos Estados Unidos por O'Kelly e Horner (2003). No Brasil há poucos trabalhos envolvendo indicadores de acessibilidade e estes estão, principalmente, relacionados à infraestrutura e à atividade econômica. A maioria das pesquisas envolve temas localizados em cidades, ou mesmo em bairros. Aplicações mais recentes e num ambiente macro são vistos em Castro (2004) e Souza (2007).

Para avaliar os impactos da rede de transporte no comércio interestadual no Brasil, Castro (2004) desenvolveu um indicador de acessibilidade que oferece uma medida de separação entre os Estados. O índice consiste em calcular uma média ponderada das distâncias entre as capitais através da rede de transportes (Dij). Na maioria dos casos prevalece a distância rodoviária, mas para os Estados da Região Norte, as rotas normalmente combinam as ligações rodoviárias e fluviais. Apesar da simplicidade e facilidade de cálculo do indicador, este considera o multimodal da Região Norte como uma única distância. Isso não capta, por exemplo, a diferença de custo e de tempo entre os modais. O autor concluiu que nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, consideradas regiões periféricas, no final da década de 1990 o preço da logística era substancialmente mais elevado que nos demais Estados da Federação por falta de investimentos em infraestrutura.

Souza (2007) mediu a acessibilidade para as macros regiões brasileira Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste para o período de 1970 a 2000, considerando as desigualdades regionais e avaliando o impacto da infraestrutura de transporte. O modelo seguido pela autora foi o de potencial de mercado, na mesma linha de Castro (2004), com a diferença que acrescentou ao modelo a densidade da rede de transporte. O detalhe desse indicador é que o mesmo considera apenas um único modal, o rodoviário. A autora concluiu que houve aumento da acessibilidade em consonância com o crescimento econômico das referidas regiões, bem como ampliação da infraestrutura de transporte.

Pesquisas envolvendo a região amazônica foram feitas por Tobias (1999), que utilizou um indicador de acessibilidade, do tipo potencial de mercado, para discutir política de planejamento de transporte na região oeste do Estado do Pará. Goto (2000) avaliou a acessibilidade ao transporte para a população na região metropolitana da cidade de Belém, aplicando SIG-Sistema de Informação Geográfica. Esse autor utilizou o modelo gravitacional e de separação espacial para criar dois índices de acessibilidade, constatando que há tendência de maior acessibilidade para populações com renda mais elevada. O autor também identificou áreas que carecem de maiores investimentos em infraestrutura para a rede viária básica.

3. Acessibilidade e seus indicadores

Há décadas, o conceito de acessibilidade tem sido objeto de atenção de diversas áreas do conhecimento científico, porém, não parece existir uma definição geralmente aceita. A acessibilidade é um daqueles conceitos que parecem ser de fácil compreensão. Não obstante, ao medi-la a compreensão do conceito torna-se mais difícil e talvez por isso haja uma vasta literatura sobre o tema. Contudo, uma das definições mais bem aceitas de acessibilidade é a de Rangel e Alanis (2006), que atribui à acessibilidade a facilidade com que se pode alcançar determinado local (destino) a partir de outros pontos de certo território (origem), a qual sintetiza as oportunidades de contato e interação entre determinadas origens e destino. Nessa linha, Linneker e Spence (1992) afirmam que os conceitos de acessibilidades tratam da preocupação com as oportunidades disponíveis às pessoas e às empresas em alcançar lugares nos quais elas possam realizar suas atividades, tais como trabalho, compras, educação, recreação e oferta de produtos. Assim, o conceito de acessibilidade usa os efeitos de impedância da distância¹, tempo e custos de transportes generalizados para produzir medidas de acessibilidade para cada localização em uma área relevante.

¹ Genericamente, significa uma medida de impedimento ou oposição a algo. Em análise geoespacial, trata-se dos modelos de decaimento da distância, que são aqueles em que a distância é introduzida como uma função inversa de alguma força.

O conceito de acessibilidade foi introduzido na economia regional por Harris (1954) sob a forma de potencial de mercado, que inclusive serviram de base para os trabalhos posteriores de Krugman na formulação da Nova Geografia Econômica. Utilizando a teoria gravitacional, esses autores demonstraram que o potencial de mercado é determinado pela distância e pelo tamanho do mercado em localizações alternativas. Comparado com as medidas de custo de viagens, as medidas de acessibilidade do mercado potencial consideram que a maior distância dos destinos proporciona diminuição de oportunidades. A atração de um destino aumenta com o tamanho, mas diminui com a distância (LINNEKER; SPENCE, 1992). Assim, tem-se o seguinte indicador:

$$A_i = \frac{\sum_j W_j}{c_{ij}^a} \quad (1)$$

em que A_i^2 é o potencial de mercado ou a acessibilidade da área i ; W_j é a medida da massa ou o mercado potencial na área j ; c_{ij} é a medida de impedância, equivalente ao custo de transporte de i para j ; e a é um expoente que em geral assume-se ser igual a 1.

A característica do modelo acima o levou a uma ampla utilização para estudos de acessibilidade abordados a partir de uma perspectiva econômica. O pressuposto subjacente no uso deste modelo é que as regiões com melhor acesso aos mercados têm maior probabilidade de serem economicamente bem sucedidas. Contudo, Linneker e Spence (1992) destacam algumas críticas ao modelo acima, apontando sua fragilidade em relação ao tamanho da área, escolha de variáveis de atratividade e valores do termo de impedância. Apesar das críticas, o modelo tem sido aprimorado e extensivamente utilizado, conforme revisão de López *et al.* (2008).

Os aprimoramentos dos indicadores de acessibilidade se estenderam às análises com dados georreferenciados, podendo ser utilizados para explorar questões espaciais da população em um ambiente *Geographic Information System (GIS)*. O'Kelly e Horner (2003), para avaliar a mudança populacional dos Estados Unidos, modelaram a acessibilidade usando uma função exponencial da seguinte forma:

$$A_i = \sum_j W_j \exp(-\alpha c_{ij}) \quad (2)$$

em que A_i é a acessibilidade da região i ; W_j é o potencial a ser alcançado na região j ; α é o parâmetro de decaimento exponencial da distância c_{ij} . Este, inclusive, será o indicador de referência utilizado neste trabalho.

3.1. Acessibilidade e a infraestrutura de transporte

O importante papel da infraestrutura de transportes para o desenvolvimento das condições físicas de determinado espaço, na sua forma mais simplificada, implica que as áreas com melhor acesso aos locais de bens e serviços serão, *ceteris paribus*, mais produtivas, mais competitivas e, conseqüentemente, terão mais êxito que as áreas mais remotas e isoladas. Alguns trabalhos nesse campo identificaram que há correlação positiva entre a dotação de infraestrutura e os níveis de indicadores econômicos, tais como PIB *per capita* e crescimento populacional, por exemplo, que tem se mostrado boa alternativa frente às dificuldades de mensuração (KEEBLE *et al.*, 1982). Destaca-se, no entanto, que as melhorias do sistema de transporte têm fortes impactos sobre o desenvolvimento regional somente quando resultar na eliminação de um algum gargalo. É nesse contexto que está inserida a Região Norte, cujo sistema de transporte era e ainda é deficiente, sendo apontado como o principal gargalo de desenvolvimento daquela região.

² O nome da equação (1) como Potencial de Mercado é devido à soma que se faz, de todos os mercados potenciais, do lado direito da equação. Em geral, usa-se o PIB ou a população para medi-lo.

Alguns pesquisadores argumentam que políticas de desenvolvimento regional baseadas na criação de infraestrutura em regiões menos desenvolvidas da Europa não conseguiram reduzir as disparidades regionais. Outros sinalizam que precisa ser apurado se, de fato, a redução das barreiras entre as regiões não favoreceu as periferias. Do ponto de vista teórico, os dois efeitos podem ocorrer. Uma nova rodovia que faça a conexão entre uma região periférica e uma região central, por exemplo, facilita a comercialização dos produtos da periferia nas grandes cidades. Por outro lado, essa acessibilidade pode expor a região periférica a uma competitividade mais acirrada de produtos mais avançados a partir do centro (VICKERMAN; SPIEKERMANN; WEGENER, 1999).

O debate acima deixa clara a importância que a infraestrutura de transporte exerce no desenvolvimento de uma localidade. Por conseguinte, se há boa infraestrutura de transporte, há melhor acessibilidade. Do ponto de vista regional, a acessibilidade desempenha importante papel para o desenvolvimento e distribuição da atividade econômica, logo, da localização das firmas e das pessoas. Os estudos de acessibilidade consideram que a inter-relação entre a população, atividade econômica e infraestrutura de transporte geram complementaridades essenciais para impulsionar as atividades pré-existentes. Impulsiona também o dinamismo dos atores locais, bem como a localização das atividades externas que promovem o desenvolvimento regional, tendo consequências sobre o crescimento da população (FUJITA *et al.*, 2002).

3.2. Modelo do indicador de acessibilidade proposto para a Região Norte do Brasil

O debate sobre os conceitos de acessibilidade, sua importância e aplicabilidade reforçam a necessidade de ter um indicador dessa natureza para a Região Norte. Nela, há concentração da atividade econômica em poucas cidades e estas, por sua vez, estão em desvantagem aos principais centros urbanos do país. De maneira direta, o acesso das cidades da Região Norte aos grandes mercados é dificultado pela distância geográfica, que pode ser uma das principais causas das desigualdades lá evidenciadas.

Um índice de acessibilidade para a Região Norte deve levar em conta o sistema multimodal da região, que neste trabalho são os modais rodoviário, fluvial e aéreo. Não obstante exista o modal ferroviário, o mesmo não foi aqui considerado, pois somente os Estados do Pará e Amapá possuem ferrovias que, por sua vez, chegam a poucos municípios, tornando-se irrelevantes para efeitos de análise. Por conseguinte, é preciso que o indicador capte os efeitos das longas distâncias em relação aos maiores mercados e que também compense essa deficiência na medida em que determinado município tenha mais conexões, isto é, que tenha disponível mais de um modal de transporte. Se um município está muito distante de um grande mercado, por exemplo, esse obstáculo pode ser superado caso ele tenha a opção de escolha pelo modal aéreo e isso precisa ser considerado no modelo.

Para o cálculo da distância entre as cidades, serão utilizados apenas dois modais, o rodoviário e o fluvial, porque estes são interligados geograficamente dentro da Região Norte, enquanto que o modal aéreo não o é³. No entanto, o modal aéreo e suas combinações de intermodalidade serão computados como uma vantagem de conexão, ou seja, apenas como uma opção a mais de transporte. Por isso, o modal aéreo será incorporado no modelo de forma ponderada, por um índice de flexibilidade discutido mais adiante, que aumentará ou diminuirá o índice de acessibilidade se um município tiver ou não aeroporto. Assim, primeiramente cria-se um Índice de flexibilidade, que relativiza o tempo de transporte de cada modal e dá vantagem a municípios com mais de uma conexão ou modal disponível. São seis os tipos de conexões de transporte que um município da Amazônia pode ter: *i*) rodovias, rios e aéreo; *ii*) rodovias e rios; *iii*) rios; *iv*) aéreo e rios; *v*) rodovias; *vi*) rodovias e aéreo.

Do ponto de vista da escolha econômica, determinado município poderia escoar sua produção via fluvial, que tem custo notadamente menor. A população poderia também escolher se locomover

³ O sistema multimodal mais comum utilizado na Região Norte é o rodo-fluvial, daí a razão em utilizar essa intermodalidade para o cálculo das distâncias. A intermodalidade rodo-aérea é de pouca aplicabilidade, sendo mais utilizada a partir das capitais da região para o resto do Brasil, mas não entre as cidades da própria região.

por este único modal (conexão 3). Porém, o fator tempo, muitas das vezes, inviabiliza essa escolha exclusiva. Por outro lado, se a escolha fosse feita pelo tempo, o modal aéreo seria o preferido, contudo, os custos são elevados. Por essa razão que grande parte dos municípios da Amazônia opta pela intermodalidade, que é a combinação de modais diferentes, em particular, o rodo-fluvial (conexão 2). A questão a ser definida é como essa escolha pode influenciar no Índice de acessibilidade. A figura a seguir mostra a estrutura dos transportes na Região Norte sob o prisma da análise de benefício-custo. Neste caso, comparam-se baixos custos com tempo de viagem maior ou vice-versa e também com a flexibilidade que cada combinação pode oferecer.

Figura 1 - As relações de custos e benefícios dos modais de transportes da Região Norte

Rodoviário e Fluvial	Fluvial	Aéreo e Fluvial	Rodoviário	Rodoviário e Aéreo	Rodoviário, Fluvial e Aéreo
<ul style="list-style-type: none"> • Média flexibilidade • Custos médios • Tempo de viagem de médio a alto 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa flexibilidade • Baixos custos • Tempo de viagem elevado 	<ul style="list-style-type: none"> • Média a baixa flexibilidade • Custos médios • Tempo de viagem médio . 	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa flexibilidade • Custos médios • Tempo de viagem médio 	<ul style="list-style-type: none"> • Média flexibilidade • Custos de médios a altos • Tempo de viagem de médio a baixo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Média a alta flexibilidade • Custos de médios a alto • Tempo de viagem de médio a baixo

Fonte: Elaboração própria.

A proposta aqui é de relativizar a vantagem que um município pode ter dependendo dos modais disponíveis. Se certo município tem os três modais, sua flexibilidade de escolha é maior. Por outro lado, dispondo de um único modal, sua flexibilidade é menor. Para obter o Índice de Flexibilidade ou, em outras palavras, um número que represente a vantagem de um município ter mais ou menos conexões, é preciso adotar alguns procedimentos que compreende a ponderação dos tempos de viagens entre os três modais.

Seja uma distância D^4 , em quilômetros, do município i ao destino j que pode ser percorrida por intermodalidade. Para efeitos de comparabilidade, a distância percorrida por cada um dos meios de transporte (modais) deve ser a mesma. Assim, D é dividida pela quantidade de conexões N disponíveis no município i . Desse modo, obtém-se a mesma distância fictícia para cada um dos modais. Em seguida, obtém-se o tempo de viagem de cada um dos modais, dividindo a distância pela velocidade média V de cada modal m .

Conforme informações da empresa Proa, que atua no sistema de transporte fluvial da região, o tempo de transferência θ de um modal m a outro leva aproximadamente duas horas. Logo, se um município tem disponibilidade N de três modais e utiliza o sistema intermodal, no máximo serão adicionadas quatro horas, que equivalem a duas horas de transferência do rio para a rodovia e da rodovia para o aeroporto, por exemplo. O resultado é o tempo total τ gasto na viagem, utilizando a disponibilidade/conectividade N do município i .

$$\tau_{Ni} = \sum \left[\frac{D_{ij}}{N_i} / V_m + \theta \right] \quad (3)$$

em que m é o tipo de modal (fluvial, aéreo ou rodoviário); D_{ij} é a distância percorrida de i a j ; N_i é a quantidade de modais disponíveis no município; V_m é a velocidade média do modal m ; e θ é o tempo gasto na transferência de um modal para outro.

⁴ Usa-se a letra D para diferenciar a distância desse cálculo (que é arbitrária) daquela utilizada no índice de acessibilidade, que é real.

Obtido o tempo de viagem por conectividade τ , este será comparado a cada um dos outros grupos de conectividade, cujos coeficientes são os valores relativos de um conjunto de conectividade em relação aos outros, gerando a seguinte matriz 6 x 6:

$$\Phi = \begin{bmatrix} \frac{\tau_1}{\tau_1} & \dots & \frac{\tau_1}{\tau_6} \\ \frac{\tau_1}{\tau_1} & \dots & \frac{\tau_6}{\tau_6} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\tau_6}{\tau_1} & \dots & \frac{\tau_6}{\tau_6} \\ \frac{\tau_1}{\tau_1} & \dots & \frac{\tau_6}{\tau_6} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Por meio dessa matriz tem-se a comparação entre os modais. A soma das linhas da matriz Φ corresponde à soma de todas as vantagens/desvantagens de um modal em relação a outro (vantagem/desvantagem do modal rodoviário em relação ao fluvial, por exemplo). A soma de cada linha dividida pela soma total da matriz fornece um índice global de comparações. Isto é, tem-se a participação relativa de todas as vantagens/desvantagens de cada tipo de modal. No entanto, para gerar um número que aumente ou reduza o índice de acessibilidade havendo mais ou menos disponibilidade de modais, é preciso subtrair este número de 1. Este será o Índice de Flexibilidade γ_m que varia de 0 a 1 e será o divisor do tempo de viagem do município i ao município j . Este índice mostrará a vantagem ou não, que um município pode ter caso seja possível realizar algumas das seis combinações de modais. Assim:

$$\gamma_m = 1 - [\sum_{l=1}^6 \tau_{lc} / \sum_{l=1}^6 \sum_{c=1}^6 \tau_{lc}] \quad (5)$$

na qual, γ_m é o Índice de Flexibilidade do modal m ; τ é o tempo total de viagem de um modal em relação a outro.

Tomando o Índice de acessibilidade A_i ou potencial de mercado de (2), tem-se:

$$A_i = \sum_j W_j \exp(-\alpha c_{ij}) \quad (6)$$

onde A é o potencial de mercado do município i , W é a população do mercado potencial a ser alcançado em j , c é a distância do município i ao mercado potencial j e o coeficiente α é o parâmetro de decaimento exponencial da distância c_{ij} . A distância c é obtida como segue:

$$c_{ij} = \left[\frac{D_{ijr}}{V_r} + \frac{D_{ijf}}{V_{rf}} + \theta \right] / \gamma_m \quad (7)$$

em que D_{ijr} é a distância do município i ao município j pelo modal rodoviário r ; D_{ijf} é a distância de i a j pelo modal fluvial f ; θ é o tempo de transferência entre os modais. Dividindo c_{ij} pelo Índice de Flexibilidade (18) e depois pelo mercado de referência W_{jR} , obtém-se o Índice de Acessibilidade ou Potencial de Mercado para os municípios da Região Norte.

$$A_i = \frac{\sum_j W_j^{-\alpha c_{ij}}}{W_{jR}} \quad (8)$$

Pela formulação acima, quanto maior é o valor de $-\alpha c_{ij}$, menor é a acessibilidade do município e quanto menor é $-\alpha c_{ij}$, melhor é a acessibilidade do município i . A ponderação pelo mercado potencial de referência W_{jR} visa comparar o Índice de Acessibilidade das cidades da Amazônia com o maior Índice de Acessibilidade possível, dentro das fronteiras do Brasil, que neste caso será a Capital São Paulo, dado que este é o maior mercado consumidor brasileiro. O Índice de Acessibilidade resultante pode ser interpretado como o percentual de acesso aos mercados dos municípios da RN em relação ao maior mercado consumidor do Brasil. No índice de acessibilidade,

a soma dos mercados potenciais ($\sum_j W_j$) leva em conta todos os municípios da Região Norte com população acima de 100 mil habitantes mais a capital São Paulo. A função custo de transporte, por sua vez, tem como equivalente no índice de acessibilidade, a função exponencial de decaimento da distância, representada pela expressão $\frac{-\alpha c_{ij}}{\gamma_m}$. Desse modo, na medida em que se aumenta a distância, o acesso aos mercados potenciais diminui e vice-versa.

4. Dados e metodologia

4.1. A matriz de tempo de viagem e a função de impedância

A equação (8) permite calcular um indicador de acessibilidade (A_i) ou potencial de mercado para cada um dos municípios i da Região Norte, em dois anos distintos (1980 e 2000), em relação a nove grandes centros urbanos⁵. Esse corte de tempo permite analisar as possíveis mudanças no nível de acessibilidade, haja vista que a maioria dos projetos de infraestrutura, embora implantados nos anos 70, surtiram resultados a partir dos anos 80 quando, por exemplo, algumas rodovias foram pavimentadas⁶. No entanto, para calcular A_i é necessário que antes seja construído um fator de impedância (o expoente $-\alpha c_{ij}$), o qual é obtido a partir de uma matriz de tempo de viagem⁷. Essa matriz considera o tempo de viagem de cada município i àquelas cidades com população acima de 100 mil habitantes, bem como em relação ao principal centro econômico do país, a capital do Estado de São Paulo. As capitais estaduais existentes em 1980 mais as cidades com população acima de 100 mil habitantes são os nodos principais que atuam como fontes atratoras dos fluxos de transporte na Amazônia. Por outro lado, o Estado de São Paulo atua como a fonte atratora do fluxo de transporte da Região Norte.

A construção da matriz de distâncias e tempo de viagem entre cada município i ($i=1,\dots,205$) e os principais centros urbanos j ($j=1,\dots,9$) é obtida por meio do Sistema de Informações Geoespaciais (SIG) com aplicação no pacote ArcGis. Para tanto, faz-se necessário mapear todo o sistema de transporte da Região Norte nos dois anos em análise (1980 e 2000). A rede de transporte é composta pelo modal fluvial e rodoviário e o procedimento de cálculo é aquele descrito na equação (7). O número de municípios existentes na Região Norte em 1980 era de 205 e, no ano 2000 esse número saltou para 449, resultado dos desmembramentos daqueles municípios existentes em 1980. Para avaliar as variações populacionais considerando esses desmembramentos, adotou-se a metodologia proposta por Silva e Bacha (2011), que utiliza os polígonos de Voronoi para a criação de Áreas Mínimas Comparáveis. Por esse método, a variação é feita sobre a mesma base, ou seja, 205 municípios existentes em 1980 para os mesmos 205 municípios existentes em 2000.

4.2. Definição de variáveis e fontes de dados

A análise do índice de acessibilidade é feita, em paralelo, com as mudanças da população rural e urbana, entre 1980 e 2000. Para tanto, calcula-se a taxa de variação, em logaritmos, da mudança da população entre 1980 e 2000 e o mesmo se faz para o índice de acessibilidade. Dessa forma, compara-se, por meio de um SIG, a evolução da população com a evolução do índice de acessibilidade. A representação na forma de taxas é mais útil e de mais fácil entendimento, haja vista que não são necessários vários mapas para demonstrar as mudanças das variáveis.

Na matriz de tempo de viagem de 1980, nem todas as capitais atuais dos Estados da Região Norte estão presentes como destino j , pois em 1980, Palmas (atual capital do Tocantins) não existia como cidade e Boa Vista (capital de Roraima) tinha população inferior a 100 mil habitantes. O corte de 100 mil habitantes para 1980 é considerado razoável para um centro urbano, dada a disponibilidade

⁵ Esses centros urbanos são: Belém, Conceição do Araguaia, Ji Paraná, Macapá, Manaus, Porto Velho, Rio Branco, Santarém e São Paulo.

⁶ A partir dos anos 90 houve pouca ou quase nenhuma alteração na estrutura de transporte da Região Norte.

⁷ O valor de α foi determinado seguindo a metodologia de O'Kelly e Horner (2004)

de bens e serviços para aquele ano. Além do mais, segundo o IBGE⁸, esse nível populacional pode ser considerado como uma aglomeração urbana de nível médio

A base de dados foi construída a partir da consolidação dos censos demográfico de 1980 e 2000, disponibilizadas pelo IPEA. Para a construção do Índice de acessibilidade, adotou-se a base de dados georreferenciados do Plano Nacional de Logística e Transportes - PNLT do Ministério dos Transportes para o ano de 2006. A partir deste, reconstruiu-se a malha completa do sistema de transporte de 2000. Tendo em vista a inexistência de mapas de transporte digitalizados⁹ para o ano de 1980, a construção deste foi feita a partir do mapa de 2000 juntamente com o mapa de 1982, este último digitalizado por Barufi (2010).

5. Resultados e discussões

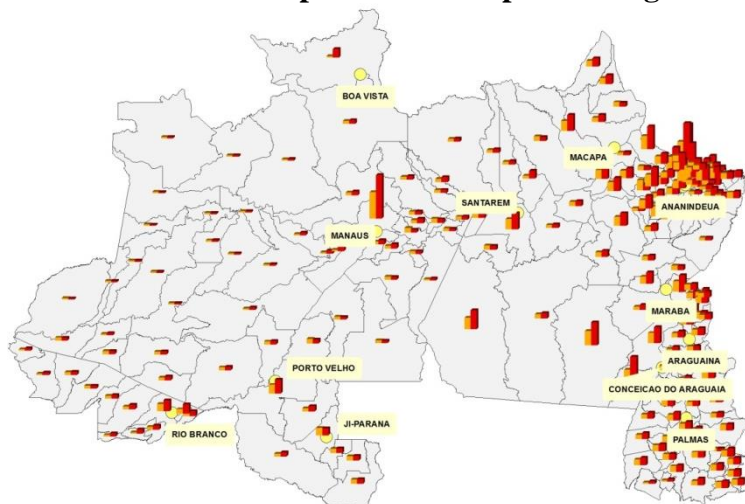
O maior índice de acessibilidade observado, conforme ilustra a Figura 2, é do município de Ananindeua, na região metropolitana de Belém, no Estado do Pará, que evoluiu de 27,6% em 1980 para 40,8% em 2000. Belém tem o segundo maior índice, com 26,9% em 1980 e 39,9% em 2000. Manaus vem em seguida, com 18,1% em 1980 e 29,8% em 2000. Essa variação deve-se, particularmente, aos investimentos em infraestrutura que culminou com o crescimento do mercado potencial, isto é, com o aumento da população. Boa Vista apresentou a maior variação na acessibilidade, saindo de 1,5% em 1980 para 5,8% em 2000. Essa expressiva mudança pode ser atribuída à pavimentação da BR-174, que liga Manaus a Boa Vista, aumentando o mercado potencial de ambas. Por outro lado, Atalaia do Norte, no Estado do Amazonas, apresentou o pior índice e praticamente não evoluiu em termos de acessibilidade, saindo de 0,005% em 1980 para 0,006% em 2000.

Os maiores índices de acessibilidade pertencem àquelas cidades com maior população, mas não necessariamente àquelas cidades que possuem ligações rodoviárias, que supostamente deveria elevar o índice. Esse é o caso de Manaus, por exemplo, que tem grande parte de sua acessibilidade atribuída à sua indústria, a qual atraiu grande fluxo migratório. No entanto, possui apenas ligações hidroviárias e aéreas com o resto do Brasil e rodoviária com Boa Vista. A ligação rodoviária de Manaus com Porto Velho é praticamente inutilizada devido suas condições de tráfego. Ananindeua tem o maior índice por estar no centro da região metropolitana de Belém, o qual aumenta seu potencial de mercado. Adiciona-se a isso, sua ligação via modal rodoviário com o resto do Brasil.

Os municípios paraenses de Santana do Araguaia (sudeste), São Félix do Xingu (sudeste) e Itaituba (oeste), apresentaram índices superiores à média da RN. Santana do Araguaia, além de ter ligação rodoviária e fluvial, está relativamente próxima de Conceição do Araguaia-PA, Palmas-TO, Marabá-PA e São Paulo-SP. O mesmo acontece com São Félix do Xingu. Já Itaituba tem índice alto por conta de sua ligação rodoviária com Santarém, Cuiabá e possuir também ligação fluvial. Além disso, é cortada pela BR-230 (transamazônica) que a liga a outras importantes cidades paraenses como Altamira, por exemplo. Os piores indicadores estão localizados no Estado do Amazonas, em particular, na parte oeste do Estado e alguns a noroeste do Estado do Acre. Essas regiões, conforme ilustra o mapa da acessibilidade em termos de área, estão isoladas.

⁸ Consulta no site: www.ibge.gov.br

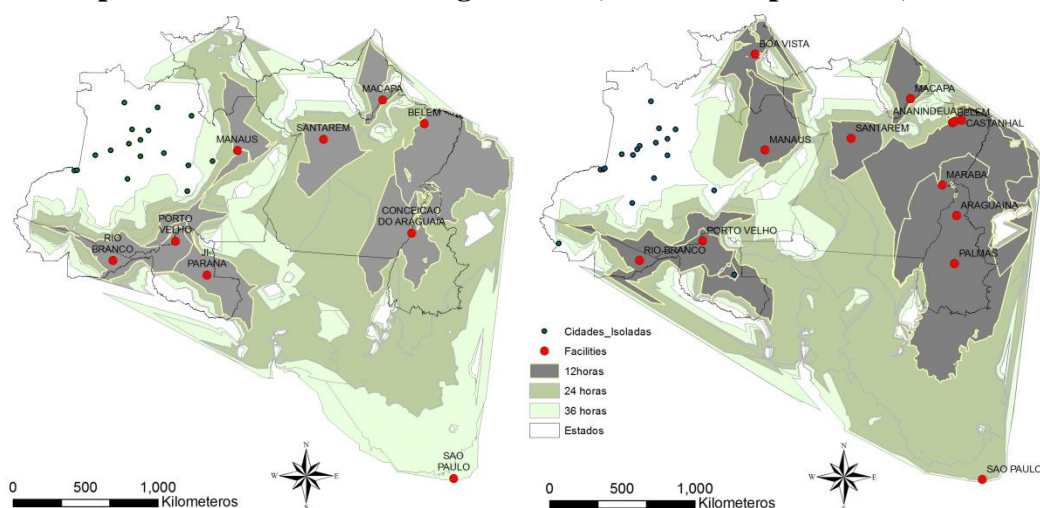
⁹ Examinou-se o mapa de 1982 e o comparou com as informações da GEIPOT (Empresa Brasileira de Planejamento de Transporte) sobre o que existia em 1980 e, assim, corrigiu-se o mapa de 1982 para obter o existente em 1980. A partir do mapa de 2006 e usando informações do Ministério dos Transportes sobre o que existia em 2000, corrigiu-se o mapa de 2006 para se obter o que existia em 2000.

Figura 2 - Índice de acessibilidade para os municípios da Região Norte (1980-2000)

Fonte: Dados da pesquisa.

5.1. A representação da acessibilidade em termos de área de acesso

Para visualizar a redução ou aumento da acessibilidade em termos de área de acesso entre 1980 e 2000, converteu-se o índice de acessibilidade em tempo de viagem¹⁰. Estabeleceu-se o limite de corte de viagem de 12 (doze), 24 (vinte e quatro) e 36 (trinta e seis horas) de cada município até o centro urbano mais próximo, aqui chamado livremente de facilidade. Esse limite de corte foi estabelecido levando em conta que o principal meio de transporte da região é o fluvial e que, portanto, 12 horas é considerado um tempo curto, 24 horas é um tempo médio e 36 horas, tempo razoavelmente elevado. A grande área com pontos verdes a noroeste da Região Norte (Figura 3) corresponde a todas as cidades que não têm acesso a uma facilidade no tempo mínimo de 36 horas. Como mostram as figuras, essa área de isolamento pouco diminuiu ao longo de vinte anos.

Figura 3 - Mapa da acessibilidade na Região Norte, convertido para área, em 1980 e 2000

Fonte: Fonte: Elaboração do autor com base nos dados da pesquisa.

¹⁰ Se um município tem um índice de acessibilidade de 5%, por exemplo, converte-se esse percentual na quantidade de horas necessárias para se chegar ao mercado potencial mais próximo, que pode ser, digamos, 50 horas.

Em 1980 havia dezesseis cidades que não alcançavam nenhum centro urbano em menos de 36 horas, mudando para dezessete em 2000¹¹. Desse total, dezesseis estão localizados no Estado do Amazonas e um no Acre. As cidades de Coari e Tefé que, em 1980 estavam isoladas, passaram para a área de alcance de 36 horas. Por outro lado, as cidades de Tapauá e Maraã, criadas a partir de 1980, ficaram isoladas. Além destas, acrescenta-se o município de Marechal Thaumaturgo, no Estado do Acre. Não por acaso, essas áreas isoladas apresentam os piores indicadores sócio-econômicos da Região Norte e estão entre os piores do Brasil. Nessa localidade são formados grandes *clusters* de pobreza, conforme constatado por Silva (2009). Outro fator importante é que o crescimento populacional também não foi significativo (exceto os municípios localizados próximos à fronteira com a Colômbia), induzindo à resposta de que a acessibilidade influencia no crescimento populacional.

É notável a expansão da área com acesso até 12 horas entre 1980 e 2000, sobretudo no Estado do Tocantins, entre os municípios de Palmas e Araguaína. Essa expansão pode ser atribuída ao aumento da malha viária neste Estado, resultante da divisão do Estado de Goiás que culminou com a criação de uma nova capital, Palmas, e diversos outros municípios em Tocantins. Além disso, houve também o avanço da fronteira agrícola e, conseqüentemente, maior fluxo de cargas e pessoas pela rodovia Belém-Brasília, resultando, também, em aumento populacional e econômico.

No Estado do Pará, a acessibilidade apresentou comportamentos distintos entre 1980 e 2000, com aumentos em algumas localidades e diminuições em outras. Nas proximidades da capital Belém, a região metropolitana se expandiu para os municípios de Benevides, Ananindeua e Marituba. A pavimentação das rodovias estaduais ligando a região metropolitana ao litoral contribuiu para isso. No leste do Estado, sobreveio considerável expansão da acessibilidade, em particular pela exploração do minério e pela Usina de Tucuruí na área de Marabá, Carajás e Tucuruí. Na região de Santarém houve retração do tempo de acesso em 12 horas. Parte disso pode ser atribuída às péssimas condições de tráfego da BR-163, que liga Santarém-Cuiabá.

Um aumento significativo na acessibilidade em tempo de viagem pode ser notado também no Amazonas, em particular, nas áreas entre Manaus e Boa Vista. O asfaltamento da BR-174, que liga Manaus à Boa Vista, beneficiou muitos municípios, causando também aumento populacional e crescimento econômico nessa parte da Região Norte. Ao sul da capital Manaus, nota-se redução da área de acesso. Isso ocorreu por conta da deterioração das condições de tráfego da BR-319 que liga Manaus a Porto Velho. Essa rodovia tornou-se intransitável a partir do início dos anos 90, permanecendo assim até os dias atuais. Em contrapartida, houve considerável aumento da acessibilidade nas proximidades de Manaus, Boa Vista, Porto Velho e Rio Branco, no raio de 24 e 36 horas. Esse avanço deve-se basicamente ao asfaltamento da BR-364 que liga São Paulo a Porto Velho e trechos da BR-163 que liga Cuiabá a Santarém, no Pará, tanto que a área no raio de 24 horas atinge São Paulo.

5.2 Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)

Visando atender a umas das premissas desse trabalho, a análise que se segue mostra a associação da acessibilidade com o crescimento populacional urbano em detrimento do rural, entre os anos de 1980 e 2000. As figuras a seguir ilustram maiores movimentos populacionais em torno dos centros urbanos, com esvaziamento da população rural e aumento da população urbana, justamente onde os índices de acessibilidade são superiores.

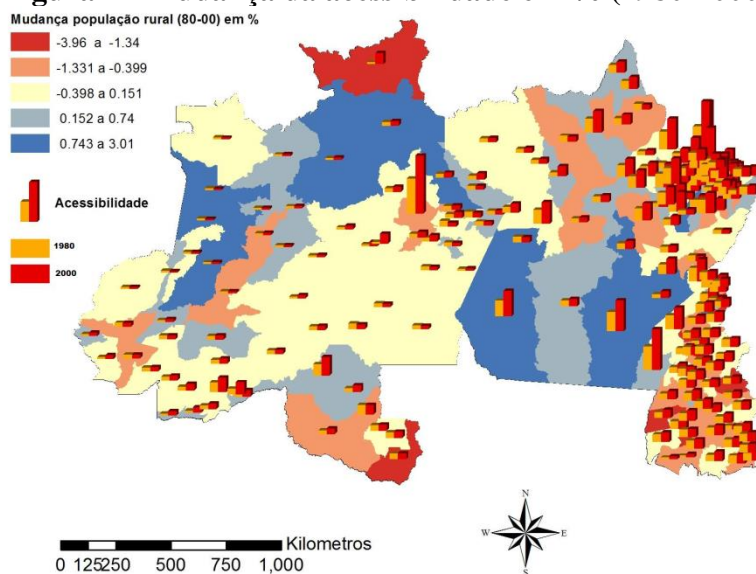
¹¹ Como houve aumento da acessibilidade, era para ocorrer a redução do número de municípios com acesso superior a 36 horas. Contudo, houve a criação de municípios localizados em áreas cujo acesso é superior a 36 horas. Daí a razão do aumento.

a) Padrões da população rural e acessibilidade

A análise visual permite identificar os padrões da taxa de crescimento da população rural, que pode ser um *cluster* ou um *outlier*. Os clusters são os agrupamentos das taxas de crescimento populacional, por conjunto de municípios, com valores similares em magnitude. Os *outliers* espaciais, por sua vez, apresentam valores das taxas de crescimento populacional que podem estar muito acima da média da amostra ou muito abaixo da média. Pela AEDE fica mais simples, também, identificar as aglomerações populacionais, que geralmente ocorrem no entorno das capitais. A análise de como está ocorrendo as irradiações de crescimento populacional, ou de outra variável qualquer que se queira analisar, é também facilitada pelo referido instrumento.

Na Figura 4 estão apresentadas as distribuições das taxas de crescimento da população rural, por faixas. A primeira faixa mostra os agrupamentos onde foram observadas as maiores quedas de crescimento da população rural, que compreende um total de 10 municípios cujas taxas de crescimento variaram entre -3,96% a -1,34% entre 1980 e 2000. A faixa seguinte abrange um total de 45 municípios. A faixa de -0,40% a 0,15% são dos locais onde a taxa de crescimento está dentro da média da Região Norte, totalizando 82 municípios que na sua maioria tiveram variações negativas da população rural. A faixa de 0,15% a 0,74% identifica as áreas onde a taxa de crescimento foi ligeiramente superior à média da região, totalizando 53 municípios que apresentaram variações positivas. A última faixa área representa aqueles municípios onde ocorreram as maiores taxas de crescimento da população rural, no total de 15 municípios.

Figura 4 - Mudança da acessibilidade em % (1980-2000)



Fonte: dados da pesquisa.

Conforme Figura 4, há certa heterogeneidade das taxas de crescimento (negativas e positivas) das populações rurais, embora se sobressaiam as taxas negativas. A oeste da Região Norte, em específico, no Estado do Amazonas, os municípios de Jutai e Japurá estão entre aqueles que apresentaram altas taxas de crescimento da população rural. Estes dois municípios representam um caso atípico, cujo crescimento deve-se às condições sociais do local, com alta taxa de natalidade, baixa renda e baixo nível educacional. Com efeito, nesses municípios 53% das mulheres na faixa de 15 a 17 anos, tinham filhos em 1991 e mais de 70% das crianças pertenciam a famílias com rendimentos inferiores a meio salário mínimo (IBGE, 2008). A taxa de analfabetismo girava em torno de 70%. Apesar das altas taxas de crescimento da população rural, esses municípios não foram impactados por efeitos de migração. Esse crescimento é vegetativo, considerando ainda que a maioria de sua população é descendente de indígenas, portanto originárias da própria região.

Contraditoriamente às taxas positivas de crescimento, naquela região são identificados os mais baixos índices de acessibilidade da Região Norte.

No sul do Estado de Roraima identificam-se taxas positivas de crescimento da população rural. Essa região foi beneficiada com o asfaltamento da BR-174 (Manaus - Boa Vista), melhorando o índice de acessibilidade. Consequentemente, as atividades rurais foram estimuladas com o acesso facilitado a dois mercados potenciais, como Boa Vista e Manaus. No sul do Pará existem duas grandes áreas cujos municípios apresentaram altas taxas de crescimento da população rural: Altamira, Marabá, São Félix do Xingu e Senador José Porfírio. Nessa região, o crescimento expressivo da população rural deveu-se à expansão da fronteira agrícola e mineral, atraindo migrantes de várias partes do Brasil. No entorno desses municípios, o crescimento da população rural foi igualmente alto. Esses municípios apresentam índices de acessibilidade superiores à média da Região Norte, conforme mostra a Figura 4.

Quanto às regiões com as menores taxas de crescimento da população rural ou mesmo taxa negativa, verifica-se no extremo norte que há elevadas taxas de decréscimo, formada pelo município de Boa Vista e mais oito municípios adjacentes. Com a elevação do território de Roraima à categoria de Estado, em 1991, a capital Boa Vista atraiu grande número de pessoas que viviam nas zonas rurais. Com isso, Boa Vista ficou rodeada por municípios com elevadas taxas negativas de crescimento a população rural. Processo similar ocorreu no município de Manaus, embora com taxas negativas um pouco menores. No Estado do Pará, em específico, na região metropolitana de Belém, grande parte da população rural foi atraída para as zonas urbanas, principalmente para a cidade de Ananindeua.

No Estado do Tocantins, são predominantes as taxas negativas de crescimento da população rural e o mesmo acontece do centro ao sul de Rondônia. Em ambos os casos, a principal razão do declínio da população rural entre 1980 e 2000 pode ser atribuído à redução dos custos de transportes, pois nesse período foram pavimentadas as rodovias BR-364 que liga São Paulo à Porto Velho, a BR-153 que liga Marabá no Pará à Aceguá, no Rio Grande do Sul e também a rodovia Belém-Brasília. A facilidade de acesso permitiu às pessoas dessas zonas rurais mudarem para zonas urbanas. No caso do Tocantins e Rondônia, ainda há o fator adicional que é a criação de vários municípios decorrentes da criação do Estado de Tocantins em 1989 e da elevação da categoria de território de Rondônia para Estado, em 1982.

b) Padrões da população urbana e acessibilidade

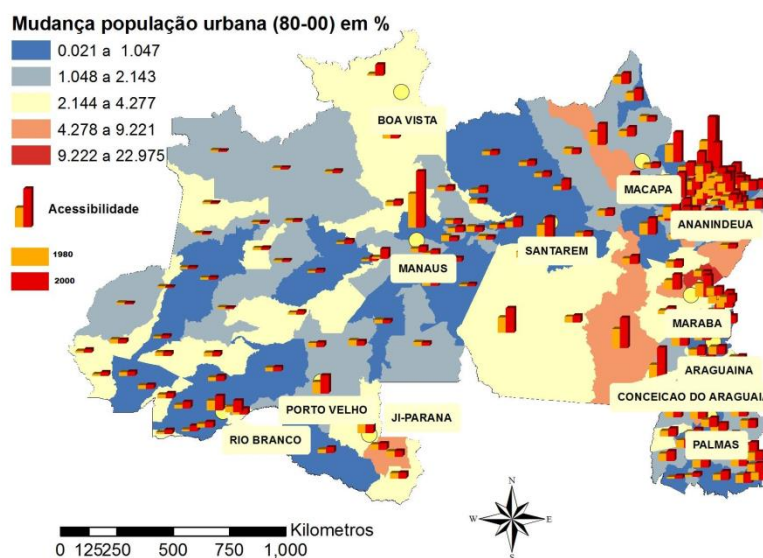
O padrão espacial de crescimento da população urbana é menos heterogêneo que o da população rural, provavelmente porque não há variações negativas no crescimento da população urbana. A Figura 5 ilustra a evolução da acessibilidade e as mudanças nos padrões populacionais urbanos da Região Norte. O Estado onde as variações no índice de acessibilidade e as variações populacionais apresentaram-se mais homogêneas é no Tocantins. Conforme pôde ser visto na Figura 4, a maioria dos municípios de Tocantins apresentou taxas negativas de crescimento da população rural. Em contrapartida, a população urbana cresceu quase que de forma homogênea, com taxas positivas em todos os municípios. O índice de acessibilidade evoluiu, positivamente, na mesma proporção para todos os municípios. A melhoria do índice de acessibilidade permitiu que as zonas urbanas crescessem mais do que as zonas rurais. Por suposição, a atividade rural no Tocantins sofreu inovações tecnológicas, as quais impactaram negativamente no emprego da mão de obra. Por conseguinte, a melhoria na acessibilidade permitiu que essa mão de obra se deslocasse para as zonas urbanas.

No Estado do Pará há certa heterogeneidade das taxas de variações, tanto do índice de acessibilidade quanto da população. A noroeste, por exemplo, o índice de acessibilidade, além de baixo, pouco evoluiu ao longo de vinte anos. Consequentemente, as taxas de variações da população rural são, na maioria, negativas. Ao mesmo tempo, houve forte crescimento da população urbana no entorno do município de Santarém (a oeste), cujo índice de acessibilidade é muito superior aos demais municípios daquela parte do Pará. Essa superioridade é decorrente da ligação de Santarém com

Cuiabá, via modal rodoviário, e de sua proximidade com Manaus e Belém. Nos municípios mais próximos da capital Belém, o índice de acessibilidade é igualmente superior à média do Pará. Observam-se, naquela região, taxas negativas de crescimento da população rural, embora haja alguns municípios com taxas positivas. Porém, o crescimento da população urbana, em particular, do município de Ananindeua, foi significativo, refletindo os índices de acessibilidade superiores.

O Estado do Amapá se beneficia da proximidade da região metropolitana de Belém. Na capital Macapá e no seu entorno, por exemplo, houve forte crescimento da população urbana e decréscimo da população rural. A região sul e sudeste do Pará - principalmente Marabá e Altamira- apresentaram taxas relativamente elevadas de crescimento da população urbana. Altamira cresceu por conta do forte estímulo à agricultura e, Marabá, pela intensa exploração mineral. Naturalmente, o crescimento das atividades rurais fez surgir a necessidade de um centro urbano próximo para atender suas demandas. No Amazonas e em Roraima, especialmente nas proximidades de Manaus e Boa Vista, a melhoria do índice de acessibilidade culminou com mudanças no panorama da população rural e urbana de ambos os Estados. Nota-se que o índice de acessibilidade de Manaus, um dos maiores da Região Norte, parece ter impactado a população rural, negativamente, em todas as direções. No Norte de Roraima, houve forte retração da população rural, enquanto a população urbana cresceu em quase todo o Estado.

Figura 5 - Variações da acessibilidade e mudanças da população urbana e rural 1980 e 2000



Fonte: dados da pesquisa.

A faixa de 2,1 a 4,27 na Figura 5 mostra que esse crescimento se estendeu até à Capital Manaus, exatamente onde houve melhoria do índice de acessibilidade com o asfaltamento da BR-174 que liga Manaus à Boa Vista. Vale destacar que na região central entre essas duas capitais, a população rural sofreu incremento. Isso leva a crer que a melhoria do índice de acessibilidade possibilitou a ampliação do setor rural nessa região, tanto de subsistência quanto do pescado, que pode atender as demandas de ambas as capitais.

Nos Estados de Rondônia e Acre, as cidades Rio Branco, Porto Velho e Ji-Paraná parecem ter atuado como atradoras de população. Nessas regiões os índices de acessibilidade não apresentaram mudanças expressivas, porém, o suficiente para mudar o panorama de suas populações. A população rural, a noroeste do Acre, decresceu em detrimento do aumento da população urbana em todo o Estado, principalmente nas proximidades da capital Rio Branco. Em Rondônia, houve declínio acentuado da população rural em quase todo o Estado, sobretudo na faixa que vai de Ji-Paraná e se estende por toda a região de fronteira com o Peru e, também, na divisa com o Estado do Mato Grosso. Por outro lado, a população urbana nessas regiões cresceu bastante. Destaca-se o fato que, nas

localidades onde os índices de acessibilidade são maiores e apresentaram melhorias, o crescimento urbano foi mais expressivo.

6. Conclusão

Neste trabalho foi desenvolvido um modelo de indicador de acessibilidade, ou simplesmente de potencial de mercado, para a Região Norte do Brasil. Este indicador capta as características peculiares da referida região no que tange ao sistema de transporte, ao acesso aos mercados potenciais e ao isolamento geográfico. A evolução do índice, entre os anos de 1980 e 2000, foi comparada com as mudanças populacionais ocorrida naquela região no mesmo período. A ideia subjacente a essa comparação é confirmar a hipótese de que, a melhoria da infraestrutura de transporte, conseqüentemente, do índice de acessibilidade, causa mudanças populacionais, especialmente em regiões com pouco acesso aos mercados. Em particular, devido aos indicadores socioeconômicos daquela região estar entre os piores do Brasil, esperava-se que haveria um movimento da população das cidades menores e das zonas rurais rumo às maiores cidades.

De fato, o índice de acessibilidade mostrou-se como importante elemento para explicar o crescimento populacional desigual dos municípios da Região Norte. Os municípios mais distantes apresentaram os mais baixos índices e, justamente nessas áreas, foram identificados também os piores indicadores econômicos e sociais, conforme demonstra a literatura. O Estado do Amazonas apresentou a pior situação, com 17 municípios classificados neste trabalho como de isolamento geográfico, conseqüentemente, com baixo potencial de mercado. De modo geral, houve aumento da acessibilidade o suficiente para estimular a migração intensa das zonas rurais para urbanas. Em quase todos os municípios, a taxa de crescimento da população rural foi negativa, coincidindo com a hipótese acima formulada.

Evidenciou-se que os investimentos feitos em infraestrutura de transporte mudaram os índices de acessibilidade para patamares pouco superiores, ampliando o acesso a grandes mercados das cidades. Com isso, ocorreu maior concentração da população nas capitais, que de alguma forma promoveu o crescimento das cidades vizinhas. Em Boa Vista, Manaus, Belém e Porto Velho, por exemplo, as taxas de crescimento de suas populações são relativamente baixas, mas as populações urbanas de seus vizinhos cresceram a taxas muitos superiores. Outras cidades, um pouco mais distantes, apresentaram baixas de crescimento urbano, sugerindo que parte dessa população pode estar buscando novas oportunidades na cidade vizinha. Os resultados sugerem, também, que a melhoria do índice de acessibilidade não beneficiou as cidades periféricas. Os maiores índices de acessibilidade foram identificados nas grandes zonas urbanas e são nelas que se observou maior crescimento da população. Por outro lado, ficou latente que o esvaziamento da população rural está relacionado à busca por acesso a bens e serviços, ou seja, à melhoria por qualidade de vida. Algo que não se observa em grande parte dos municípios da Região Norte.

Em suma, o índice de acessibilidade pode servir de instrumento para aplicação de políticas públicas. A partir do índice, verificam-se quais as cidades que estão mais isoladas, logo, mais necessitadas de investimentos. Então, os tomadores de decisões podem diminuir a concentração populacional nas capitais estimulando a produção agropecuária via produtos regionais, por exemplo. Para isso, basta fazer os investimentos adequados para melhorar o escoamento da produção. Melhorando o escoamento, diminui-se as barreiras geográficas aos mercados potenciais, que culmina com a melhoria do índice de acessibilidade. Por sua vez, melhoria do índice de acessibilidade pode levar à redução das desigualdades socioeconômicas observadas na região mais isolada do Brasil.

Referências

- Andersen, L. C.; Granger, C. W. J.; Reis, J. E.; Weinhold, D.; Wunder, S. *The dynamics of deforestation and economic growth in the Brazilian Amazon*. Cambridge: Cambridge Press, 395 p, 2002.
- Barufi, A. M. B. *Dimensões regionais da mortalidade infantil no Brasil*. 2010. 84p. Dissertação (Mestrado em Economia) – FEA- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- Castro, N. *Logistic costs and Brazilian regional development*. NEMESIS. Working Paper No. NXXL 2004. Acesso em: 03 jul. 2009, disponível em: <http://www.nemesis.org.br/artigos/a0045.pdf>.
- Fujita, M.; Krugman, P.; Venables, A. J. *Economia espacial, urbanização, prosperidade econômica e desenvolvimento humano no mundo*. São Paulo: Futura, 2002. 384p
- Goto, M. *Uma análise de acessibilidade sob a ótica da equidade - o caso da região metropolitana de Belém*. 2000. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.
- Harris C. The market as a factor in the location of industry in the United States. *Annals of the Association of American Geographers*, New York, v. 44, p.315-48, 1954.
- Holl, A. Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish motorway building programme. *Journal of Transport Geography*, Maryland, v. 15, p. 286-297, 2007.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. *Contas regionais do Brasil 2003-2006*. Rio de Janeiro, 87 p., 2008.
- Keeble, D., Owens, P. L.; Thompson, C. Regional accessibility and economic potential in the European Community. *Regional Studies*, London, v. 16, p. 419-432, 1982.
- Kampel, S. A.; Camera, G.; Monteiro, A. M. V. *Análise espacial do processo de urbanização da Amazônia*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2001. 30p. (Relatório Técnico)
- Linneker, B. J; Spence, N. A. An accessibility analysis of the impact of the M25 London orbital motorway on Britain. *Regional Studies*, London, v. 26, p. 31-47, 1992.
- López, E., Gutiérrez, J., Gómez, G. Measuring regional cohesion effects of large-scale transport infrastructure investment: an accessibility approach. *European Planning Studies*, London, v. 16, n. 2, p. 277–301, 2008.
- O’Kelly, M. E.; Horner, M. W. Aggregate accessibility to population at the county level: U.S. 1940–2000”. *Journal of Geographic Systems*, New York, v. 5, p. 5–23, 2003.
- Paez, A. Network accessibility and the spatial distribution. *Urban Studies*, London, v. 41, n. 1, p. 2211-2230, 2004
- Pfaff, A. S. P. *What drives deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from satellite and socioeconomic data*. Washington: The World Bank, 1994.
- Rangel, C. F. G; Alanis, J. C. Un indicador de accesibilidad a unidades de servicios clave para ciudades mexicanas: fundamentos, diseño y aplicación. *Economía, Sociedad y Territorio*, Toluca, v. vi, n. 22, p. 349-397, 2006.

- Sant'anna, J. A. *Rede básica de transportes da Amazônia*. Brasília: IPEA, TD 562, 1998.16 p.
- Souza, C. C. A. Acessibilidade e desigualdade regional no Brasil: uma proposta metodológica. In: _____ *A nova geografia econômica: três ensaios para o Brasil*. 2007, 130 p. Tese (Doutorado em Economia) - UFMG, Belo Horizonte, 2007.
- Spiekermann, K.; Wegener M. Accessibility and spatial development in Europe. *Scienze Regionali*, Milano, v. 5, n. 2, p. 15-46, 2006.
- Silva, R. R., Pobreza no Estado do Amazonas: uma análise espacial. In: VII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, São Paulo, *Anais do VII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, 2009.
- Silva, R. R; Bacha, C. J. C. Polígonos de Voronoi como alternativa aos problemas das áreas mínimas comparáveis: uma análise das mudanças populacionais na Região Norte no Brasil. *Revista Brasileira de Estudos de População*, São Paulo, v. 28, n. 1, 2011.
- Tobias, M. S. G. *Modelo de planejamento integrado da organização espacial, do desenvolvimento regional dos transportes para uma região em expansão de fronteiras: o caso da região oeste do Pará*. 1999, 246 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, USP, São Paulo, 1999.
- Vickerman, R. W.; Spiekermann, K.; Wegener, M. Accessibility and economic development in Europe. *Regional Studies*, London, v. 33, n. 1, p. 1-15, 1999.