

Avaliação Multicritério da Acessibilidade de Agricultores Familiares no Município de Itajubá - MG

Elisa Sakamoto

Universidade Federal de Itajubá
Av. BPS, 1303. Pinheirinho, Itajubá-MG
sakamoto.elisa@gmail.com

Josiane Palma Lima

Universidade Federal de Itajubá
Av. BPS, 1303. Pinheirinho, Itajubá-MG
jpalmalima@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar a avaliação da acessibilidade de produtores familiares, por meio de um estudo de caso no Município de Itajubá, MG. A agregação do Método Hierárquico Analítico (AHP) a um Sistema de Informação Geográfica permitiu a geração de mapas de índices de acessibilidade, tanto para cada grupo de Locais de Interesse - LI (Comercialização da produção, Ensino, Saúde e Serviços e lazer), quanto de forma global para todo município. O estudo considerou o grau de importância dos locais, as distâncias percorridas, tipo de pavimento das vias e acesso ao transporte público, levando em consideração as características da região, a opinião dos produtores familiares e de especialistas. A Comercialização da Produção foi considerada pelos especialistas o LI mais importante na avaliação da acessibilidade e os mapas gerados possibilitaram verificar as áreas com maior e com menor acessibilidade, as áreas prioritárias para planejamentos e investimentos em infraestrutura e transportes.

PALAVRAS CHAVE. Acessibilidade; Análise Multicritério; Agricultura familiar.

Área principal: ADM – Apoio à Decisão Multicritério

ABSTRACT

This study aims to present the evaluation of the accessibility of family farmers, by means of a case study at Itajubá, MG. The aggregation of Analytic Hierarchical Method (AHM) to a Geographic Information System allowed the engendering of accessibility maps indexes, for each Places of Interest group – PI (Production Commercialization, Teaching, Health, Services and Leisure) as globally for the whole territory area. The study considered the level of places importance, the distances covered, the type of pavement used on the roads and the access to the public transportation, considering the region characteristics, the opinion of family farmers and specialists. The Production Commercialization was considered by the specialists the most important on the evaluation of accessibility and the maps generated allowed to verify the areas with more and less accessibility, and the priority areas for planning and investments on infrastructure and transportation.

KEYWORDS: Accessibility; Multicriteria Analysis; Smallholder Agriculture.

Main area: ADM – Multicriteria Decision Support

1 Introdução

Os espaços urbanos contam com processos de planejamento com uso frequente de métodos de tomada de decisões envolvendo vários fatores. Quando se pensa o desenvolvimento sustentável das cidades, o estudo da acessibilidade e os fatores relacionados se tornam fundamentais, pois propiciam o deslocamento eficiente das pessoas e cargas no espaço urbano. Tobias *et al.*, (2012) apontam que a adoção de modelos de acessibilidade que permitam ser incorporados diversos fatores relacionados à realidade local, questões de transportes e ordenamento do território são interessantes para que se apresentem soluções mais eficientes e equitativas às diversas realidades encontradas nos espaços urbanos.

Dessa forma, de acordo com Rodrigues (2001) os estudos sobre a acessibilidade são discutidos no contexto urbano há aproximadamente duzentos anos. Contudo, em relação aos espaços rurais esses estudos não acontecem na mesma medida, o espaço rural, apesar de apresentar baixa densidade demográfica e população dispersa, apresenta dificuldades específicas de acesso, tanto em relação à produção da agricultura familiar, que depende das boas condições de acesso para comercialização da produção, como de toda a comunidade rural ao acesso aos equipamentos públicos de educação, saúde, lazer etc.

Neste contexto, ao realizar um estudo de acessibilidade no meio rural, o presente trabalho aborda a localização de propriedades rurais com produção familiar, no que se refere ao conceito de multifuncionalidade, que entende a Agricultura Familiar como fonte de trabalho e renda no meio rural, tendo em vistas não apenas o componente econômico da produção agropecuária, mas também abordando aspectos sociais, ambientais, culturais e de segurança alimentar nos processos de desenvolvimento do território (Maluf, 2002). A pesquisa aborda a agricultura familiar por sua relevância e importância local, pois segundo IBGE (2009), o município de Itajubá possui 866 estabelecimentos familiares rurais, correspondendo a 87,82% dos estabelecimentos agropecuários que abastecem parte da demanda local de alimentos, sendo também uma importante fonte de renda e trabalho (PMI, 2013).

Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar a avaliação da acessibilidade de produtores familiares, por meio de um estudo de caso no Município de Itajubá, MG. O método de cálculo do índice de acessibilidade agrega a metodologia multicritério em um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

O estudo da acessibilidade está associado aos lugares e às suas características, ou seja, envolvem estudos de caracterização da estrutura territorial, que tem sido essenciais ao planejamento dos transportes e na avaliação de projetos (Ribeiro, 2011). Sendo assim, o trabalho pode ser dividido em duas etapas, a primeira com o estudo do perfil dos produtores rurais, não somente com relação à produção agropecuária, mas também referentes aos hábitos e padrões de viagens de toda a família, e a segunda etapa com o cálculo do índice e mapeamento da acessibilidade aos locais de interesse dos agricultores familiares.

2 Desenvolvimento Rural e Agricultura Familiar

Atualmente as questões envolvendo o Desenvolvimento Rural estão sendo estudadas a partir da noção de territórios, e tornou-se base para concepção de diversas políticas públicas que abrangem aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais, de forma a promover um desenvolvimento mais sustentável no território (MDA/SDT, 2003).

Dessa forma é possível verificar que muitos trabalhos abordam a dicotomia rural e urbana em conjunto com o conceito de territórios (Abramovay, 1998; Silva, 1999; Kageyama, 2004; Veiga, 2007; Miranda, 2011), em que compreendem tanto o ambiente rural quanto o urbano de uma dada localidade, explicitando que os ambientes rurais e urbanos não estão desvinculados nos processos de planejamento e desenvolvimento, e não podem ser compreendidos separadamente, pois as relações entre ambos se dão de forma cada vez mais integrada.

Ao associar o desenvolvimento à dimensão territorial, passa-se a reconhecer as capacidades locais como fatores de influência do desenvolvimento, principalmente no que diz respeito ao protagonismo social dos atores locais, como afirmam as diversas teorias sobre capital

social, governança local, desenvolvimento local e endógeno, trazendo à tona a importância da agricultura familiar (Sachs, 2002; Abramovay, 2003).

Os parâmetros com relação à agricultura familiar se baseiam principalmente na Lei nº 11.326 (BRASIL, 2006) que permitiu uma delimitação conceitual necessária inclusive para obtenção de informações oficiais e para as políticas públicas relacionadas ao desenvolvimento rural. De forma geral, a agricultura familiar é uma forma de produção agrícola, normalmente diversificada em que predomina a gestão e o trabalho familiar em uma área relativamente pequena ou média, onde a renda da família é proveniente principalmente desse trabalho.

Assim, o desenvolvimento rural depende de vários fatores que de certa forma se relacionam com o meio urbano. O acesso das comunidades rurais a bens e serviços localizados tanto no meio rural quanto no urbano, é um dos principais fatores para garantir o direito à cidadania e assegurar uma boa condição de vida nesses espaços.

Segundo Santos (2008) é possível estabelecer uma relação entre falta de acessibilidade e a incidência de pobreza e exclusão social, tanto em grandes centros urbanos, quanto em zonas rurais, pois em ambos os espaços há a presença de formas variadas de desvantagens de localização, assim a melhoria da acessibilidade pode contribuir para o aumento das oportunidades de forma mais equitativa e para o desenvolvimento regional.

3 Avaliação Multicritério da Acessibilidade

O conceito de acessibilidade vem sendo discutido há muitos anos por vários autores. Inicialmente, Ingram (1971) definiu acessibilidade como sendo a característica (ou vantagem) inerente a um local no que diz respeito a vencer alguma forma de resistência ao movimento. Morris *et al.*, (1979) apresentam uma classificação e formulação de medidas de acessibilidade relativa e acessibilidade integral. Na última, inclui medidas de separação entre todos os pontos de uma rede, medidas de separação incorporando a influência da distância, medidas de separação incorporando restrições de capacidade na rede e medidas compostas de separação e oferta/procura. A classificação proposta por Morris *et al.*, (1979) abriu caminho para vários outros autores definirem medidas de acessibilidade de acordo com objetivos específicos a alcançar e de formas muito diversificadas (ver Allen *et al.*, 1993; Mendes, 2001; Aguiar, 2010; Kneib, 2012).

Com vista à importância do uso de uma metodologia que possibilite considerar os diversos fatores envolvidos na avaliação da acessibilidade de determinados locais, Lima (2007) aponta a abordagem multicritério como um método que além de possibilitar desses vários fatores, ainda permite incorporar a experiência, o conhecimento e a opinião das pessoas ou profissionais envolvidos no processo de tomada de decisão.

O estudo desenvolvido concentra-se na avaliação dos níveis de acessibilidade para uma determinada área territorial, considerando os Locais de Interesse (LI) para onde os produtores rurais e seus familiares normalmente se deslocam, e as dificuldades à mobilidade encontradas ao longo do percurso. Os locais de interesse são hierarquizados e agrupados de acordo com as necessidades dos produtores, determinadas pelo motivo da viagem e a funcionalidade do local. Para a avaliação da acessibilidade admite-se que:

- A acessibilidade avalia-se por objetivo, neste caso, a necessidade de se deslocar da propriedade rural até um determinado LI;
- O índice de acessibilidade é uma medida que incorpora o efeito de três atributos: distância do percurso entre as propriedades rurais e os LI, características da rede (pavimentada ou não) e distância das propriedades ao transporte público;
- Os LI são caracterizados pelo objetivo/propósito em se deslocar, possuindo importâncias diferenciadas (pesos dos LI);
- Os LI são alcançados através da rede viária existente, podendo os seus segmentos apresentar níveis de impedância diferenciados (por exemplo, às características das vias);

- As distâncias-custo resultam da aplicação da impedância às distâncias medidas ao longo da rede da propriedade ao LI, somada às distâncias da propriedade ao transporte público;
- O índice de acessibilidade de cada propriedade rural resulta da soma ponderada das distâncias-custo normalizadas, através de funções *fuzzy*, aos LI, com seus respectivos pesos considerados.

A forma adotada para a quantificação da importância dos vários LI, ou seja, a sua importância na avaliação da acessibilidade e a forma de agregação, tem por base a metodologia multicritério (MCDA) de avaliação da acessibilidade por meio do Método AHP (Saaty, 2008) proposta no trabalho de Mendes (2001) e utilizado por Rodrigues *et al.*, (2004) e Tobias *et al.*, (2012), sendo adaptada ao objetivo desta pesquisa. No modelo admite-se que os LI funcionam como critérios na avaliação da acessibilidade, ou seja, que possuem importâncias distintas que serão traduzidas em pesos diferenciados no valor final do índice de acessibilidade.

Contribuíram para o cálculo do índice os valores normalizados de distância-custo. Segundo Lima (2007) no processo de normalização, um dos aspectos críticos desta etapa é a seleção dos pontos de controle utilizado para calibrar a função para critérios e realidades particulares. Para a normalização dos critérios existem várias funções que podem ser utilizadas para orientar a variação entre o ponto mínimo e o valor máximo, tais como a Sigmoidal, J-Shaped, Linear e Complexa. A Figura 1 apresenta o modelo das funções sigmoidal e linear.

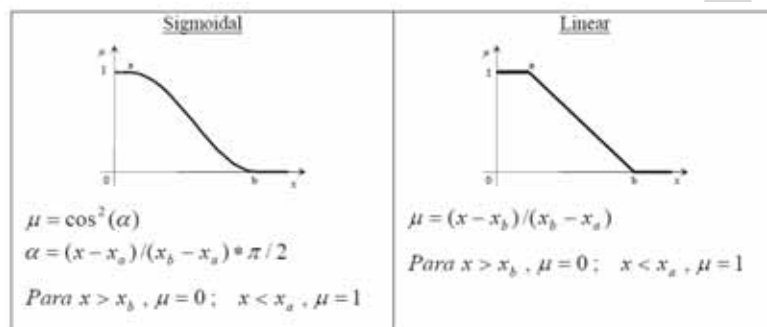


Figura 1: Funções μ sigmoidal e linear decrescente

Fonte: Rodrigues *et al.*, (2007)

Por sua vez, o índice de acessibilidade A_i é resultado de uma avaliação multicritério da localização de origens i aos grupos de locais de interesse j , dado por uma normalização *fuzzy* das distâncias-custo $f(c_{ij})$, aplicando os pesos dos LI (w_j). Os pontos i , para os quais a acessibilidade é avaliada, dependem da forma como o espaço é modelado e para este trabalho se tratam das propriedades rurais.

$$A_i = \sum_j f(c_{ij}) w_j \quad (1)$$

Em que:

A_i = índice de acessibilidade em cada propriedade rural (i);

c_{ij} = valores de distância-custo

$f(c_{ij})$ = Normalização das distâncias-custo por funções *fuzzy*

w_j = Pesos dos locais de interesse (j)

Segundo Lima (2007), os vários destinos (LI) em análise podem ser complementares ou equivalentes, assim, deve-se considerar o seu agrupamento de acordo com suas funcionalidades e dessa forma o índice passa a ser avaliado por grupos, conforme a equação (2) e (3).

$$A_i^g = \sum_j^{n_g} f(c_{ij}) w_j^g \quad (2)$$

$$A_i = \sum_g A_i^g \cdot w_g \quad (3)$$

As equações 1, 2 e 3 correspondem à combinação linear ponderada (WLC, *Weighted Linear Combination*) que permitem calcular o índice de acessibilidade por grupo de destinos e global, compensando as qualidades entre os critérios (*trade off*). Portanto, o índice de acessibilidade global proposto é uma combinação ponderada linear dos grupos de locais de interesse.

4 Acessibilidade na zona rural de Itajubá - MG

O município de Itajubá está localizado no sul do estado de Minas Gerais, na Serra da Mantiqueira e pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí. É o município polo da microrregião de Itajubá e sua localização é privilegiada, pois se encontra próxima aos principais eixos rodoviários do país e às capitais de São Paulo e Rio de Janeiro. Segundo o Censo Demográfico de 2010, Itajubá possui 90.658 habitantes, sendo que apenas 8.71% são residentes rurais, o que configura uma população tipicamente urbana, contudo, a área rural representa mais de 70% do total da área municipal (IBGE, 2010) em que é significativa a presença da agricultura familiar.

O método de avaliação multicritério da acessibilidade foi escolhido por abordar aspectos de localização, impedância ao deslocamento e a importância que pode ser atribuída a cada um dos locais de interesse, o que possibilita uma análise mais realista do território. Assim, o trabalho pode ser dividido em duas etapas:

- Estudo do perfil dos produtores rurais com a realização de entrevistas, em que se verificou a produção agropecuária e também os hábitos e padrões de viagens de toda a família, o que permitiu estabelecer uma lista dos principais locais de interesse dos agricultores familiares em termos de comercialização da produção, educação, saúde, serviços e lazer;
- Avaliação da acessibilidade na região rural do município, que contou primeiramente com a delimitação dos LI e seus agrupamentos de acordo com a sua funcionalidade, passando para a definição do grau de importância dos LI, o cálculo das distâncias-custo e o cálculo do índice de acessibilidade. Depois foram gerados os mapas de acessibilidade por grupos de LI e de forma global para todos os LI em ambiente SIG.

4.1 Definição dos locais de interesse e graus de importância de acordo com a sua funcionalidade

A pesquisa contou com o uso de um aparelho GPS portátil, que permitiu mapear um total de 132 propriedades da agricultura familiar. A coleta de dados em campo ocorreu por meio de uma entrevista semiestruturada com a aplicação de um questionário com produtores familiares. Na região predominam as pequenas propriedades e minifúndios (91,67%) em que a mão de obra é essencialmente familiar, e apesar de algumas famílias realizarem outras atividades ou trabalhos, a produção agropecuária é a principal fonte de renda. A pecuária leiteira (37%) e a horticultura (36%) são as produções mais expressivas, sendo mais comum a comercialização e abastecimento da demanda local, dentro do próprio município. Apesar da existência de intermediários, a venda direta em laticínios, Central Estadual de Abastecimento S/A (CEASA), feiras e supermercados são as mais exploradas (78%).

Foi analisada ainda, a percepção dos produtores rurais quanto às condições de acesso das propriedades rurais, as condições das estradas de terra e sua manutenção, sendo constatadas condições ruins das estradas, principalmente na época das chuvas. Para 76% dos produtores, as condições ruins de acesso ocorrem e interferem no transporte dos produtos agropecuários para a comercialização, e 12% relataram perdas da produção.

Por fim, a pesquisa de campo contribuiu para a delimitação dos locais que fizeram parte da análise da acessibilidade. Os LI (para comercialização da produção, educação, saúde, serviços e lazer) dos produtores entrevistados funcionam no modelo de avaliação como critérios de análise. Os LI foram definidos a partir de uma lista preliminar dos locais mais frequentados pelos produtores rurais e seus familiares, sendo estes agrupados com base nas características e comportamentos dos produtores e sua família, conforme o motivo da viagem, ou seja, sua

funcionalidade: para a comercialização da produção, para educação, para saúde, lazer, bens ou serviços, conforme é apresentado na Tabela 1.

Grupo de Locais de interesse	Locais de interesse (LI)	Quantidade de Pontos por LI
1. Estabelecimentos destinos da Produção agropecuária	Laticínios	11
	Frigorífico	1
	CEASA	1
	Feiras	2
	Supermercados	4
2. Equipamentos de Saúde	Hospitais	3
	Postos de saúde (UBS)	7
3. Instituições de Ensino	Escolas Rurais (E.F)	7
	Escolas Urbanas (E.F/E.M.)	18
	IES (E.T/E.S)	8
4. Locais de Serviços e Lazer	Serviços e Comércio	1
	Supermercados	4

Tabela 1: Locais de interesse e Grupo de LI

Definido os locais que participaram da avaliação passou-se a definição do grau de importância de cada um para o dia a dia dos produtores rurais e seus familiares. O trabalho contou com dez especialistas em agricultura familiar e desenvolvimento rural, ou seja, pessoas que possuem uma relação próxima à realidade da pesquisa: professores e pós-graduandos da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), especialistas ou profissionais da Empresa de Assistência e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER), Secretaria de Agricultura, Secretaria de Assistência Social, IBGE e membros do Conselho Municipal de Desenvolvimento Sustentável Rural (CMDSR).

A avaliação do grau de importância dos LI foi realizada pelo método AHP por meio de matrizes de comparação par a par desenvolvido por Saaty (2008), com a escala de nove dígitos, possibilitando incorporar na análise diferentes pontos de vistas e a análise de consistência dos dados (para mais detalhes ver Malczewski, 1999; Lima, 2007). A Figura 2 apresenta um modelo de matriz utilizada para avaliação do grau de importância dos LI e a escala de avaliação.

Qual a importância relativa dos Locais de Interesse da tabela abaixo para acessibilidade dos produtores rurais e seus familiares?

	Estabelecimentos destinos da Produção agropecuária (trabalho/renda)	Instituições de Ensino	Equipamentos de Saúde	Locais de Serviços e Lazer
Estabelecimentos destinos da Produção agropecuária (trabalho/renda)	1	3	5	7
Instituições de Ensino	1/3	1	3	5
Equipamentos de Saúde	1/5	1/3	1	3
Locais de Serviços e Lazer	1/7	1/5	1/3	1

Grau de Consistência	0,065437	Julgamentos consistentes!
-----------------------------	-----------------	----------------------------------

Escala numérica
1 - Igual importância

3 - Linha pouco mais importante que Coluna	1/3 - Coluna pouco mais importante que Linha
5 - Linha muito mais importante que Coluna	1/5 - Coluna muito mais importante que Linha
7 - Linha bastante mais importante que Coluna	1/7 - Coluna bastante mais importante que Linha
9 - Linha extremamente mais importante que Coluna	1/9 - Coluna extremamente mais importante que Linha

Figura 2: Exemplo de matriz de comparação aos pares aplicados aos especialistas
Adaptado de Lima (2007)

Depois da avaliação realizada pelos especialistas, foi possível calcular os pesos de cada LI que serviram para a avaliação da acessibilidade das propriedades e da área rural. Os especialistas foram ainda questionados quanto às distâncias máximas ($D_{máx}$) que consideram adequadas para o deslocamento dos produtores rurais e seus familiares aos vários LI e ao

transporte público. Os valores de $D_{máx}$ foram obtidos a partir da média aritmética das 10 avaliações, e serão utilizados na normalização dos valores das distâncias aos LI (DLI). Os pesos calculados e as distâncias máximas ao LI são apresentados na Tabela 2.

Grupo de LI	Peso do grupo	LI	Peso dos locais	$D_{máx}$ (Km)
1. Comercialização da Produção agropecuária	0.376	Laticínios	0.309	30
		Frigorífico	0.070	35
		CEASA	0.239	25
		Feiras	0.240	25
		Supermercados	0.143	25
2. Equipamentos de Saúde	0.365	Hospitais	0.579	20
		Postos de saúde rurais	0.421	10
3. Instituições de Ensino	0.198	Escolas Rurais (E.F)	0.393	5
		Escolas Urbanas (E.F/E.M.)	0.403	15
		IES (E.T/E.S)	0.204	15
4. Locais de Serviços e Lazer	0.061	Serviços e Comércio	0.458	20
		Supermercados	0.542	20
D _{máx} ao transporte público (a pé)				2.5

Tabela 2: Pesos dos LI e grupo de LI e distâncias máximas aos LI

Observou-se que tanto na obtenção dos julgamentos dos especialistas quanto ao grau de importância dos LI, como nos valores de $D_{máx}$, os especialistas buscavam um parâmetro de comparação para as respostas, com isso suas experiências foram incorporadas em suas análises. Nesse sentido, as avaliações tenderam à realidade dos entrevistados e suas vivências.

O grupo de LI que recebeu maior importância foi o de “Comercialização da Produção”, o que pode ser justificado pelo fato da renda depender em grande parte da produção agropecuária para o sustento familiar, com maior regularidade e frequência dos deslocamentos, pois os produtos comercializados geralmente são perecíveis. Em segundo lugar em grau de importância foi considerado o grupo “Equipamentos de Saúde”, que apesar dos deslocamentos a este tipo de local ocorrer de forma mais pontual, os especialistas entendem que este tipo de serviço público é essencial e básico para a qualidade de vida da população. Com relevância na análise, mas em terceiro lugar em grau de importância foi considerado o grupo “Instituições de Ensino”, o bom acesso a esse grupo de locais é mais significativo para as famílias que possuem familiares em idade escolar. Os especialistas consideraram as escolas urbanas mais importantes que as escolas rurais por ter educação até o ensino médio, o que não ocorre com as rurais que possuem somente até o ensino fundamental. Por fim, o grupo “Locais de serviços e lazer” teve um grau de importância menor na análise, pois os avaliadores consideraram que para essa funcionalidade os deslocamentos não ocorrem com a mesma frequência como para os outros locais avaliados.

4.2 Definição e cálculo das distâncias-custo normalizadas

A acessibilidade incorpora valores de distâncias realizadas nos deslocamentos entre as propriedades rurais e os LI, além de fatores que contribuem como uma impedância no deslocamento. De modo a melhor representar a população estudada, adotaram-se algumas distâncias que foram consideradas mais representativas em termos de acesso verificadas durante a pesquisa em campo e apontados nas entrevistas. São elas:

- Distâncias das propriedades rurais aos locais de interesse (DLI): Propriedades mais distantes de seus locais de interesse possuem uma desvantagem geográfica, pois se tratam de maiores custos com transportes e possibilidades mais reduzidas de oportunidades.
- Distâncias ao transporte público (DTP): propriedades mais distantes das linhas de ônibus possuem maiores dificuldades de acesso ao TPU e conseqüentemente aos LIs.

- Tipo de vias segundo pavimento (TPav): Vias pavimentadas possuem vantagens de deslocamento em termos de velocidades e facilidades sobre as vias não pavimentadas, pois as estradas de terra são mais passíveis causar transtornos, seja devido à falta de manutenção ou pela intensificação dos problemas na época de chuva.

Depois de definidos os fatores, calcularam-se as distâncias-custo sendo que a maior contribuição (80%) é dada pela distância das propriedades rurais aos locais de interesse (DLI) considerando um fator de impedância representada pelo tipo de pavimento (TPav) das vias e a menor contribuição (20%) é dada pela distância das propriedades ao transporte público (DTP), dada pela equação 4.

$$Distância-custo = [(DLI \times TPav) \times 0,8] + (DTP \times 0,2) \quad (4)$$

O fluxograma da Figura 3 apresenta as etapas realizadas com o auxílio do SIG para a determinação das distâncias-custo.

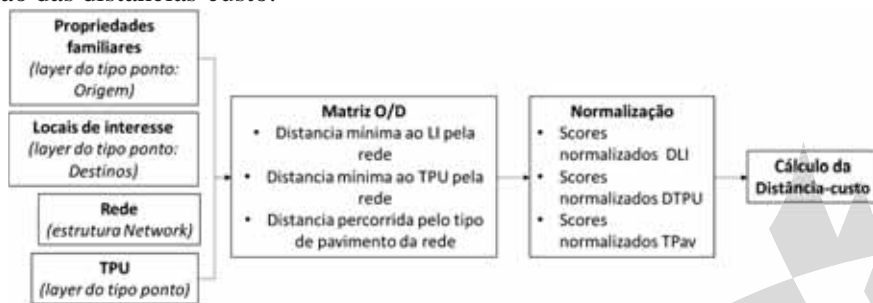
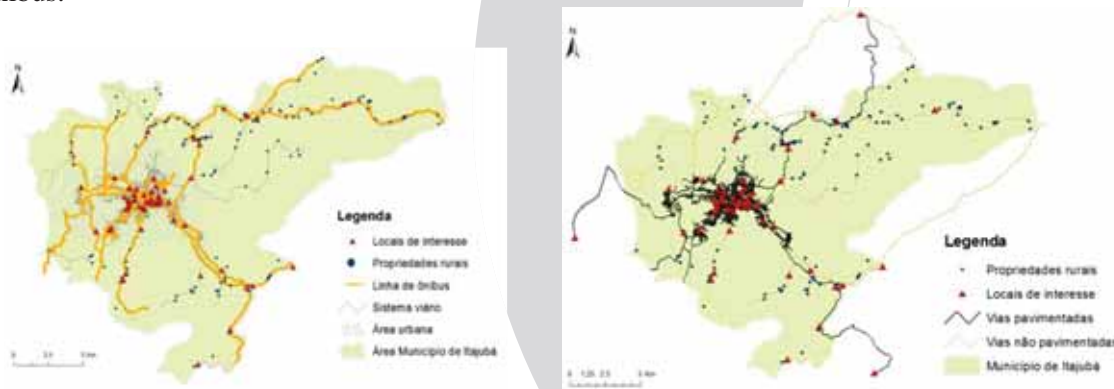


Figura 3: Determinação das distâncias-custo

O cálculo de cada distância foi realizado por meio de matrizes O/D (origem-destino) obtidas com o auxílio dos SIGs, considerando a menor distancia possível pela rede viária. Com os valores das distâncias obtidas nas matrizes O/D de LI foram selecionadas as distâncias médias ou mínimas. Estas distâncias foram então normalizadas para a mesma escala de valores (0 a 1), utilizando funções *fuzzy*, conforme apresentadas na Figura 1, do item 3.

Por outro lado, o tipo de pavimento (TPav) foi utilizado com o intuito de certa forma incorporar o fator tempo de deslocamento na análise. Com o auxílio do ArcGIS *Network* foi possível verificar as vias pavimentadas e não pavimentadas. Foi adotado um *score* conforme os tipos de pavimentos percorridos de cada propriedade para cada LI. A figura 4a e 4b apresenta o município de Itajubá com a divisão da área urbana e rural, os 67 locais de interesse (LI), as 132 propriedades rurais e as vias pavimentadas e não pavimentadas de toda a região e as linhas de ônibus.



a) Linhas de ônibus

b) Vias de acesso

Figura 4: Município de Itajubá com os LI, propriedades, linhas de ônibus e vias de acesso

4.3 Cálculo do índice de acessibilidade em ambiente SIG

Ao definir o grau de importância dos LI e o cálculo das distancia-custo para cada local, parte-se ao desenvolvimento do Índice de Acessibilidade. O índice de acessibilidade é dado pelas Equações 1, 2 e 3 apresentadas no item 3, resultando numa avaliação multicriterial da acessibilidade das propriedades rurais aos LI, pela agregação (soma ponderada) dos valores normalizados das distancia-custo e os pesos dos LI's. Determina-se a acessibilidade para cada grupo de LI e depois a acessibilidade global, agregando os 4 grupos. Os resultados expressam o grau de acessibilidade que variam no intervalo [0,0 a 1,0], indicando uma variação contínua do índice de acessibilidade entre 0,0 (sem acessibilidade) e 1,0 (máxima acessibilidade) no território.

O uso do SIG possibilitou a geração de mapas de acessibilidade, obtidos em função dos índices de cada propriedade. Foi utilizado o método de interpolação de pontos, por meio da ferramenta do Arcgis *Spatial Analyst*, que representa uma superfície que cobre a área de estudo não amostrada a partir dos locais amostrados (propriedades).

A Figura 5 apresenta a acessibilidade aos Grupos de locais de interesse de Comercialização da Produção, Equipamentos de Saúde, Instituições de Ensino, e locais de Serviços e Lazer.

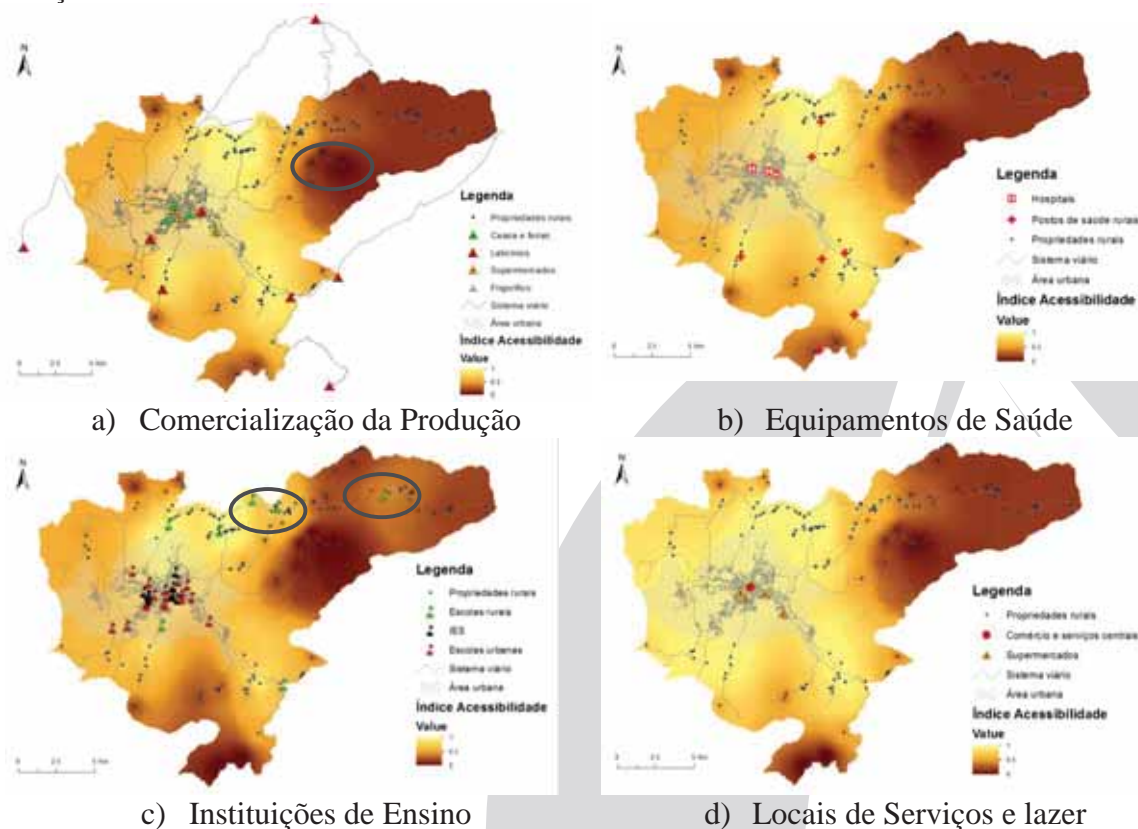


Figura 5: Acessibilidade por Grupos de Locais de Interesse

Na determinação do índice de acessibilidade das propriedades ao grupo Comercialização da Produção, apresentado na Figura 5a, foi considerado a localização de laticínios, dentro e fora do Município, supermercados, CEASA, feiras e frigorífico em que os produtores costumam comercializar a produção. A Figura 5b mostra a acessibilidade das propriedades ao Grupo Equipamentos de Saúde em que foram considerados os hospitais existentes no Município e os postos de saúde rurais. Cabe ressaltar que foram considerados na análise somente os postos de saúde que tinham suas localizações geográficas conhecidas. Já a Figura 5c apresenta a acessibilidade as Instituições de Ensino, tanto com a localização de escolas urbanas e rurais. Por fim, o mapa da Figura 5d apresenta a acessibilidade ao grupo locais de serviços e lazer. Verifica-se que para os entrevistados os principais locais de serviços e lazer se

encontram no centro comercial urbano do município, assim foi adotada a localização de um ponto nessa região que pudesse representar os diversos locais frequentados, tais como bancos, farmácias, lojas etc. e a localização de supermercados. Como os locais de interesse se encontram, sobretudo na área urbana, percebe-se a variação do índice conforme o afastamento das propriedades com relação a essa área.

Pela análise dos mapas da Figura 5, constata-se que a acessibilidade aos LI para todos os grupos, são mais elevados para as propriedades que se localizam na região central e oeste do município, tanto por se tratar de áreas com maior proximidade aos LI considerados, quanto por esta localização comumente ser privilegiada com acesso fácil ao TPU e com vias pavimentadas, melhorando as condições de acesso e o tempo de deslocamento. Entretanto, verifica-se que os LI que obtiveram maior peso dentro de cada grupo, tais como laticínios, escolas rurais, postos de saúde rurais etc. mesmo quando se encontram em áreas rurais mais afastadas da região central, também contribuíram para que naquela região a acessibilidade melhorasse.

Ao realizar uma comparação da acessibilidade entre os grupos, é possível notar que para os grupos “Comercialização da produção” e “Locais de Serviços e lazer” a acessibilidade relativamente melhora, e a razão principal se dá em função de os LI se situarem a distâncias menores do que as consideradas na função para a normalização. Ao passo que para os grupos “Equipamentos de saúde” e “Instituições de ensino”, a acessibilidade no território foi menor porque as distâncias encontradas na região são superiores aos valores adotados como pontos de controle (por exemplo, D_{máx} de 10 km para os postos rurais e 5 km para escolas rurais).

A Figura 6 apresenta o mapa de acessibilidade global, que representa a combinação de todos os mapas anteriores com os pesos de cada grupo de LI (tabela 2). Observa-se que houve localizações que possuem pontos de comercialização da produção e postos de saúde, fatores esses que possuem maior peso na análise, em locais próximos a pontos de ônibus e com vias pavimentadas que ficaram com melhores índices de acessibilidade, como mostram as áreas marcadas no mapa.

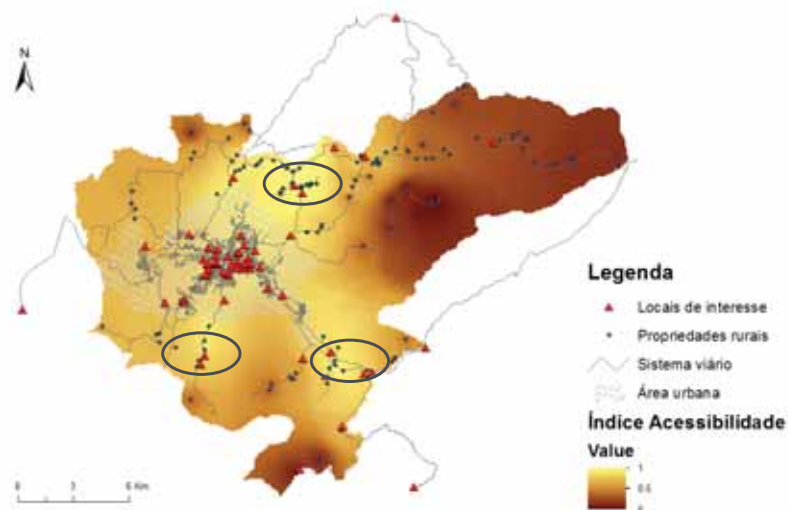


Figura 6: Acessibilidade Global aos Locais de Interesse

De maneira geral, as propriedades que possuem sua localização mais próxima à região urbana (central) do município, onde se localizam a maioria dos locais de interesse apresentam acessibilidades melhores em relação às propriedades mais afastadas. Isso se deve tanto ao fato da distância como a presença de vias pavimentadas e transporte coletivo. Os piores índices de acessibilidade global, com valores próximos de zero, estão em uma região próxima à região nordeste do município, distantes da maioria dos LI e com ausência de linhas de ônibus. A região nordeste e sul do município apresentaram índices de acessibilidade baixos, com valores de aproximadamente 0,20.

5 Conclusão

Este trabalho apresentou a avaliação da acessibilidade em ambiente SIG. O uso do SIG possibilitou a geração de mapas que ajudam em um melhor entendimento em termos de distribuição geográfica e da variação do índice de acessibilidade no território.

A coleta de dados por meio de entrevistas, questionários e uso de um GPS portátil em campo se mostrou essencial na obtenção de informações referentes à percepção das pessoas que vivem no ambiente rural quanto aos seus acessos, seus deslocamentos diários e a definição e localização dos Locais de Interesse e das propriedades dos agricultores familiares.

O método de cálculo do índice de acessibilidade por meio da metodologia multicritério permitiu incorporar na análise fatores como as distancias aos principais locais de interesse, o tipo de pavimento existente nas vias e o acesso ao TPU, levando em consideração o julgamento de especialistas quanto ao grau de importância de cada local. Dessa forma, foi possível verificar a acessibilidade das propriedades aos diferentes tipos de locais de interesse, de forma que possibilitou a comparação dos mapas de acessibilidade pelas diferentes funcionalidades.

Os grupos locais de comercialização da produção agropecuária e equipamentos de saúde foram os que obtiveram maior peso na análise, pois se considera que a renda advinda da comercialização é a principal fonte de sustento familiar, e os deslocamentos para comercialização ocorrerem com frequência. Já para o grupo saúde foi dada uma maior importância devido a este tipo de serviço público ser essencial e básico para a qualidade de vida da população, que comumente já enfrentam riscos em seus ambientes domésticos e de trabalho.

Os locais mais acessíveis foram os mais próximos à região urbana (central) do município, onde se localizam a maioria dos locais de interesse e também onde há maior presença de vias pavimentadas e transporte coletivo. A região que apresentou pior acessibilidade fica localizada entre o centro e o nordeste do município, em que a maioria das vias é estrada de terra e em que o ponto de ônibus mais próximo fica localizado a aproximadamente 13 km de distância.

A avaliação da acessibilidade de produtores familiares no Município de Itajubá, MG mostrou que existe uma diferença de acessibilidade entre as propriedades estudadas, e assim permitiu a visualização daquelas com as piores e melhores acessibilidades no município e consequentemente as principais áreas para planejamento e investimentos em transportes e infraestruturas.

Agradecimento

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo apoio financeiro concedido aos projetos que subsidiaram o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramovay, R.** Agricultura familiar e desenvolvimento territorial. *Reforma agrária*, v. 28, n. 1, p. 2, 1998.
- Abramovay, R.** *O futuro das regiões rurais*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.
- Aguiar, F. O.** *Acessibilidade Relativa dos Espaços Urbanos para Pedestres com Restrições de Mobilidade*. Tese de doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo: São Carlos, 2010.
- Allen, W. B.; D. Liu E Singer, S.** (1993) Accessibility measures of U.S. metropolitan areas. *Transportation Research, Part B, Methodological*, v. 27, n. 6, p. 439-50.
- Brasil.** *Lei n. 11.326, de 24 de julho de 2006*. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Presidência da República. Brasília, DF. Disponível na internet (www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2006/lei/111326.htm), 6, 2013.

- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** (2009) Censo Agropecuário 2006. *Agricultura Familiar*. Primeiros resultados. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Brasília/Rio de Janeiro: MDA/MPOG.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** (2010) Censo Demográfico 2010. *Características Gerais da População*. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Ingram, D. R.** (1971) The concept of accessibility: a search for an operational form. *Regional Studies*, v. 5, n. 2, p. 101-7.
- Kageyama, A.** (2004) Desenvolvimento rural: conceito e medida. In: *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 21, n. 3, p. 379-408.
- Kneib, E. C.** As diferentes escalas de análise espacial de um índice de acessibilidade. In: Anais do Congresso *PLURIS 2012 - V Congresso Luso-brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*, Brasília, 2012.
- Lima, J. P.** *Modelo de Decisão para a Priorização de Vias Candidatas às Atividades de Manutenção e Reabilitação de Pavimentos*. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo: São Carlos, 2007.
- Maluf, R.S.** (2002) O enfoque da multifuncionalidade da agricultura: aspectos analíticos e questões de pesquisa. In: Lima, D.M.; Wilkinson, J. (Org.) *Inovação nas tradições da agricultura familiar*. Brasília: CNPq/Paralelo 15, p. 301-328.
- MDA/SDT** Ministério do Desenvolvimento Agrário - Secretaria de Desenvolvimento Territorial (2003). *Referências conceituais do Desenvolvimento Territorial Rural Sustentável*. CONDRAF/NEAD, Brasília, DF.
- Mendes, J. F. G.** (2001) Multicriteria Accessibility Evaluation using GIS as Applied to Industrial Location in Portugal. *Earth Observation Magazine*, v. 10, n. 2, p. 31-35.
- Miranda, L. I. B.** (2011) Planejamento em áreas de transição rural-urbana: velhas novidades em novos territórios. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 11, n. 1, p. 25-40.
- Morris, J. M.; Dumble, P. L.; Wigan, M.R.** (1978) Accessibility indicators for transport planning. *Transportation Research, Part A*, v. 13, n. 2, p. 91-109.
- PMI** - Prefeitura Municipal de Itajubá. Site oficial 2013. Cidade: Informações, disponível na internet (www.itajuba.mg.gov.br), 5, 2014.
- Ribeiro, A.** (2011) Indicadores de acessibilidade. In: Costa, J. et al., (Org.) *Compêndio de economia regional Métodos e técnicas de análise regional*, APDR (ed.) Editora Princípiã, Parede, vol. 2, p. 227-240.
- Rodrigues, D. S.** *Avaliação Multicritério de Acessibilidade em Ambiente SIG*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia, Universidade do Minho: Braga, 2001.
- Rodrigues, D. S., Mendes, J. F. G., Lima, J. P., Ramos, R. A. R.** (2004) Uma Abordagem Multicritério para Avaliação da Acessibilidade. In: Mendes, J. F. G.; Silva, A. N. R. Souza, L. C. L.; Ramos, R. A. R.. (Org.). *Contribuições para o Desenvolvimento Sustentável em Cidades Portuguesas e Brasileiras*. 1ed.Coimbra, Portugal: Almedina, v. 1, p. 98-117.
- Saaty, T. L.** (2008) Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, v. 1, n. 1, p. 83-98.
- Sachs, I.** Redescoberta e invenção do Brasil rural. Brasília, Conselho Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável-CNDRS, 2002.
- Santos, M.** *O Espaço dividido: os dois circuitos da economia urbana dos países subdesenvolvidos* (2ª ed.). Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2008.
- Silva, J. F. G.** da *O Novo Rural Brasileiro*. vol. 1. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, SP, 1999.
- Tobias, M. S. G.; Ramos, R. A. R. E Rodrigues, D. S.** (2012) Avaliação em Ambiente SIG da Acessibilidade Global Regional na Amazônia: aplicação no Baixo Amazonas, Brazil. In: *Congresso Luso-brasileiro de Planejamento Urbano Regional Integrado e Sustentável*, Pluris, UnB, Brasília, D.F.
- Veiga, J. E.** Mudanças nas relações entre espaços rurais e urbanos. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, vol. 3, n.1, 2007.