

DEFINIÇÃO DE UM INDICADOR PARA AVALIAR A ACESSIBILIDADE DOS ALUNOS DA ZONA RURAL ÀS ESCOLAS DA ZONA URBANA

Michela Sagrillo Pegoretti

Suely da Penha Sanches

Universidade Federal de São Carlos
Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi definir um indicador para avaliar a acessibilidade dos alunos da zona rural às escolas da zona urbana, identificando os principais atributos que interferem na acessibilidade: distância percorrida a pé pelas crianças, tempo de viagem no veículo, características da rede viária e conforto/segurança no veículo. Foram considerados os deslocamentos casa – ponto de embarque (feito a pé) e ponto de embarque – escola (feito por modos motorizados). A metodologia consistiu na utilização do modelo de avaliação multicriterial, composto de quatro fases: escolha dos atributos, determinação dos pesos dos atributos, normalização e combinação. Para a determinação dos pesos e dos valores máximos de distância de caminhada/tempo de viagem aceitáveis, realizou-se uma pesquisa com 120 profissionais das áreas de educação e transportes. As análises feitas (estudo de caso na cidade de São Carlos) provam que locais de embarque mais distantes das escolas urbanas não possuem, necessariamente, níveis de acessibilidade mais baixos.

ABSTRACT

The objective of this research was to establish an indicator to evaluate students' accessibility from rural to urban areas, identifying the most relevant attributes that interfere in the accessibility: children walking distances, travel time and characteristics of the roads and safety/comfort in the vehicles. The accessibility patterns were evaluated in regard to the trips from the residence to the bus stop (walk trip) and the trips from the bus stop to the schools (by motorized vehicles). The methodology consisted on the use of a multicriterial evaluation method, composed by four steps: attributes choice, determining attribute importance, normalization and combination. A survey was made with 120 professionals who act on education and transportation areas to evaluate the importance of the accessibility attributes and highest acceptable walking distance and travel time. The analyses (case study in the city of São Carlos) show that boarding places farther from rural schools do not have, as a rule, lower levels of accessibility.

1. INTRODUÇÃO

O processo de crescimento dinâmico das cidades modificou o traçado urbano e as suas formas de expansão e trouxe problemas relacionados à configuração sócio-espacial das mesmas, resultando na chamada “segregação”. Para Flávio Villaça, “segregação é um processo segundo o qual diferentes classes ou camadas sociais tendem a se concentrar cada vez mais em diferentes regiões gerais ou conjuntos de bairros da metrópole” (Villaça, 1988). No entanto, essa segregação não existe apenas na zona urbana de um município, mas também em sua área rural.

Tomando como referência a classificação existente no Brasil para distinguir os meios rural e urbano, sendo urbano qualquer sede de município (cidade) e de distrito (vila), considerou-se, para a realização deste trabalho, cidade e campo como as zonas urbana e rural (respectivamente) de um município. Nesse contexto, o campo vem se caracterizando como espaço segregado, visto que o seu próprio isolamento em termos físicos e a oferta irregular ou inexistente de transporte público, associado às baixas condições econômicas, à precariedade de infra-estrutura e equipamentos coletivos e aos poucos investimentos capazes de gerar melhor qualidade de vida das pessoas, são fatores que promovem a segregação social e espacial dos moradores, em especial das crianças em idade escolar.

2. TRANSPORTE RURAL ESCOLAR

No transporte rural brasileiro, “educação” aparece como a maior motivação das viagens, com 45,70% do total, enquanto “trabalho” entra com 37,85% desse total (Geipot, 1995). O percentual elevado de viagens para escola, deve-se à desativação das escolas rurais isoladas, obrigando crianças a se deslocarem diariamente para as escolas da área urbana mais próxima.

Desde o início dos anos 90, as escolas rurais existentes no Estado de São Paulo vêm sendo gradativamente desativadas, sendo que, atualmente, são poucos os municípios que ainda contam com escolas desse tipo em seu sistema escolar. A desativação das escolas rurais foi motivada, sobretudo, pelo êxodo rural, pelo isolamento geográfico das escolas (dificultando o serviço de supervisão), pela existência de salas multisseriadas com ensino restrito até a 4ª série e pela evasão escolar (Geipot, 1995; Araújo, 1996).

Os dados do Censo Escolar 2003, realizado pelo Inep, mostram que 37% das 11 milhões de crianças em idade escolar na zona rural (aproximadamente 4 milhões) foram atendidas pelo transporte escolar mantido pelos estados e municípios. O restante, ou seja, 7 milhões de crianças, não utilizam um serviço de transporte público regular para ir à escola, sendo a maioria das viagens feitas à pé (Inep, 2003).

As condições de acesso às escolas são dificultadas pela baixa ou irregular oferta de meios de transporte motorizados ou pelo fator locacional das mesmas (locais distantes), podendo criar entraves ao deslocamento que, quando feito a pé, sofre interferência de variáveis como terrenos acidentados, presença de animais, chuva, entre outros.

Os modos não motorizados (a pé e bicicleta) são utilizados pelos alunos principalmente quando não há disponibilidade de um serviço de transporte regular. Em relação aos modos motorizados, ônibus e kombis são os mais usados no Brasil (Geipot, 1995). Os estudantes também utilizam, de acordo com as especificidades locais da região em que vivem, outros modos de transportes, como canoas, balsas, barcos, caminhões ou carroças. Para a realização dessa pesquisa, foram considerados dois deslocamentos: o deslocamento casa x ponto de embarque (feito a pé, para o qual será analisada a distância percorrida) e o deslocamento ponto de embarque x escola urbana (feito por modos motorizados, para ao qual será analisado o tempo de viagem).

Os itinerários dos veículos que transportam os alunos são fixados anualmente em função do local de residência das crianças, geralmente buscando evitar que elas tenham que percorrer a pé, distâncias superiores a 2 ou 3 km entre a residência e o ponto de embarque (Geipot, 1995; Vasconcellos, 1997). A tradição do planejamento escolar brasileiro recomenda, também, que o tempo máximo que o aluno da zona rural deve levar de sua residência até a escola seja 45 minutos (Arantes, 1986). No entanto, muitas vezes, estes valores não são respeitados e os estudantes da zona rural precisam enfrentar um tempo de viagem mais longo, por estradas e veículos mal conservados (Sanches e Ferreira, 2003).

Considerando a dispersão das propriedades rurais, não é fácil se conseguir que todos os alunos tenham um mesmo nível de acessibilidade às escolas. No entanto, a análise do nível de acessibilidade é uma questão que precisa ser levada em consideração pelos planejadores dos sistemas de transporte rural escolar, a fim de se obter as mesmas oportunidades educacionais e equidade de acesso às escolas. O indicador de acessibilidade que descrito neste trabalho pode

ser utilizado para avaliar o mérito de propostas de intervenção na estrutura do sistema de rotas ou da rede de transportes.

Diante dessa análise, o objetivo geral da pesquisa realizada foi definir um indicador para avaliar a acessibilidade dos alunos da zona rural às escolas da zona urbana, para ser usado no planejamento do transporte rural escolar. Os objetivos específicos foram: (a) estabelecer quais os principais fatores que interferem na acessibilidade às escolas e que devem ser considerados no planejamento do transporte rural escolar, (b) definir quais são a distância máxima admissível para ser percorrida a pé da casa até o ponto de embarque e o tempo máximo admissível de viagem para crianças do ensino fundamental que residem na zona rural e freqüentam escolas na zona urbana e (c) propor um indicador de acessibilidade que incorpore os principais atributos que interferem na acessibilidade às escolas.

3. METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Os indicadores de acessibilidade têm sido aplicados, há muitos anos, em estudos de transporte, principalmente para modelar a localização de atividades, estimar escolha modal e avaliar o nível de serviço dos sistemas (Joaquim, 1999; Sanches, 1996, Sanches e Ferreira, 2003; Odoki et al., 2001; Bhat et al., 2001; Nutley, 2003). Cada um dos indicadores de acessibilidade tem uma forma diferente e considera diferentes atributos relacionados ao tempo de viagem, ao custo, à distância, à qualidade do serviço de transporte oferecido, etc. Verifica-se, portanto, que não existe uma formulação única para um indicador de acessibilidade que possa ser utilizado em qualquer situação.

Assim sendo, o método escolhido para a definição do indicador de acessibilidade foi o de Avaliação Multicriterial. Este método de análise consiste em procedimentos que permitem avaliar e combinar diversos critérios (atributos), sendo adequado para analisar a acessibilidade à determinada área ou região, integrando-se facilmente em ambiente SIG (Rodrigues et al., 2002). A seguir são descritas, de forma sintética, cada uma das etapas desse método.

- a) Definição dos atributos: trata da identificação dos atributos necessários para se avaliar a acessibilidade. A escolha dos atributos foi feita através da revisão bibliográfica, levando-se em consideração as condições específicas do deslocamento dos alunos da zona rural às escolas. Quatro atributos foram escolhidos e aplicados nas etapas seguintes do método: tempo de viagem no veículo, distância percorrida a pé pelas crianças até o ponto de embarque, condição do veículo utilizado e condição do pavimento da via.
- b) Definição dos pesos: a atribuição de um peso a cada atributo permite quantificar a importância relativa de cada um, em relação a sua contribuição na obtenção de um índice global de acessibilidade. Essa definição foi obtida através de pesquisa com profissionais.
- c) Normalização: os valores dos atributos devem ser convertidos em unidades compatíveis entre si, ou seja, devem ser normalizados e representados em um intervalo entre 0 e 1 através de funções de pertinência. Para isso, foram utilizadas funções *fuzzi*, que podem expressar matematicamente relacionamentos vagos e imprecisos (Al-Najjar e Alsayouf, 2003). Para cada um dos atributos considerados foi definida uma função de pertinência de modo a representar os resultados da coleta de dados.

- d) Combinação: consiste na agregação dos critérios (atributos) para se obter o indicador de acessibilidade. Esta agregação foi feita através da Combinação Linear Ponderada, conforme mostrado na Equação (1):

$$A_j = \sum p_i x_{ij} \quad (1)$$

Onde:

A_j : nível de acessibilidade da propriedade j

p_i : pesos dos atributos (obtidos através da pesquisa com profissionais)

x_{ij} : valores normalizados dos atributos para o aluno j (estudo de caso)

3.1 Determinação dos pesos dos atributos

Após a definição dos quatro atributos utilizados para caracterizar o nível de acessibilidade de cada propriedade rural, realizou-se uma pesquisa com 120 profissionais (70 da área de educação e 50 da área de transportes) para obtenção dos pesos relativos de cada um desses atributos, através da aplicação de um questionário (método da combinação por pares de atributos). A Figura 1 mostra os pesos obtidos para os 4 atributos considerados.

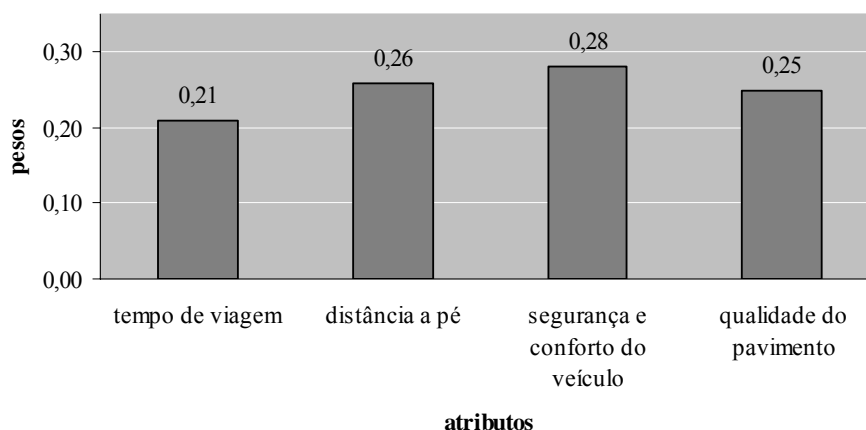


Figura 1: Pesos dos atributos de acessibilidade

É interessante observar que todos os atributos apresentaram níveis similares de importância. Entre os atributos considerados, o maior peso foi obtido pela “segurança e conforto no veículo”. Embora não se caracterize diretamente como um atributo da acessibilidade, este atributo influi indiretamente na percepção da dificuldade de acesso, principalmente por se tratar de viagens de crianças em idade escolar. Pode, por isso, ser considerado como pré-requisito básico para a avaliação da acessibilidade. Em segundo lugar tem-se a distância a ser percorrida a pé, seguida da qualidade do pavimento das vias. Por último o tempo de viagem no veículo.

3.2 Determinação do tempo e da distância máximos admissíveis

No mesmo questionário, aplicou-se uma pesquisa com os 120 profissionais em relação à distância máxima admissível para ser percorrida a pé pelos alunos até o ponto de embarque e ao tempo máximo de viagem dentro do veículo. Os resultados são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados da pesquisa com os profissionais em relação à distância e tempo máximos admissíveis

Distância de caminhada (m)	n° de respostas (% de respostas)	Tempo de viagem no ônibus (min)	n° de respostas (% de respostas)
até 500	52 (43%)	até 30	58 (48%)
até 1000	42 (35%)	até 45	36 (30%)
até 1500	11 (9%)	até 60	20 (17%)
até 2000	10 (8,5%)	até 90	6 (5%)
até 2500	2 (2%)		
Outros	3 (2,5%)		

Verifica-se que a maior parte dos entrevistados optou por uma distância de caminhada de, no máximo, 500 m. Este valor é inferior ao encontrado na revisão de literatura (entre 2 e 3 quilômetros), considerado elevado para a situação das crianças em idade escolar. O valor de 500 metros corresponde àquele considerado o limite superior para um nível de acessibilidade regular nos deslocamentos a pé até o ponto de ônibus em áreas urbanas (Ferraz e Torres, 2001).

Em relação ao tempo de viagem, a maior parte dos entrevistados optou por um tempo de, no máximo, 30 minutos, que é inferior ao recomendado pela literatura (45 minutos). O valor encontrado (30 minutos) é o mesmo valor considerado por Ferraz e Torres (2001) como máximo admissível para viagens por ônibus em áreas urbanas e por Vasconcellos (1997) nos estudos para crianças da zona rural.

3.3 Normalização dos atributos

A escolha da função de pertinência depende da natureza do atributo que está sendo normalizado. Para cada um dos atributos considerados definiu-se uma função de pertinência, de modo a representar os resultados da coleta de dados. Considerou-se o valor de pertinência 1, como a melhor situação de acessibilidade e o valor 0, como a pior situação.

Os gráficos de normalização da distância de caminhada e do tempo de viagem no veículo foram definidos com base nos resultados da coleta de dados sobre os valores máximos admissíveis para estes atributos (Figuras 2 e 3).

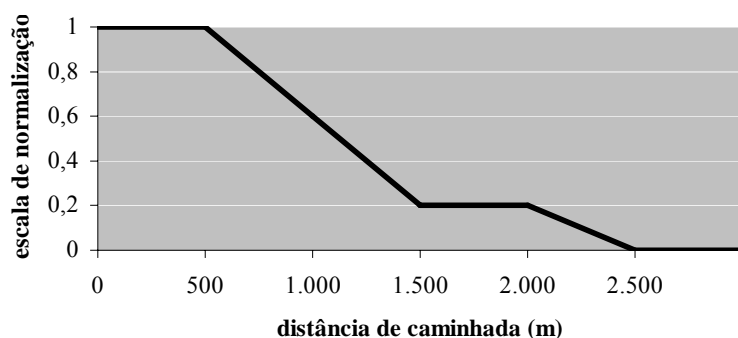


Figura 2: Normalização da distância a pé a ser percorrida pelo aluno

Assim, sendo d = distância percorrida a pé (em metros) e μ = valor normalizado:

$$\begin{aligned} \text{Se } d \leq 500 & \rightarrow \mu = 1 \\ \text{Se } 500 < d < 1.500 & \rightarrow \mu = 1,4 - 0,0008d \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Se } 1.500 \leq d \leq 2.000 &\rightarrow \mu = 0,2 \\ \text{Se } 2.000 < d < 2.500 &\rightarrow \mu = 1 - 0,0004d \\ \text{Se } d \geq 2.500 &\rightarrow \mu = 0 \end{aligned}$$

Verifica-se que a curva de pertinência estabelecida é uma curva decrescente (quanto maior a distância de caminhada, menor o nível de acessibilidade). A Figura 3 representa a normalização do tempo de viagem. A curva de pertinência estabelecida também é uma curva decrescente (quanto maior o tempo de viagem, menor o nível de acessibilidade).

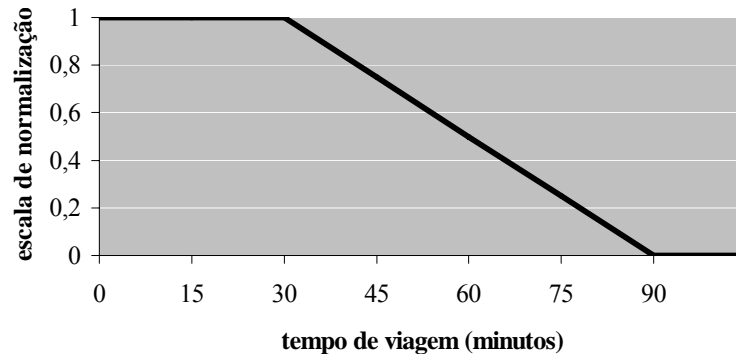


Figura 3: Normalização do tempo de viagem no veículo

Assim, sendo t = tempo de viagem no veículo (em minutos) e μ = valor normalizado:

$$\begin{aligned} \text{Se } t \leq 30 &\rightarrow \mu = 1 \\ \text{Se } 30 < t < 90 &\rightarrow \mu = 1,5 - t/60 \\ \text{Se } t \geq 90 &\rightarrow \mu = 0 \end{aligned}$$

O gráfico de normalização criado para a condição do pavimento (Figura 4) foi representado por uma curva arbitrária que condiz com uma avaliação crescente de 0 a 10 (notas mínimas e máximas admissíveis nas avaliações de vias pavimentadas e não pavimentadas). Verifica-se que a curva de pertinência estabelecida é uma curva crescente (quanto maior a nota final de avaliação do trecho, maior o nível de acessibilidade).

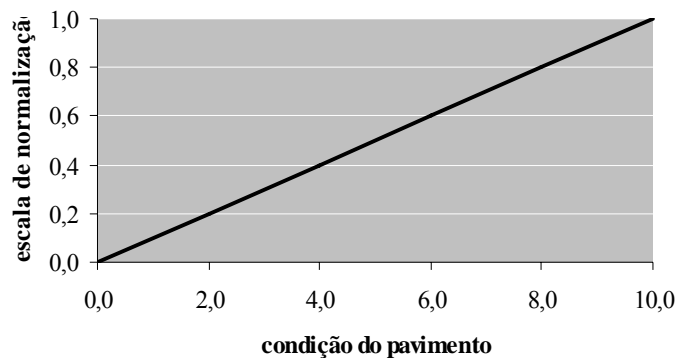


Figura 4: Normalização da condição do pavimento da via

Assim, sendo p = condição do pavimento e μ = valor normalizado $\rightarrow \mu = p/10$

3.4 Combinação dos atributos e formulação do indicador de acessibilidade

Para a formulação do indicador de acessibilidade, foram considerados os pesos atribuídos pelos profissionais (Figura 1). No entanto, o atributo “segurança e conforto no veículo” não foi incluído na formulação do indicador de acessibilidade, por ter sido considerado como pré-requisito básico para o funcionamento do transporte rural escolar, regulamentado por leis federais, estaduais e municipais, sendo, portanto, um atributo que não pode ser negociado. Assim sendo, os pesos foram recalculados, desconsiderando-se as comparações par a par que incluíam este atributo. Os novos pesos encontrados foram os seguintes: tempo de viagem no veículo (0,29), distância de caminhada (0,36) e condição do pavimento da via (0,35). Dessa forma, o Indicador de Acessibilidade definido para cada aluno j (A_j) é dado pela Equação 2. O Indicador de Acessibilidade para cada ponto de embarque k foi definido pela média aritmética dos indicadores de acessibilidade de todos os alunos j embarcados no ponto k .

$$A_j = 0,29x1_j + 0,36x2_j + 0,35x3_j \quad (2)$$

Onde:

$x1_j$: valor normalizado do tempo de viagem para o aluno j

$x2_j$: valor normalizado da distância percorrida a pé para o aluno j

$x3_j$: valor normalizado da condição do pavimento para o aluno j

4 ESTUDO DE CASO PARA APLICAÇÃO DO INDICADOR DE ACESSIBILIDADE

A fim de aplicar o indicador de acessibilidade definido, escolheu-se o município de São Carlos para a realização de um estudo de caso. Selecionou-se uma escola de 1º Grau (localizada no distrito de Água Vermelha) e um período (vespertino) para aplicar o indicador e criar o mapa de acessibilidade multicriterial.

A Tabela 2 mostra as características das linhas que transportam os alunos da zona rural.

Tabela 2: Informações gerais das linhas do período vespertino - Água Vermelha

Linhas	Comprimento (km)	Nº alunos transportados	Nº pontos embarque
1	34,5	31	17
2	39,5	23	9
3	43,8	47	28
4	41,5	27	13
5	33,3	60	18
6	36,1	45	22
7	49,4	24	12
TOTAL	278,1	257	119

Os instrumentos utilizados durante a viagem para coleta de dados foram: um GPS (para marcar a rota, os pontos de embarque e os locais de mudança de pavimento das vias – pavimentadas e não pavimentadas), um relógio (para marcar o tempo entre os embarques) e um Quadro para as anotações de distância de caminhada, tempo de viagem e condição do pavimento em cada trecho.

Pela necessidade de acompanhar o veículo, foi inviável medir a distância casa x ponto de embarque de cada aluno com o GPS. Optou-se então por avaliar o tempo de caminhada do aluno de casa até o embarque e, com base nessa informação, estimar a distância percorrida. Considerou-se uma velocidade média de caminhada de uma criança de 3,6 km/h, inferior à

velocidade média de caminhada de 4,0 km/h, estabelecida por Ferraz e Torres (2001) em estudos para deslocamentos urbanos de adultos.

O tempo de viagem foi calculado em cada trecho (percurso entre 2 embarques consecutivos) a partir da hora em que o veículo chegava em cada embarque. O tempo de parada do veículo no ponto de embarque (geralmente 5 segundos) foi desconsiderado por não ser significativo.

Considerando o trecho o percurso entre dois embarques, a avaliação do pavimento foi calculada entre cada um desses trechos (notas de 0 a 10). Se o trecho apresentasse vias pavimentadas e não pavimentadas, fazia-se uma avaliação ponderada pelo comprimento do trecho para a obtenção da nota final. Cada trecho não pavimentado foi avaliado pelo observador e pelo motorista, segundo a classificação: bom, regular ou ruim. Após a classificação, uma nota de avaliação para o trecho (entre 0 e 10) foi atribuída pelo observador durante a viagem. As vias pavimentadas foram avaliadas através do modelo do HPMS - Sistema de Monitoramento de Avaliação de Rodovias (U.S.Department of Transportation, apud Virginia Department of Transportation, 2003), somente pelo observador, por ser de fácil aplicação.

Para cada aluno foram calculados a distância de caminhada, o tempo de viagem e a condição do pavimento (cuja nota final foi ponderada de acordo com os trechos percorridos pelo aluno do ponto de embarque até à escola). Os dados foram transferidos para tabelas para a definição do indicador de acessibilidade de cada aluno e de cada embarque.

Os programas utilizados para o estudo de caso foram o Track Maker (transferência dos dados do GPS para o computador e o TransCAD (sobreposição da rota percorrida à base cadastral georreferenciada das estradas do município, cálculo do comprimento dos trechos e identificação, para cada ponto de embarque, do valor correspondente do seu Indicador de Acessibilidade). Criou-se, então, o mapa de Acessibilidade Multicriterial de todos os pontos de embarque das sete linhas do transporte escolar do período vespertino de Água Vermelha.

Adotou-se a seguinte escala para avaliação da Acessibilidade (A_j)

$$\begin{aligned} A_j &\leq 0.60 : \text{Ruim} \\ 0.61 &< A_j \leq 0.80 : \text{Regular} \\ 0.81 &< A_j \leq 1.00 : \text{Bom} \end{aligned}$$

A definição geral dos níveis de acessibilidade para os alunos que freqüentam a escola do distrito de Água Vermelha, no período vespertino, é mostrada na Figura 5. Os pontos de embarque da linha 1 foram denominados, no mapa, como 101, 102, 103..., os da linha 2, como 201, 202, 203... e assim sucessivamente.

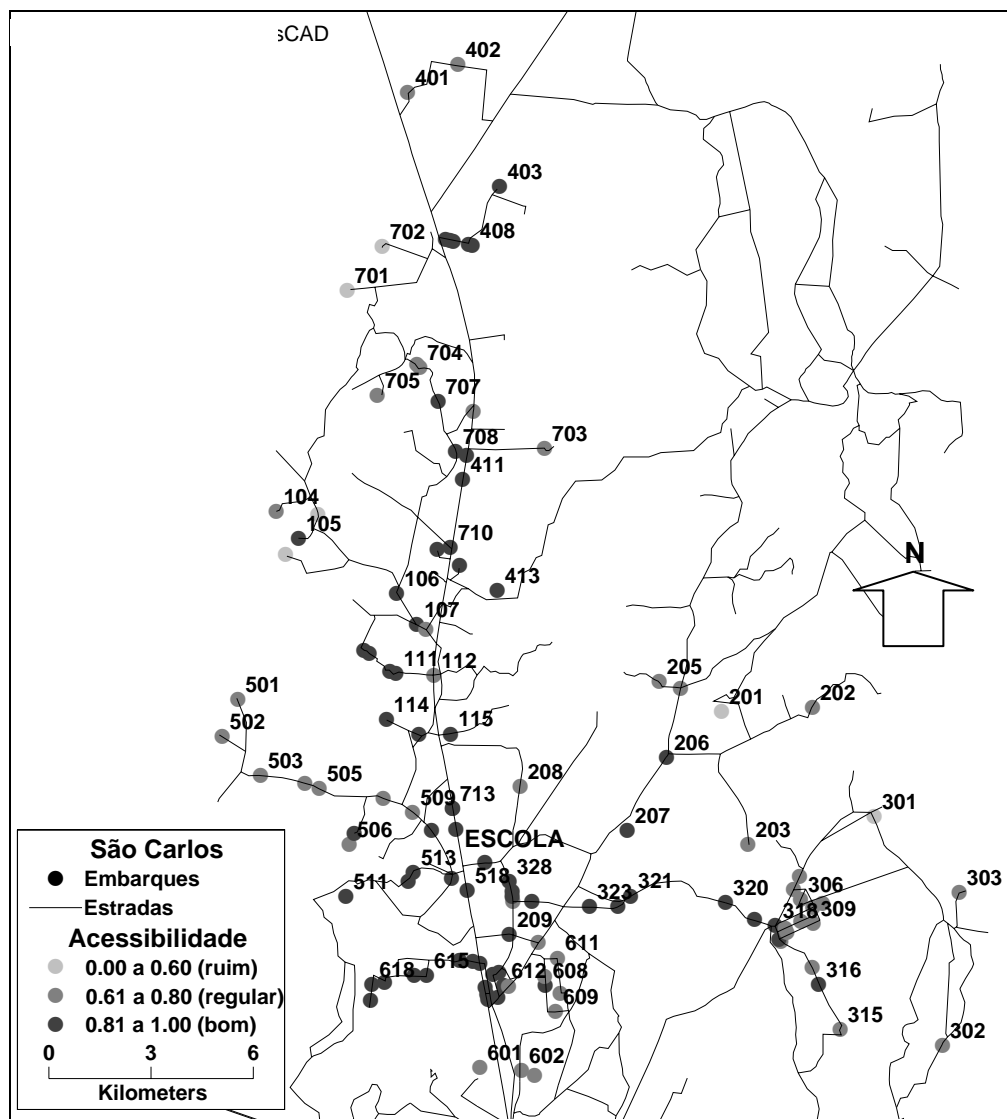


Figura 5: Mapa de Acessibilidade Multicriterial do transporte rural escolar do período vespertino de Água Vermelha

Analisando o mapa, percebe-se que a maioria dos pontos (52% do sistema) tem um bom nível de acessibilidade. No entanto, esses pontos de embarque não são, necessariamente, os mais próximos à escola. Há pontos mais distantes da escola que possuem bons níveis de acessibilidade, como é o caso dos pontos 403, 408 e os demais que aparecem bem próximos a eles. Esses pontos pertencem a uma linha que apresentou bom nível de acessibilidade em quase todos os seus embarques, já que seu percurso constituiu-se por uma estrada com boa pavimentação asfáltica em quase toda a extensão, aumentando, assim, o nível de acessibilidade dos pontos de embarque. Com isso, pode-se concluir que pontos de embarques mais distantes da escola não possuem, necessariamente, níveis de acessibilidade mais baixos.

Apesar dos pontos de embarque com nível bom de acessibilidade apresentarem-se espalhados pela rede do sistema de transporte escolar, uma grande parte deles concentra-se próximo à escola. Já os pontos de acessibilidade regular são encontrados nos locais mais distantes das escolas.

Pode-se dizer que são poucos os pontos que têm nível de acessibilidade ruim. Apenas os pontos 102, 103, 201, 301, 701 e 702 encontram-se nesta situação. É interessante observar que esses pontos são os primeiros embarques das suas respectivas linhas, mas não são, necessariamente, os mais afastados da escola considerando todas as linhas. Ao analisar o cálculo dos níveis de acessibilidade de cada um desses pontos nota-se que os baixos níveis de acessibilidade foram causados por longas distâncias de caminhada ou por longos tempos de viagem.

Verifica-se também que os pontos de embarque mais problemáticos foram os que apresentaram os menores níveis de acessibilidade de todo o sistema, no caso os pontos 102 e 103, com acessibilidade igual a 0,37 e 0,38, respectivamente. Os baixos valores foram influenciados pelo alto valor de distância de caminhada (superiores a 2.000 metros), que é o atributo de maior peso na fórmula que define o indicador de acessibilidade.

É importante destacar que a acessibilidade, por estar ligada a vários atributos (e não somente à distância), pode sofrer diversas alterações nos seus valores em função da mudança do tempo de viagem no veículo, da distância de caminhada ou da condição do pavimento. Tomando-se como exemplo o caso dos pontos 403 e 408, que mesmo distantes da escola possuem bom nível de acessibilidade, pode-se afirmar que, se outros pontos de embarque localizados na área periférica do mapa (nível de acessibilidade regular ou ruim) possuísem trechos com boa pavimentação asfáltica, o nível de acessibilidade dos alunos ali embarcados poderia melhorar.

No sentido de verificar a sensibilidade do indicador de acessibilidade definido, simulou-se uma situação com o objetivo de alterar o valor de um dos atributos de acessibilidade de uma determinada linha, para verificar os resultados de tal alteração. A linha escolhida (linha 7) é considerada pelos motoristas do sistema como “a pior linha”. Nela, a maioria dos trechos sem pavimentação asfáltica (em terra) recebeu notas de avaliação entre 2 e 3 (num máximo de 10). A minoria dos trechos em terra recebeu notas de avaliação entre 7 e 7,5.

A simulação foi feita da seguinte forma: considerou-se que todos os trechos com terra com notas baixas de avaliação, possuísem notas iguais a 7,0. Para o cálculo dos novos tempos de viagem, foi considerado um aumento de velocidade de 20 km/h (média aproximada das velocidades desenvolvidas em trechos com avaliação de pavimento entre 2 e 3) para 50 km/h (média aproximada das velocidades desenvolvidas em trechos com avaliação de pavimento igual a 7). O resultado da simulação da linha 7 está mostrado na Tabela 3.

Tabela 3: Resultado da simulação feita para a linha 7, considerando alterações na condição do pavimento da via

Acessibilidade	Número de pontos de embarque	
	Situação atual	Simulação
Ruim	2	0
Regular	5	4
Bom	5	8

A simulação mostra que, na situação atual, dos 12 pontos de embarque, 2 pontos possuem acessibilidade de nível ruim, 5 pontos possuem acessibilidade de nível regular e os outros 5, acessibilidade de nível bom. Com a melhoria na condição do pavimento da via, a situação dos níveis de acessibilidade dos pontos de embarque da linha melhorou consideravelmente.

Nenhum ponto obteve acessibilidade ruim e houve redução do número de pontos com nível de acessibilidade regular (de 5 para 4). Conseqüentemente, aumentou-se o número de pontos com bom nível de acessibilidade (de 5 para 8).

Os resultados da simulação mostraram que, mesmo não havendo mudança de faixa entre certos pontos de embarque (de regular para bom), todos os 12 pontos tiveram seus níveis de acessibilidade aumentados. A simulação comprova que, se houvesse uma melhoria na condição dos trechos das estradas de terra da linha 7, todos os alunos teriam seus níveis de acessibilidade melhorados e nenhum embarque possuiria nível de acessibilidade ruim. Isso também poderia acontecer no caso de alteração nas demais linhas. Portanto, o melhoramento da condição do pavimento das vias é um fator importante a ser considerado no planejamento do transporte rural escolar.

Pode-se destacar, enfim, que o nível de acessibilidade das crianças da zona rural transportadas para a escola de Água Vermelha, está entre as faixas de acessibilidade regular e bom. Além disso, felizmente, são poucas as áreas onde o nível de acessibilidade é ruim.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao utilizar um modelo de avaliação contendo critérios múltiplos para a definição de um indicador de acessibilidade, e não somente a variável “distância”, foi possível comprovar que locais de embarque mais distantes da escola urbana, não possuem necessariamente, níveis de acessibilidade mais baixos. Dessa forma, o serviço oferecido pelo poder público aos estudantes do campo pode ter um bom nível de acessibilidade, mesmo quando as escolas urbanas estiverem mais afastadas. Basta para isso se ter boas condições do pavimento (que implicam na diminuição do tempo de viagem, principalmente se a pavimentação for asfáltica) e menores distâncias de caminhada até os pontos de embarques.

Cada linha possui uma especificidade em relação aos atributos considerados. Uma linha cujos primeiros embarques localizam-se bem afastados da escola não terá, necessariamente, baixos níveis de acessibilidade se as distâncias de caminhada forem pequenas (menores que 500 metros) e se as condições do pavimento forem boas na maior parte de sua extensão.

É necessário, portanto, destacar que o indicador de acessibilidade definido na pesquisa é um instrumento capaz não só de gerar resultados que avaliem o nível de acessibilidade existente, mas também de subsidiar o planejamento de rotas de transporte mais equitativas, levando-se em consideração a minimização de distâncias a pé e a melhor condição do pavimento.

O indicador proposto neste trabalho é uma contribuição inicial para a análise da acessibilidade, visto que outros estudos, podem definir indicadores de acessibilidade para a situação do transporte rural escolar, que contemplem de forma mais abrangente todas as situações possíveis de deslocamento ou ainda considerem (ou proponham) um modelo de avaliação de pavimento mais objetivo para o caso de vias não pavimentadas.

A educação é direito de toda criança e o transporte rural escolar, quando necessário, deve ser encarado, de fato, como uma obrigação do governo para proporcionar o acesso físico à escola de forma mais digna e mais humana.

REFERÊNCIAS

1. Al- Najjar, B.; Alsyouf, I (2003) Selecting the most efficient maintenance approach using fuzzy multiple criteria decision making. *Journal of Production Economics* 84, p.85-100. Disponível em: www.clscvicr.com/locate/dsw. Acesso em: 26 jan. 2003.
2. Arantes, C.O. (1986) *Planejamento da Rede Escolar: Questões Teóricas e Metodológicas*. Ministério da Educação, Centro de Desenvolvimento e Apoio Técnico à Educação, Brasília.
3. Araújo, R.A.(1996) "*Os Pés vermelhos*" e a *Proposta de Agrupamento das Escolas Rurais*. Dissertação (Mestrado em Educação) - UFSCar, São Carlos.
4. Bhat, C.; Handy, S.; Kockelman, K.; Mahmassani, H. (2001) Assessment of accessibility measures. *Report FHWA/TX-01/4938-3*.
5. Ferraz, A.C.P.; Torres, I.G.E. (2001) *Transporte Público Urbano*. São Carlos, Editora Rima, 367 p.
6. Geipot – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (1995) *Avaliação Preliminar do Transporte Rural: Destaque para o Segmento Escolar*. Brasília.
7. Inep (2003) *Atendimento por transporte escolar na zona rural cresce 4%*. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: http://www.inep.gov.br/imprensa/niticias/censo/escolar/news03_06.htm. Acesso em: 26 set. 2003.
8. Joaquim, F. M. (1999) *Qualidade de vida nas Cidades: o Aspecto de Acessibilidade às Atividades Urbanas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - UFSCar, São Carlos.
9. Nutley, S. (2003) Indicators of transport and accessibility problems in rural Australia. *Journal of Transport Geography*, 11, p. 55-71.
10. Odoki, J.B; H.R.Kerali; F. Santorini (2001) An integrated model for quantifying accessibility benefits in developing countries. *Transportation Research*, 35, p. 601-623.
11. Rodrigues, D. S.; Silva, A. N.R.; Mendes, J. F.G. (2002) Avaliação multicritério e SIG vetorial: uma alternativa para planejamento de transportes. *Anais do XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Natal, v.2, p.471-482.
12. Sanches, S. P. (1996) Acessibilidade: um indicador do desempenho dos sistemas de transporte nas cidades. *Anais do X Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Brasília, v.1, p. 199-208.
13. Sanches, S. P; Ferreira, M.A.G. (2003) Avaliação do padrão de acessibilidade de um sistema de transporte de alunos da zona rural. *Anais do XVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Rio de Janeiro, v.2, p. 931-942.
14. Vasconcellos, E. A. (1997) Transporte Rural: O resgate de um tema esquecido. *Revista dos Transportes Públicos*, n.º 75, p. 31 – 48.
15. Virginia Department of Transportation (2003). *Northern Virginia Regional Bikeway and Trail Network Study. Final Report*. Disponível em: <http://www.fhiplan.com/novabike/documents/NoVABike-FinalReport-November2003.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2004.

Endereço das autoras:

Universidade Federal de São Carlos
Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana
Rod. Washington Luís, Km 235 – 13565-905, São Carlos, SP, Brasil

Fone: (16) 3351-8262/(27)8121-9073
Fax: (16) 3351-8295
e-mail: michelasagrillo@yahoo.com.br
ssanches@power.ufscar.br