

SIMULAÇÃO DE ROTAS DO TRANSPORTE DE PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS COM AUXILIO DO SIG

Narciso Ferreira dos Santos Neto¹
narciso_santos1@yahoo.com.br

Marcos Esdras Leite²
marcosesdras@ig.com.br

Simone Narciso Lessa³
monelessa@uol.com.br

Paula Freitas⁴
pferitas@yahoo.com.br

Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES

Resumo: Diante da dificuldade de implantar um sistema de transporte coletivo eficiente para proporcionar maior acessibilidade dos deficientes físicos ao espaço urbano, este trabalho objetivou aplicar a técnica de roteirização, através do Sistema de Informações Geográficas (SIG), no transporte exclusivo para portadores de necessidades especiais na cidade de Montes Claros/MG. Diante disso, foi criada uma base digital do sistema viário da cidade. Para isso, usou-se a imagem de satélite Quick Bird. Na perspectiva de comparar a atual rota realizada pelo serviço de transporte e a rota gerada pelas simulações, foi usado dados armazenados pelo receptor do GPS (Global Positioning System) e o software TransCAD. Os resultados mostraram uma redução média de 19% dos quilômetros rodados e apontaram a vantagem operacional, que pode ser obtida com o uso do SIG na definição de rotas.

Palavras chave: Geotecnologias. SIG. Transporte e acessibilidade.

1 Professor Mestre do Departamento Administração/UNIMONTES. Doutorando COPPE/UFRJ.

2 Professor Doutor do Departamento Geociências/UNIMONTES. Bolsista de produtividade da FAPEMIG .

3 Professora Doutora do Departamento Geociências/UNIMONTES.

4 Administradora. Bolsista de iniciação científica da FAPEMIG .

SIMULATION OF TRANSPORT ROUTES WITH SPECIAL NEEDS PEOPLE WITH THE HELP OF GIS

Abstract: Given the difficulty of implementing an efficient public transportation system to provide greater accessibility for disabled to urban space, this study aimed to apply the technique of routing through the Geographic Information System (GIS), the exclusive transport for people with special needs in Montes Claros/MG. Therefore, we created a digital database of the road system of the city. For this, we used the Quick Bird satellite image. From the perspective of comparing the current route for transportation service performed and the route generated by the simulations, we used data stored by the GPS receiver and software TransCAD. The results showed an average reduction of 19% of the mileage and identified the operational advantage that can be achieved with the use of GIS in the definition of routes.

Key words: Geotechnology. GIS. Transportation and accessibility.

Introdução

As medidas a serem adotadas para criar a acessibilidade e proporcionar o transporte para os portadores de necessidades especiais (PNE) devem ser tomadas pelos administradores públicos. Mas, na maioria das vezes, o oferecimento deste transporte surge em função de pressão pública ou determinação jurídica e não por entender que os mesmos têm o direito de circular e é do governo o dever em oferecer esta condição. Estudar o hábito dos PNE, ou seja, as características individuais e quais são as barreiras que enfrentam, auxilia os planejadores a aproveitarem os recursos existentes para oferecer uma condição melhor de transporte e buscar eliminar estas barreiras oferecendo a possibilidade de integrar estas pessoas à sociedade.

Os últimos dados sobre portadores de necessidades especiais (PNE), obtidos no censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2000, demonstraram que 14,5% da população brasileira apresentam algum tipo de incapacidade ou necessidades especiais o que representa 24,5 milhões de pessoas. O número de portadores de deficiência foi bem maior que nos anos anteriores, pois o conceito de deficientes foi expandido, incluindo

diversos graus de incapacidade de enxergar, ouvir e locomover-se.

Para Silva e Yamashita et al. (2003), o transporte público tem relevância significativa na economia de qualquer cidade independentemente do seu tamanho, e pode vir a ser no presente a causa do desequilíbrio das condições de um crescimento sustentável de uma região, ou até mesmo um inibidor desse desenvolvimento, na medida em que não ofereça condições de mobilidade a toda população.

No contexto do sistema de transporte, para se dizer que algum objeto ou pessoa tem a mobilidade como propriedade, deve existir um sistema de transporte que possa ser acionado e que possa receber, transportar e entregar o objeto, ou seja, um objeto é móvel se, e somente se, o sistema de transporte é acessível ao sujeito de transporte e ao objeto de transporte. (MAGALHÃES, 2010)

A situação presente do transporte público, na maior parte das cidades brasileiras, traz desconfortos e insatisfação por parte da população. Um desses motivos de desagrado dos passageiros é o tempo de espera nos pontos de embarque e o percurso demorado dos veículos.

Nesse sentido, é importante encontrar formas de diminuir o tempo de espera para embarque, bem como, buscar rotas mais rápidas e viáveis para reduzir o tempo de transporte.

É nesse contexto que a roteirização, através do Sistema de Informação Geográfica (SIG), se apresenta como um instrumento importante para definir novas rotas, visando atender com maior qualidade os usuários do transporte público. De acordo com Ferreira (2006) O problema de roteamento de veículos (PRV) consiste na definição de rotas que minimizem a distância total percorrida pelos veículos, atendendo à demanda de todos os clientes. Enfim, uma rota consiste em uma seqüência de visitas a um conjunto de pontos dispersos geograficamente, com início e término em um ponto final.

Roteirização, apesar de não existir na língua portuguesa, equivale à palavra inglesa “routing”, ou seja, refere-se ao processo de determinar rotas ou seqüências de paradas a serem cumpridos por veículos, objetivando visitar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, que necessitam de atendimento. (CUNHA, 1997).

O uso dos métodos automatizados de roteirização é estimulado pela necessidade de programação diária, bem como a presença de restrições operacionais que afetam o agrupamento de usuários com base na proximidade geográfica. (SILVA, 2004).

De acordo com Farkuh Neto; Lima (2006), o TransCAD é um Sistema de Informação Geográfica, aplicado à área de transportes, que incorpora, além das funções básicas de um SIG, rotinas específicas para soluções de problemas de logística, de pesquisa operacional e transportes em geral. Entre essas rotinas, o software possui um módulo específico que resolve diversos tipos de problemas de roteirização de veículos, atuando na fase preliminar de preparação dos dados, na resolução do problema em si de roteirização e programação de veículos e na elaboração das rotas.

Para os autores supracitados, o SIG é uma valiosa ferramenta de apoio à decisão no planejamento logístico, pela facilidade e rapidez de geração de diferentes cenários alternativos de decisão, contribuindo para uma análise fundamentada dos efeitos dessa decisão sobre a rede logística como um todo.

Assim, o objetivo geral do trabalho foi a simulação de uma nova rota para transporte exclusivo para portadores de necessidades especiais na cidade de Montes Claros com uso do SIG, visando a melhoria da eficiência do transporte para os mesmos.

Materiais e método

A primeira etapa foi a formulação da base do conhecimento e da estratégia de trabalho onde envolveu a identificação do contexto do estudo a partir da definição do foco da pesquisa. Neste momento, o levantamento da fundamentação teórica foi realizado em revisão dos conceitos de vários autores renomados na área. Tratou-se de uma pesquisa bibliográfica e em relação ao método, foi utilizado um estudo de caso do Transporte Especial (Transpecial) na cidade de Montes Claros (MG).

A segunda parte consistiu na construção da base digital de todo o perímetro urbano. Para edição desse produto foi imprescindível o uso do sensoriamento remoto integrado ao sistema de informação geográfica para gerar uma base

digital de Montes Claros, no qual estão inseridos todo o arruamento e quadras do perímetro urbano. Nesta etapa também foi importante o processo de criação da Rede de Trabalho (network).

A terceira etapa foi constituída pelas simulações do software junto ao serviço de transporte exclusivo visando encontrar alternativas para melhorar a rota realizada pelos veículos que foram representadas por mapas e tabelas que ilustram o trajeto. Juntamente com o uso do programa, foi necessário o auxílio de um aparelho receptor GPS (Global Positioning System, ou Sistema de Posicionamento Global, é um sistema de informação eletrônico que fornece via rádio a um aparelho receptor móvel a posição do mesmo com referência as coordenadas terrestres. RIBEIRO, 2002) E-trex Legend H da marca Garmin, com precisão de até 8 metros, para delimitar a rota realizada antes da utilização do programa. A última etapa do trabalho consistiu na formulação de um conjunto de estratégias de ação e propostas para subsidiar a operacionalização do sistema de transporte de deficientes.

Nesta terceira etapa foi realizada pesquisa qualitativa com a técnica de coleta de dados de observação participante para registrar o trajeto realizado pelo motorista em um dia comum de trabalho. Escolheram-se de forma aleatória os dias para cada uma das duas empresas responsáveis pelo serviço. Os dados observados foram registrados em tabela para posterior comparação com a otimização proposta pelo sistema.

Por fim, a ferramenta utilizada no SIG foi o procedimento Shortest Path, visto que não foi aplicada há um grande número de veículos as restrições de horário dos usuários já estavam pré-estabelecidas. Logo, o maior interesse não foi o programa ou ordenação dos atendimentos, mas sim o menor caminho a ser percorrido. Esta ferramenta também tem como vantagem a facilidade de interface com o usuário, sendo de fácil aplicação em uma posterior implantação. Com os resultados obtidos pode ser feita então a análise de conteúdo dos dados obtidos que foram organizados em tabelas e figuras para melhor entendimento.

Resultados e discussão

A cidade de Montes Claros é o principal polo do norte do estado de Minas Gerais, destacando como única cidade dessa região com população superior a 300 mil habitantes. Atualmente, o transporte especial para deficientes conta com seis microônibus que fazem o percurso em toda a cidade, atendendo os cadeirantes no seu domicílio. De acordo com a Empresa Municipal Planejamento Gestão e Educação em Trânsito e Transportes de Montes Claros (MCTrans) existem 352 Portadores de Necessidades Especiais cadastrados para atendimento do transporte especial (transespecial).

Conforme a figura 01, pode-se constatar que a maior parte dos PNEs estão na parte central e sul da cidade de Montes Claros, com 94 e 81 pessoas cadastradas no transespecial, respectivamente. Além dessas, a ordem de pessoas assistidas pelo transporte coletivo especial, continua com os setores nordeste (62), leste (50), centro-leste (35) e oeste(30). Apesar da grande área da parte oeste, o baixo número de pessoas que são registradas no transespecial se deve ao fator econômico, haja vista que parte dessa região da cidade é ocupada por população de alta renda.

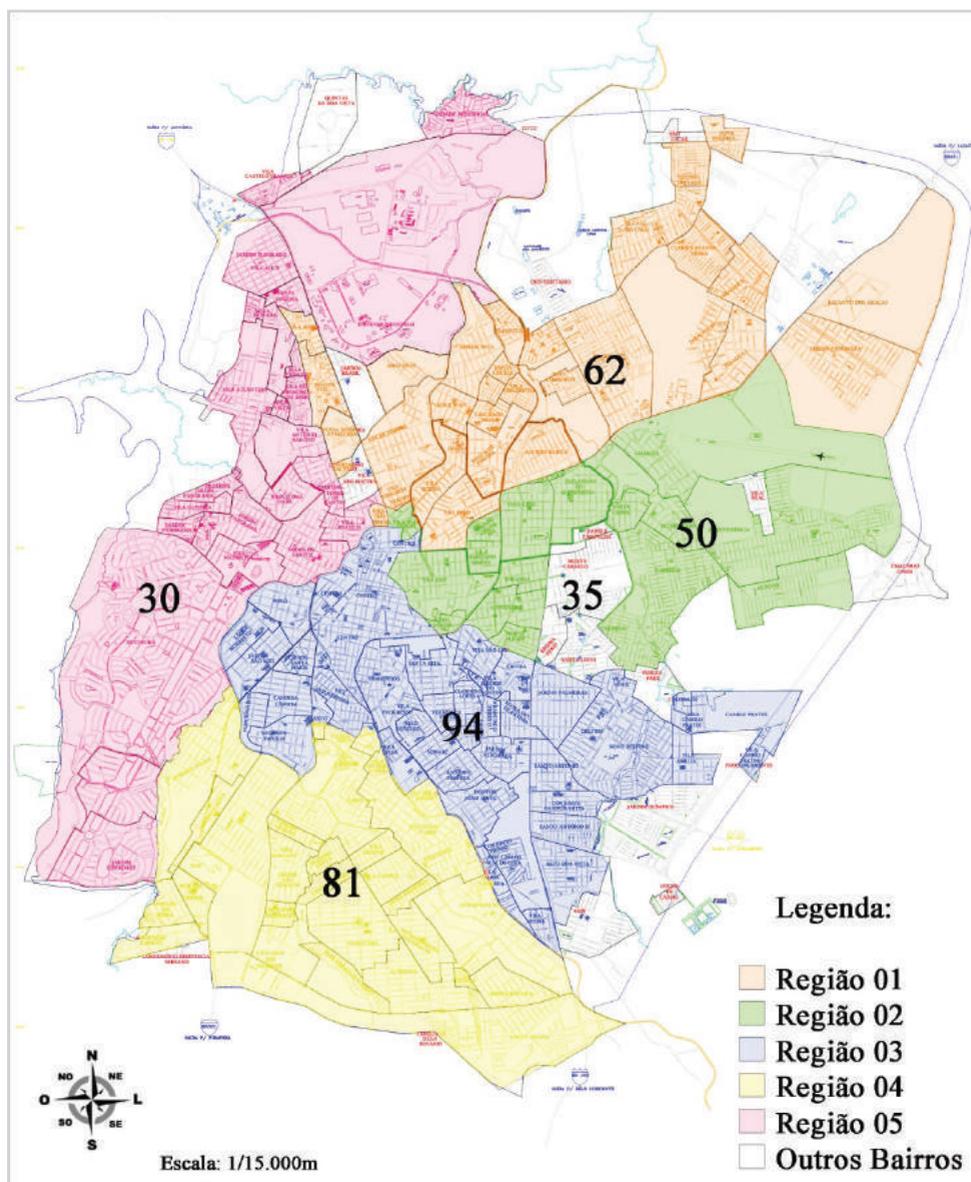


Figura 1: Número de Cadastrados no Transpacial por regiões de Montes Claros.

Foi realizado o acompanhamento da rota real realizada pelas duas empresas responsáveis pela execução do serviço, sendo registradas as rotas nos períodos matutinos e vespertinos, totalizando quatro itinerários. A tabela 1 descreve as informações gerais sobre as duas rotas realizadas no primeiro dia pela empresa ALPRINO. O número de viagens corresponde à viagem de

um ponto qualquer (garagem, casa de usuário ou parada para embarque/desembarque) ao próximo ponto visitado.

Tabela 1: Dados Gerais Sobre o Primeiro Dia de Monitoramento

GERAL – EMPRESA ALPRINO	
TEMPO TOTAL	11 h 51 min
TEMPO EM DESLOCAMENTO	07 h 28 min
TEMPO PARADO	04 h 23 min
ODÓMETRO	173,66 km
VELOCIDADE MÁXIMA	66,1 km/h
VEL. DE DESLOCAMENTO MÉDIO	23,2 km/h
VEL. MÉDIA GERAL	15,6 km/h
MANHÃ	
Nº DE USUÁRIOS COLETADOS	7 pessoas
Nº DE VIAGENS REALIZADAS	24
TARDE	
Nº DE USUÁRIOS COLETADOS	4 pessoas
Nº DE VIAGENS REALIZADAS	15

Finalizada a coleta de dados das duas rotas, partiu-se para o segundo dia na garagem da empresa TRANSMOC. É importante registrar que neste segundo dia de serviço duas viagens foram desnecessárias, pois devido à falta de comunicação não foi realizado o embarque de nenhum usuário. Nestes casos, os usuários afirmaram ter desmarcado o horário por telefone com antecedência.

Tabela 2: Dados Gerais Sobre o Segundo Dia de Monitoramento

GERAL – EMPRESA TRANSMOC	
TEMPO TOTAL	9 h 43 min
TEMPO EM DESLOCAMENTO	05 h 59 min
TEMPO PARADO	03 h 44 min
ODÓMETRO	145,61 km
VELOCIDADE MÁXIMA	49,7 km/h
VEL. DE DESLOCAMENTO MÉDIO	24,3 km/h
VEL. MÉDIA GERAL	16,2 km/h
MANHÃ	
Nº DE USUÁRIOS COLETADOS	7 pessoas
Nº DE VIAGENS REALIZADAS	19
TARDE	
Nº DE USUÁRIOS COLETADOS	4 pessoas
Nº DE VIAGENS REALIZADAS	19

A rota traçada pelo SIG corresponde ao percurso que deveria ter sido realizado pelo motorista caso percorresse o caminho mais curto entre cada ponto. Apesar de pequenas mudanças na ordem de embarque a demanda não deixou de ser atendida, uma vez que os horários agendados com os usuários devem ser respeitados.

A primeira rota, representada pela figura 02, sofreu duas mudanças na ordem de embarque e a aplicação da ferramenta reduziu os quilômetros rodados de 107,7 Km (66,93 milhas) para 82,6 Km (51,3637 milhas), o equivalente a 23% de redução de percurso. As figuras 3 e 4 mostram as primeiras rotas geradas pelo SIG no primeiro dia.

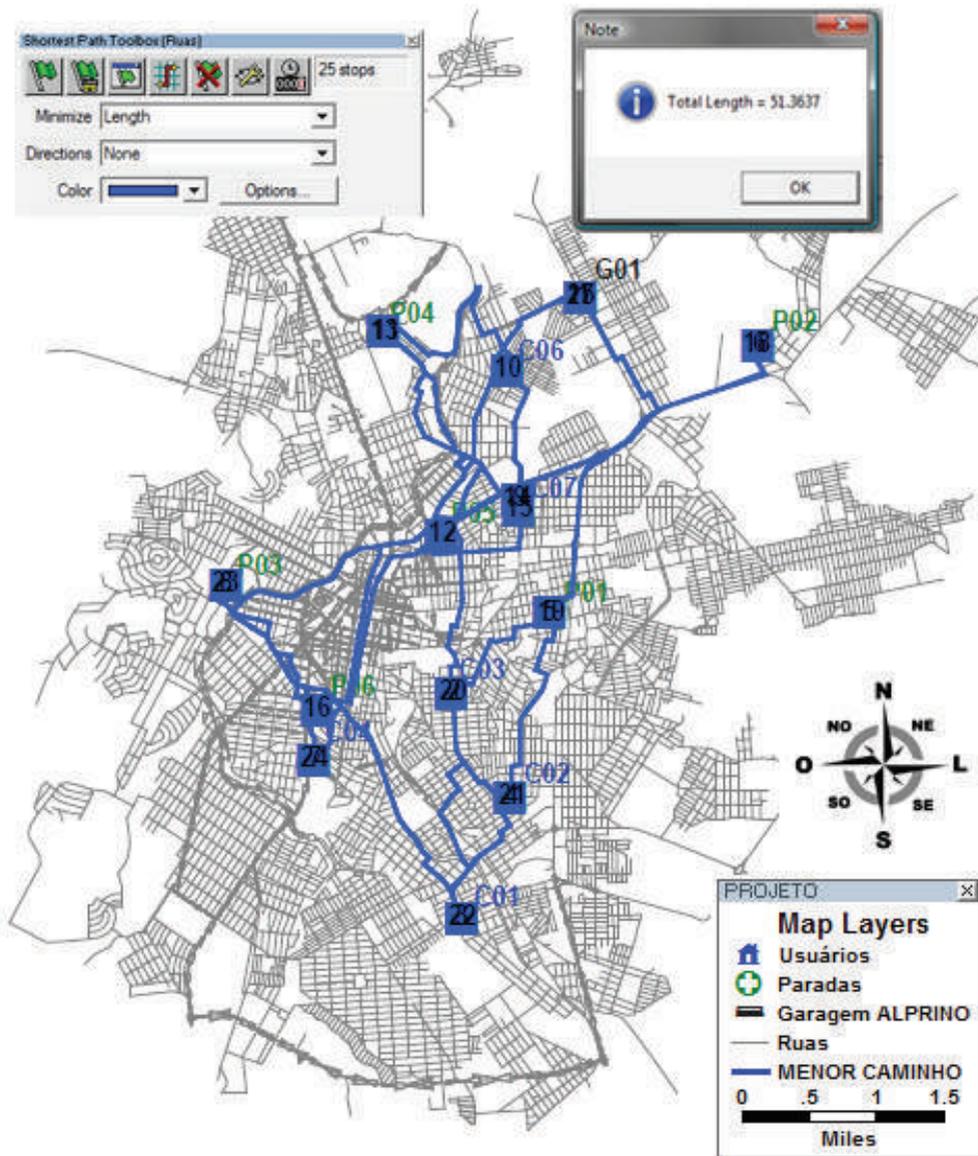


Figura 2: Rota simulada primeiro dia/manhã.

Nesta segunda rota (à tarde), representada na figura 03, os quilômetros rodados foram reduzidas de 77,2 Km (47,98 milhas) para 64,1 Km (39,83 milhas), o que equivale a aproximadamente 17% de economia de caminho percorrido.

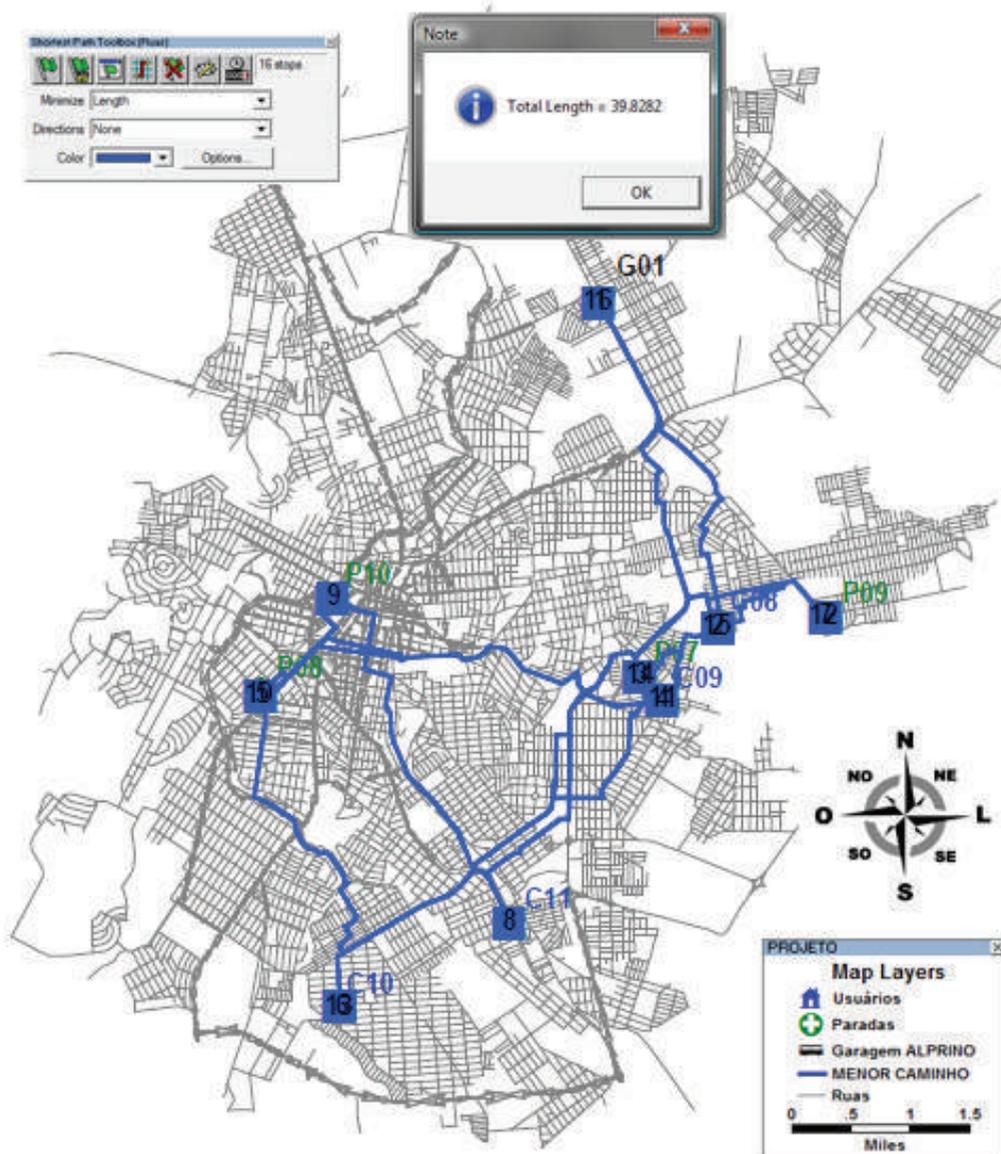


Figura 3: Rota simulada primeiro dia/tarde.

A terceira rota, conforme figura 04, que foi gerada sobre o itinerário do segundo dia, passou de 80,1 Km (49,78 milhas) para 63,9 Km (39,73 milhas), o que equivale a cerca de 20% de redução. Já a quarta e última rota, mostrada na figura 05, simulada reduziu o percurso de 76,9 Km (47,79 milhas) para 64,5 Km (40,06 milhas). Sendo esta a menor redução em percentual

que foi de aproximadamente 16% a menos de quilômetros rodados. Mesmo assim, a redução de caminho ocorreu em todas as simulações do software realizadas neste trabalho.

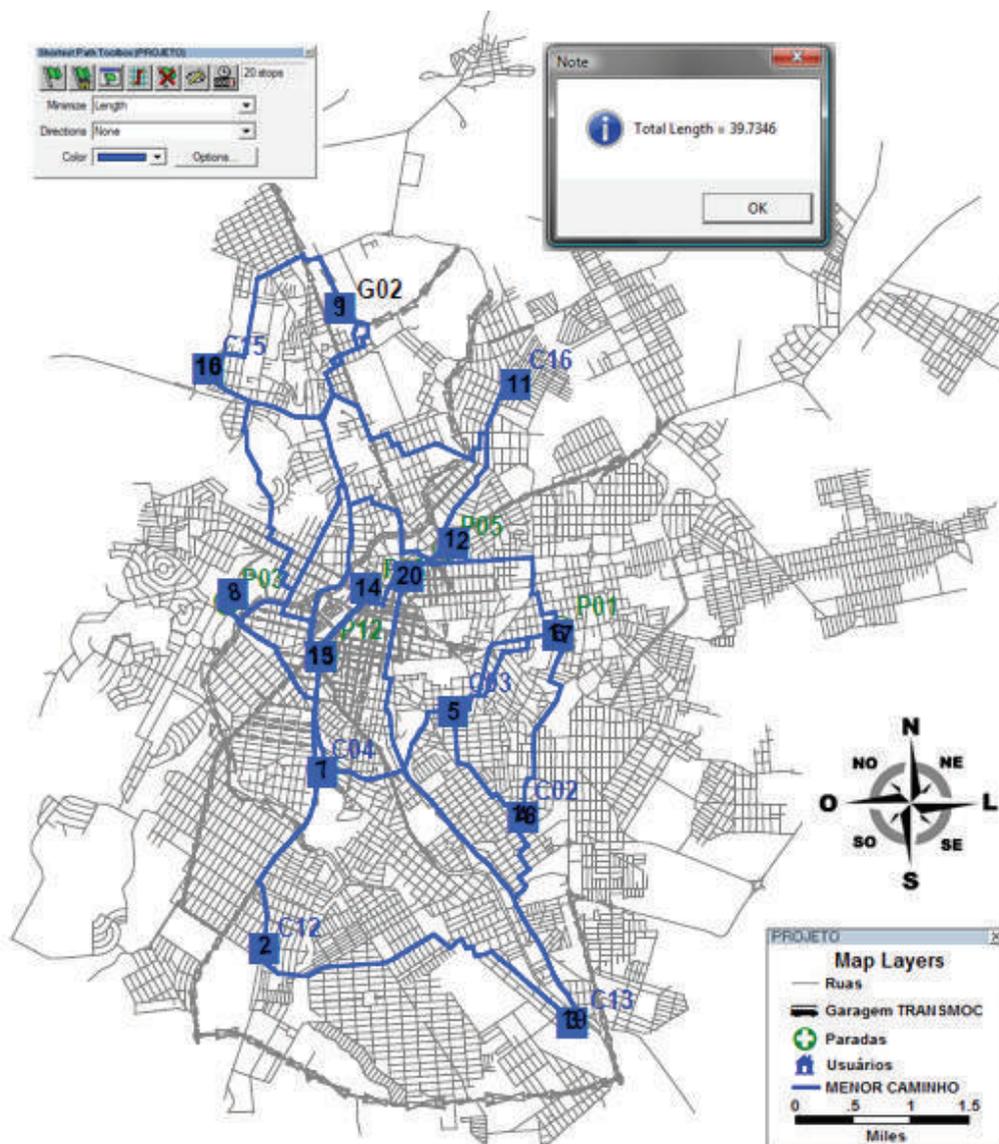


Figura 4: Rota Simulada 19/05 Manhã.

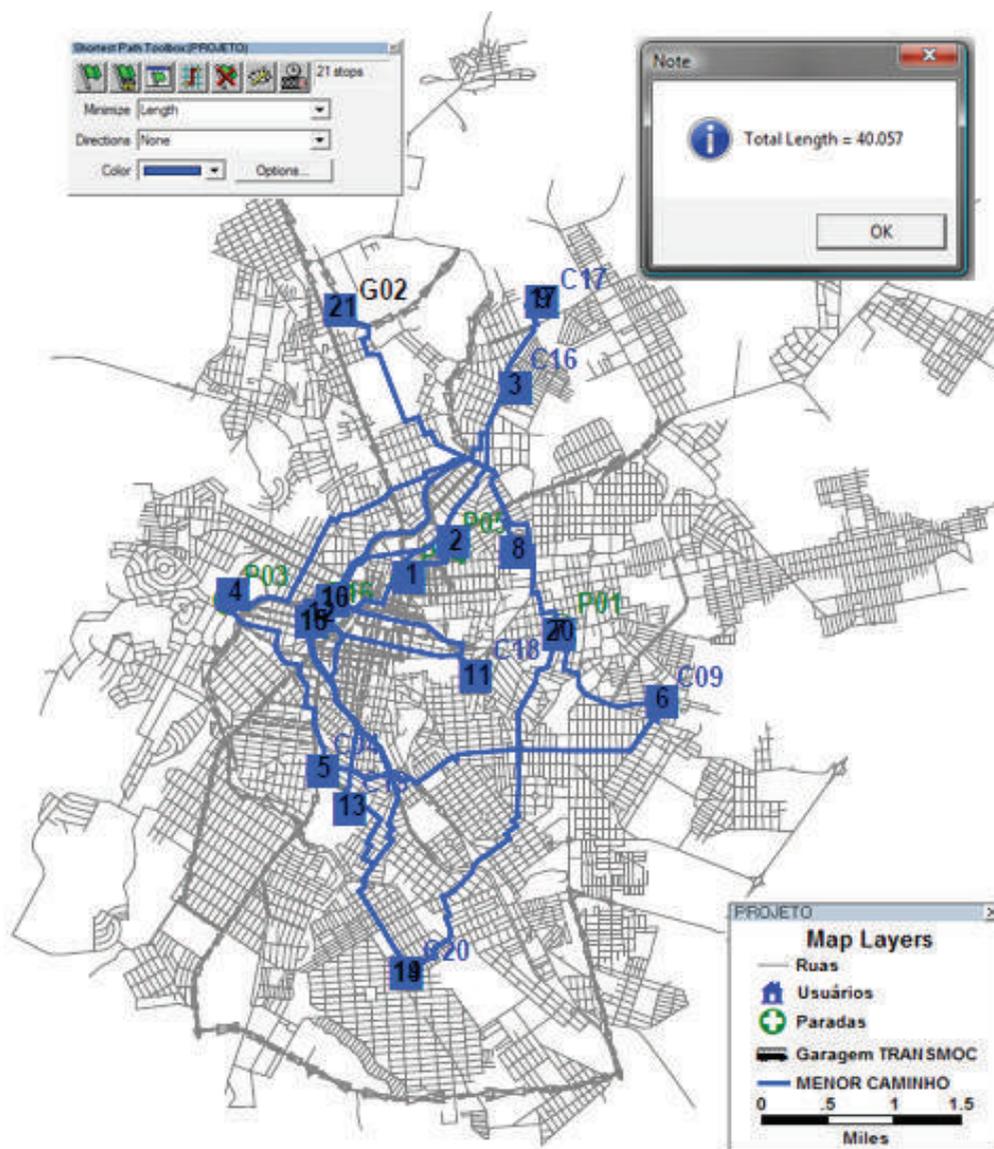


Figura 5: Rota Simulada 19/05 Tarde.

Finalizando a aplicação do programa, a rotação do primeiro dia diminuiu de 184,9 Km para 146,7 Km (queda de 20%), enquanto que no segundo dia reduziu de 157 Km para 128,4 Km (queda de 18%). Se as simulações forem aplicadas à velocidade média geral de cada dia de serviço, as rotas 1 e 2 teriam sido feitas em 9 horas e 24 minutos (2h e 27min a menos) e as rotas 3 e 4 em 7 horas e 55 minutos (1h 48min a menos).

Conclusões e recomendações

Com base nos resultados obtidos, o percentual de redução do tamanho da rota e conseqüente redução no tempo de serviço mostram que o uso do SIG é relevante para empresa, visto que uma economia de 20% a 16% em um dia revela uma significativa redução de custos de viagem ao final de uma temporada. Além desta vantagem financeira, os resultados mostram que há a possibilidade de atender mais usuários por dia com a redução do tempo, contribuindo para um planejamento logístico melhor para todos, tanto empresa quanto usuários.

A primeira rota otimizada pelo software mostra em alguns pontos um percurso diferente do que feito pelo motorista. O programa trás esta possibilidade de simular várias ordens de atendimento, tanto no processo de embarque quanto de desembarque, para que dessa forma seja utilizada a melhor programação, sem esquecer as restrições de horários de cada PNE, da capacidade dos veículos e do tempo de espera dentro dos ônibus. Esta última restrição é muito relevante, uma vez que em sentido lógico é melhor que seja atendido o maior número de pessoas. O tempo gasto em espera dentro do veículo deve ser o menor possível para não gerar incomodo ao usuário, o que pode ocorrer se o programa simular a lotação da capacidade de pessoas no micro-ônibus.

É importante lembrar que a implementação de um SIG-T é um processo contínuo e a base de dados deve estar em constante atualização devido às várias mudanças que ocorrem como nome de logradouros e direção das vias (mão de direção). Deve haver um treinamento específico dos recursos humanos nas empresas para estarem aptas a utilizarem a ferramenta de forma a melhorar o planejamento da rota final. O sucesso na utilização do SIG não depende apenas de um software e hardware de última geração, mas, essencialmente, de equipe de profissionais capacitados. O SIG-T constituiu-se em uma ferramenta eficaz de planejamento do transporte urbano, já que as suas aplicações (outras além da estuda neste trabalho, como melhor localização de garagens, porexemplo) puderam proporcionar a realização de análises espaciais entre as informações disponíveis, com rapidez e confiabilidade.

O objetivo geral do trabalho foi atingido e acredita-se que possa contribuir para que em um futuro próximo programas como SIG sejam utilizados em

várias áreas do planejamento nas mais diversas cidades brasileiras. Principalmente em cidades de médio e grande porte e conseqüente complexidade de transportes.

Algumas melhorias podem ser feitas em trabalhos futuros quanto ao uso do programa, como utilização de restrições de vias em relação à presença de semáforo, congestionamentos, capacidade da via. Estes pontos podem ser melhorados, e como sugestão ao serviço poderá ser feito um projeto de continuidade de avaliação do serviço, onde possa ser observado o nível de conforto dos veículos e integrado a base de dados às interferências que existem na circulação das vias.

Como recomendação, o projeto de continuidade poderia também levar em consideração outros pontos que não foram tratados, como um estudo de análise de viabilidade econômica, pois seria importante para real implantação do programa nas empresas. Também pode ser realizada mais adiante uma pesquisa para apurar o custo do quilômetro rodado para este serviço. Este dado ajudaria a diferenciar o custo de cada rota. Outra sugestão seria a complementação da rede criada com a inserção do tempo de rodagem de cada via, já que algumas possuem barreiras a circulação rápida (semáforo). Assim seria possível ter o tempo de viagem como parâmetro para definir a melhor solução, considerando as janelas de tempo.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPEMIG pelo apoio financeiro.

Referências

CARRARA, C. M. Uma Aplicação do SIG para a Localização e Alocação de Terminais Logísticos em Áreas Urbanas Congestionadas. 127p. 2007. **Dissertação** (Mestrado). Universidade de São Paulo – USP. São Carlos, 2007.

CUNHA, C. B. Aspectos Práticos da Aplicação de Modelos de Roteirização de Veículos a Problemas Reais. 1997. 158f. **Dissertação** (Mestrado Engenharia de Transportes). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Carlos, 1997.

FERREIRA, B. de F. Revisão de literatura e análise em planejamento de transportes usando os Sistemas de Informações Geográficas. 2006. 25f. **Monografia** (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Censo 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 15 ago. 2011.

MAGALHÃES, M. T. Q. Fundamentos para a pesquisa em transporte: reflexões filosóficas e contribuições da ontologia de Bunge. 2010. 170 f. **Tese** (Doutorado em Transportes Urbanos). Universidade de Brasília. Brasília, 2010.

FARKUH NETO, A.; LIMA, R. da S. Roteirização de veículos de uma rede atacadista com o auxílio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**. n.5, v.1. Itajubá: UNIFEI, 2006. p. 18 – 39.

SILVA, D. L. N. Utilização de um sistema de informação geográfica visando melhorar o transporte exclusivo para pessoas portadoras de deficiência física. 2004. 175f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de Campinas. Campinas, 2004.

SILVA, E. J., et al. Modelo de Data Warehouse Global para empresa operadora do transporte rodoviário de passageiros. In Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, XVII. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, UFRJ, 2003.

Recebido para publicação em dezembro de 2010
Aceito para publicação em março de 2011