

OTIMIZAÇÃO DE ROTAS DO SISTEMA INTERCAMPI DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA VIA ANÁLISE DE ARQUIVO DE REDE

I.S.L.Alves¹, H.C. Oliveira², M.A. Faria¹, R.B.A. Gallis¹, R.L. Barbosa¹

¹Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

² Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Comissão III - Cartografia

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo geral estudar propostas de melhoria e planejamento das rotas percorridas pelo serviço Intercampi da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo. Para alcançar a meta se fez necessário a coleta, em campo, de atributos para o planejamento de rotas e inserir estes em um banco de dados. Com auxílio do software ArcGis, gerou-se um arquivo de rede para o sistema viário de Monte Carmelo-MG, antes inexistente. Considerando a localização das residências dos alunos da Universidade Federal de Uberlândia, foram propostas rotas mais otimizadas em relação às atuais, a fim de que os alunos percorram menores distâncias entre suas residências e os pontos de parada (e vice-versa).

Palavras chave: Otimização, Rotas, Arquivo de Rede.

ABSTRACT

This academic work has as general objective to study proposals for improvement and planning of the routes covered by the Intercampi service of the Federal University of Uberlândia - Monte Carmelo Campus. In order to reach the goal, it was necessary to collect, in the field, the attributes for the route planning and to insert them into a database. By using ArcGis software, a network system was generated for the Monte Carmelo road system, which was not available for the city management. Considering the students residences location, more optimized routes were proposed in relation to the current ones, aiming the determination of shorter distances for the students to walk between their residences and bus stops.

Keywords: Optimization, Route Planning, Network Dataset.

1- INTRODUÇÃO

A Constituição Federal de 1988, garante o direito ao transporte público de qualidade e para que os transportes funcionem de forma a atender com eficácia aos que necessitam, este deve passar por estratégias de planejamento.

Desde o século XIX, com a invenção do primeiro transporte coletivo, já se concretizava o reconhecimento da necessidade do transporte público para a sociedade, que facilitou o cotidiano dos que carecem de veículos próprios para sua mobilidade. Segundo FERRAZ (1998) o transporte coletivo desenvolve papel social e econômico de grande importância, pois democratiza a mobilidade, na medida em que facilita a locomoção das pessoas que não possuem automóveis ou não podem dirigir. Assim, pode-se afirmar que este é modo de transporte imprescindível para reduzir congestionamentos, os níveis de poluição e o uso indiscriminado de energia

automotiva, minimizando a necessidade de construção de vias e estacionamentos.

Os estudantes da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) do Campus Monte Carmelo - MG enfrentam diariamente dificuldades de acesso as três unidades localizadas no município. Segundo SANTOS (2009) a acessibilidade está relacionada com as distâncias que os usuários caminham quando utilizam o transporte coletivo, desde a origem da viagem (sua residência) até o ponto de embarque e do ponto de desembarque até o destino final (sua residência). Os estudantes, em sua maioria, não residem próximos às paradas previstas dos ônibus que fazem a rota até as três unidades UFU, o que afeta totalmente a conceituação de acessibilidade dos coletivos direcionados para auxiliar os alunos em seus deslocamentos. Segundo ARAGÃO (2013), dificuldades para a mobilidade urbana afetam diretamente o rendimento escolar de jovens e crianças.

O planejamento de rotas além de determinar caminhos que o passageiro leve menor tempo para chegar a seu destino, também tem por objetivo solucionar problemas de acessibilidade. A inserção de informações relacionadas aos alunos que utilizam o transporte em um banco de dados geográfico permitiria, por meio de métodos específicos como a utilização da modelagem em rede geométrica e rede lógica, a criação de uma nova rota que aperfeiçoasse o serviço prestado pelos ônibus, facilitando o dia a dia do estudante, e consequentemente aumentando seu desempenho acadêmico.

O campus que ainda encontra-se em fase de construção, tem sua entrada principal na rodovia não pavimentada LMG-746. Este fato caracteriza a necessidade de chegar à Universidade com o auxílio de um meio de transporte. A partir desta problemática, por meio da reformulação das rotas, os alunos terão mais facilidade no acesso, e também levariam menor tempo para chegada em seu destino (seja sua residência ou a universidade). Portanto, este estudo apresentará metodologias para otimização do planejamento de rotas percorridas pelo Intercampi.

2- REVISÃO DE LITERATURA

Além de facilitar a rotina e permitir ao usuário uma análise geral do percurso considerando os atributos tempo e quilometragem, o planejamento de rotas talvez seja a ferramenta cartográfica mais popular atualmente. E quanto mais otimizadas mais será eficiente a mobilidade. A sociedade necessita de eficiência nos serviços prestados à população, independentemente da finalidade a qual o mesmo estiver sendo utilizado. A otimização das atividades propostas pela entidade responsável é de suma importância, sendo que o melhoramento tende a propiciar maior lucratividade e desenvolvimento, consequentemente zelando pela qualidade e bom trato dos clientes.

O planejamento de rotas é essencial para um perfeito funcionamento da empresa prestadora do serviço, introduzindo-se como uma das principais ações a serem realizadas. Para tal, é necessário o total conhecimento das etapas do processo, além do perfil da empresa e do cliente, criando uma visão ampla e completa dos setores que demandam mais atenção e adequando as ferramentas que melhor se adequam a essa atividade.

O uso de novas tecnologias auxilia positivamente na manutenção, desenvolvimento das rotas e na maneira como serão utilizadas, sendo que com o uso de softwares é possível ter um maior controle de todos os processos ocorridos com os veículos utilizados, e como exemplo, propiciando a manutenção preventiva dos mesmos. Tem-se como uma das principais tecnologias utilizadas atualmente o GPS, que por sua vez propicia melhor conhecimento, menor risco de erros e maior segurança de trajeto.

2.1- ARQUIVO DE REDE

O arquivo de rede é a junção de rede geométrica e rede lógica. A rede geométrica são representações físicas do objeto de interesse, para este projeto, a rede geométrica é formada por um Grafo – conjunto de arcos (vias) e nós (cruzamento das vias). A rede lógica é formada pelo banco de dados geográfico, onde se pode associar os elementos do Grafo com as informações das vias. Por exemplo, é possível relacionar as tabelas (informações alfanuméricas) com as arestas (vias). Logo, pode-se estabelecer computacionalmente que uma determinada via tem apenas uma direção de fluxo de veículos, isso é extremamente importante para planejamento de rotas.

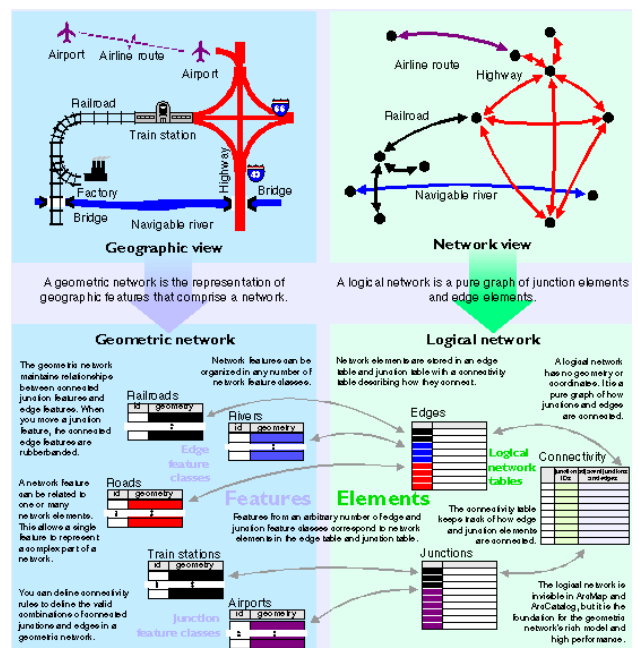


Imagem 1: Exemplificação de um arquivo de rede. FONTE: ESRI, 2016.

A melhor definição para o conceito das redes geométricas é utilizando da explicação da Teoria dos Grafos, que segundo SZWARCFITER (1984) um grafo é composto por um conjunto de vértices (V) e arestas (E), em que se trabalha como função $G(V,E)$. Os seus vértices correspondem a pontos distintos do plano em posição aleatória e suas arestas correspondem a retas que unem estes pontos. A imagem 2, traz a representação gráfica do grafo G acima, onde, $G = (\{v_0, v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}, \{(v_0, v_3), (v_0, v_2), (v_1, v_2), (v_2, v_3), (v_3, v_4)\})$.

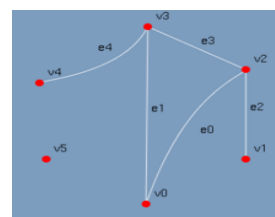


Imagem 2: Exemplo de um Grafo. FONTE: UFPR (2010)

Os grafos ponderados, por sua vez, possuem pesos relacionados a sua arestas. No caso do presente

trabalho, os pesos serão a somatória dos comprimentos das ruas ou tempo gasto em determinado trajeto – o qual está relacionado à velocidade máxima da via e seu comprimento. A imagem a seguir exemplifica a ideia dos grafos ponderados. A melhor rota de 0 a 3 não é o caminho 0-3 que possui peso 5.0, mas sim o caminho 0-2 e 2-3, que somam um peso igual a 4.

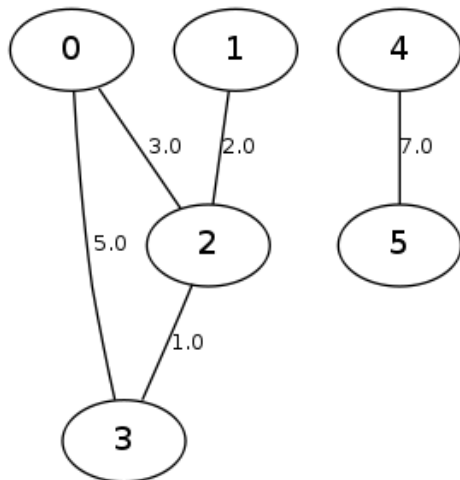


Imagem 3: Exemplo de um grafo ponderado. FONTE: MOREIRA T. (2010).

A mesma ideia é exemplificada com arcos e nós, onde para cada rede geométrica poderá ter um ou mais correspondentes na rede de lógica. Esta rede geométrica ligará as informações das ruas e quarteirões da área de estudo, como por exemplo, o comprimento de uma rua, a qual distância ela se encontra de outro vértice, entre outros atributos. A rede lógica não possui uma geometria, mas é de grande valia no momento do processamento do arquivo de rede, pois trabalha em conjunto com as informações contidas no banco de dados (principalmente o fluxo das vias – direção de tráfego).

3- METODOLOGIA

Primeiramente foi realizada a coleta de todos os atributos necessários para o planejamento de rotas e inserido em um banco de dados geográfico, e desenvolvida uma rede geométrica que associada a uma rede de lógica resultaram em um arquivo de rede. Com o auxílio de ferramentas específicas relacionadas à análise espacial, contidas no software ArcGIS, pôde-se criar arquivos de rede e considerar fatores (pesos) que representaram a acessibilidade dos alunos.

O processamento dos dados teve o auxílio do software ArcGIS. Este é um pacote de softwares da ESRI (Environmental Systems Research Institute) de elaboração e manipulação de informações vetoriais e matriciais para o uso e gerenciamento de bases temáticas e vetoriais. O software possui a ferramenta Network Analyst, que permitiu a criação dos arquivos de rede e realização de uma análise espacial dos dados, viabilizando o cálculo de rotas otimizadas, buscando solucionar a problemática apresentada na introdução e fornecendo subsídios para adequação dos trajetos percorridos por um sistema de transporte.

3.1- LEVANTAMENTO DE DADOS

A realização do levantamento dos dados ocorreu por reambulação utilizando as informações viárias contidas no Google Earth e também dados apresentados no I Simpósio Regional de Agrimensura e Cartográfica de Implementação e Prova de Conceito de um Sistema de Mapeamento Móvel, no município de Monte Carmelo. A reambulação segundo definição do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) consiste na identificação dos elementos naturais e artificiais através de um rol de atributos e a coleta de nomes geográficos, procedendo ao registro dos mesmos em documentos apropriados (IBGE, 1999). Porém, considera-se útil a busca por informações em bases cartográficas atualizadas, como por exemplo, cartas existentes, Google Earth, Open Street Map, entre outros de acesso gratuito. O levantamento com GNSS contou com o apoio do sensor GNSS/INS Xsens que trabalhando em conjunto a 04 câmaras GoPro Black Hero 3.0 e cartões de memória acoplados em um automóvel. Então foi feito um planejamento de uma rota que contemplasse toda a área de estudo e assim levantou-se, por meio de vídeo 4k de alta resolução, toda a mancha urbana da cidade de Monte Carmelo.

Uma pesquisa prévia também realizada, conteve o endereço e curso de todos os estudantes, com objetivo de se conhecer o tamanho da população a ser estudada. Isto só foi possível com o auxílio de dados da Universidade Federal de Uberlândia, responsável pelo armazenamento das informações de todos os alunos do Campus Monte Carmelo. Logo realizou-se o recolhimento de informações das vias (pontos de paradas atuais, sentido de fluxo das vias, velocidades máximas permitidas, obstáculos, etc) e todos estes inseridos em banco de dados geográfico.

Para a coleta das informações das vias, principalmente o que se refere aos nomes, contou-se com o apoio da Prefeitura Municipal de Monte Carmelo que disponibilizou arquivos em formato *shapefile* contendo os nomes das vias.

3.2- CRIAÇÃO DO ARQUIVO DE REDE

O Google Earth dispõe de dados geográficos de localização como mapas, imagens, informações sobre trânsito, serviços comerciais próximos às rotas entre outras utilidades e utilizando a ferramenta “Adicionar Caminho” foi produzido um rascunho da malha viária da cidade de Monte Carmelo em “.KML” para futura transição no ArcGIS.

Depois de inserido no ArcGis, convertido de “.KML” para *layer*, o arquivo rascunho deu sequência à criação de um Banco de Dados Geográfico. Este conterá as informações geométricas das vias, suas classes e atributos como semáforos e obstáculos. Após criadas as classes e uma delas nomeada como “Ruas”, iniciou-se a vetorização. O

objetivo da vetorização é dar o formato real da malha viária do município.

Foram adicionado os atributos (sentidos, semáforos e obstáculos) para as vias e que serão pesos para as escolhas das melhores rotas. Posteriormente as vias foram nomeadas e cada trecho mensurado. Para a união de todos estes dados criou-se o arquivo de rede, denominado de “Sistema Viário”. Disposto do arquivo de rede, o próximo passo foi a escolha da melhor rota considerando os pesos.

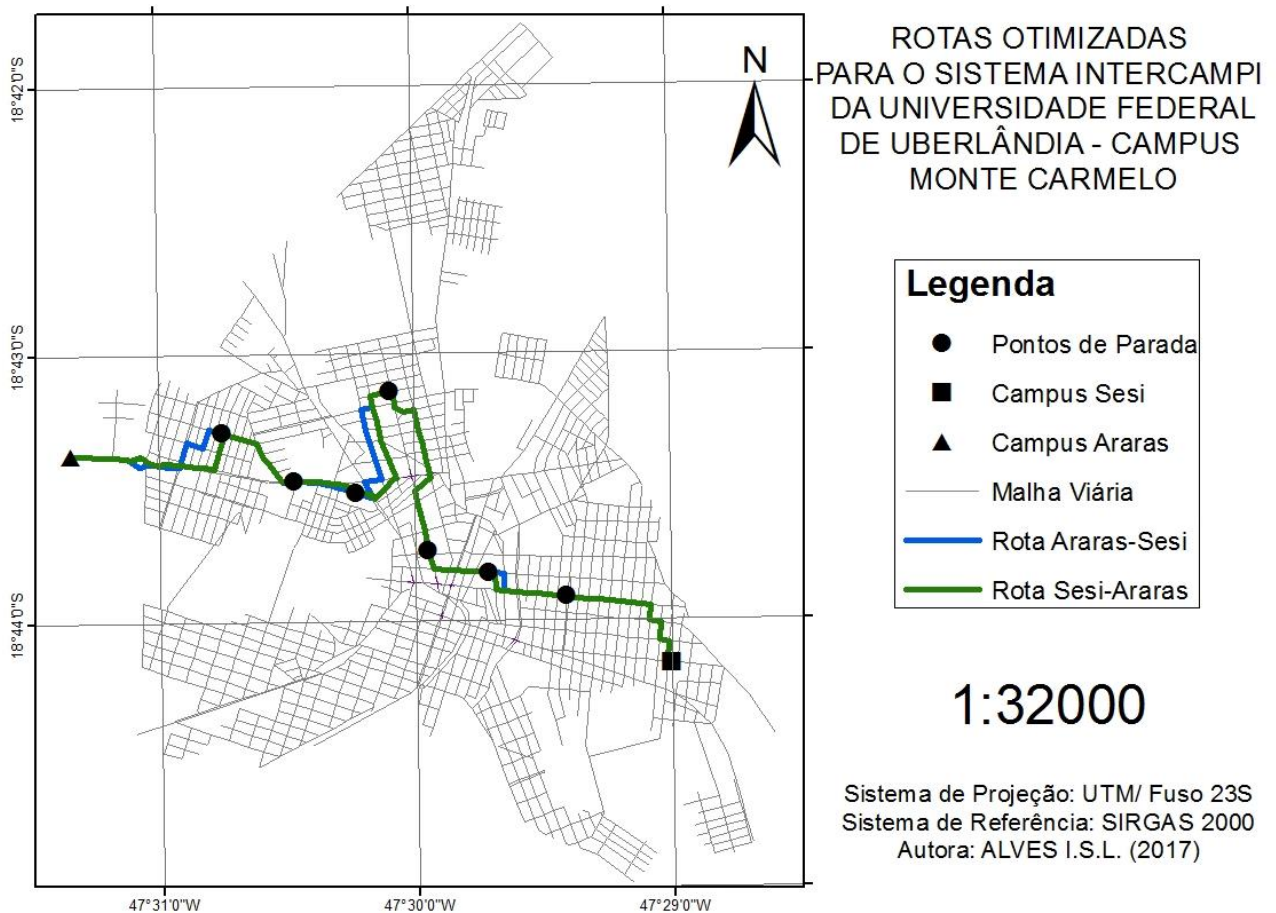
3.2- DEFINIÇÃO DAS ROTAS

Após a criação do Arquivo de Rede o próximo e último passo realizado foi a definição das rotas otimizadas. Para definir os pontos de paradas e a áreas da malha urbana contempladas com a passagem do Intercampi, foi realizada a elaboração de um mapa de aquecimento com o auxílio do ArcGis Online. Para produção deste adicionou-se ao software uma tabela

em formato “.CSV” contendo o endereço dos alunos, a interpolação dos dados determinaram os pontos de maiores concentrações das moradias e definidas as paradas.

4- RESULTADOS

Obteve-se duas rotas como resultado, sendo uma do Campus Araras ao Sesi e outra do Campus Sesi ao Araras devido as restrições estabelecidas durante a elaboração do Arquivo de Rede. As novas rotas obedecem ao conceito de mobilidade e poderiam atender alunos que não usam o transporte, porém como desvantagem possuem quilometragens maiores do que as anteriores. Outra vantagem importante relacionada à otimização de rotas, é a possibilidade de atualização constante (todos os semestres) das informações sobre os alunos, e via metodologia proposta atualizar também o trajeto percorrido pelo sistema Intercampi.



5 - CONCLUSÃO

Neste trabalho, foram estudadas possíveis rotas otimizadas para atender de uma melhor forma os estudantes usuários do sistema Intercampi da Universidade Federal de Uberlândia. Para isto, foi elaborado um Arquivo de Rede associando uma rede geométrica à uma rede lógica de dados, com base nas características do município de Monte Carmelo. Foi atribuído aos endereços dos alunos o maior peso para o traçado da rota. Como resultados, obteve-se duas rotas que atendem a maior parte dos usuários e uma malha viária bem definida e atualizada da cidade.

Concluí-se que a otimização melhoraria o serviço prestado pelos ônibus, uma vez que este é destinado para a locomoção dos estudantes, e que atualmente não consegue atender a todos os que necessitam de seus serviços.

Cabe ressaltar que as rotas propostas e a malha viária atualizada podem servir de base para a elaboração de outros estudos dentro do município. Como futuras pesquisas, propõe-se o estudo mais apurado das vias para adicionar restrições quanto à mensuração de passagem do ônibus e da largura da rua, para avaliar se o transporte universitário possui condições de travegar por aquelas vias. E o mapeamento das origens dos estudantes vindos de outras cidades e países.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ESRI. **The ArcGIS Network Model**. 2005. Disponível em: <<http://edndoc.esri.com/ArcObjectsOnline/>>. Acesso em 05 de set. de 2016.
- FERREIRA F. V.; MELO A. C.; **Sistemas de Roteirização e Programação de Veículos. Seção de Software**. Pesquisa Operacional, v. 21, n. 2, p. 223-232. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- IBGE. **Noções Básicas de Cartografia**. Rio de Janeiro: IBGE 1999 - Manuais Técnicos em Geociências. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/docs.shtm?c=8>>. Acesso em 16 de set. de 2016.
- OLIVEIRA H. C.; OCANHA E. K.; PUGLIESI E. A.; DECANINI M. M. S.; Desenvolvimento de um módulo de planejamento de rotas para um sistema de navegação e guia de rotas em automóvel. **In: IV IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife - PE, 06- 09 de Maio de 2012 p. 01 – 09.
- OLIVEIRA H. C.; OCANHA E. K. **Automação de Tarefas de Planejamento de Rota em um Sistema de Navegação em Automóvel**. 2010. Universidade Estadual Paulista.
- PEDRELLI. A. L. **Sistema de Planejamento de Rota e Entregas de Mercadorias**. 2013. p. 59. Universidade Regional de Blumenau.
- VIEIRA R.P.; NORONHA L.; ANJOS F. A.; SCHROEDER T. (2013). Participação popular no processo de planejamento urbano: a universidade como "decodificadora" de um sistema de muitos códigos. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 5(2), 115-130.
- PEDUZZI P. **Transporte Público Ruim Afeta Saúde, Educação e Cultura da População, Dizem Especialistas**. Agência Brasil. 2013.
- GOZOLA A.; FURTADO A.L. **Banco de Dados Geográficos Inteligentes**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2007.
- RAMOS A. P. M. **Avaliação Da Usabilidade De Representações Cartográficas Em Diferentes Escalas Para Sistema De Navegação E Guia De Rota Em Automóvel**. Universidade Estadual Paulista. 2015.
- PEREIRA U. C. **Grafo – Graph Editor**. UFPR. 2010. Disponível em: <<http://www.inf.ufpr.br/arg/alglab/grafodocs/grafodoc.html>>.
- BARBOSA R. L.; HIRAGA A. K.; GALLIS R. B. A.; SILVA F.A. **Implementação e Prova de Conceito de um Sistema de Mapeamento Móvel**. I Simpósio Regional de Agrimensura e Cartográfica. Monte Carmelo – MG, 24-26 de Novembro de 2016.
- MOREIRA T. **Grafos Ponderados**. Pensamentos Aleatórios. 2006. Disponível em: <<http://tiagomadeira.com/2006/01/grafos-ponderados>>.