

Silvana Barbosa Louback

**Estudo Prévio para Implantação de Projeto
de Infraestrutura Viária**

XIV Curso de Especialização em
Geoprocessamento 2013



UFMG
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha
Belo Horizonte
cartografia@igc.ufmg.br

Silvana Barbosa Louback

ESTUDO PRÉVIO PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO DE INFRAESTRUTURA VIÁRIA

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geoprocessamento da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento.

Orientador: Christian Rezende Freitas

Belo Horizonte - MG
2013

L886e
2013

Louback, Silvana Barbosa.
Estudo prévio para implantação de projeto de infra-estrutura viária
[manuscrito] / Silvana Barbosa Louback. – 2013.
xii, 32 f. : il. (color.)

Monografia (especialização em Geoprocessamento) – Universidade
Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2013.

Orientador: Christian Rezende de Freitas.

Bibliografia: f. 31.

Inclui anexo.

1. Análise espacial (Estatística). 2. Planejamento urbano. 3. Obras
públicas. 4. Engenharia rodoviária. I. Freitas, Christian Rezende de. II.
Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. III.
Título.

CDU: 711.4(815.11)

Silvana Barbosa Iouback

**ESTUDO PRÉVIO PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO DE
INFRAESTRUTURA VIÁRIA**

Monografia defendida e aprovada em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento, em 06 de dezembro de 2013, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Msc. Christian Rezende Freitas (Orientador) - UFMG

Professor Msc. Bráulio Magalhães Fonseca - UFMG

AGRADECIMENTO

Aos meus pais por sonharem comigo.

As minhas irmãs pelo apoio incondicional.

Aos meus sobrinhos pelos sorrisos e brincadeiras.

Ao Charles pela paciência e ensinamentos.

Ao Christian pela dedicação, disponibilidade e motivação.

Aos amigos do curso pelas risadas e angústias divididas.

À Clarissa pela amizade e generosidade.

(...) A organização do espaço, ou seja, a localização dos homens e de suas atividades, as relações entre sociedade humana e meio geográfico, os dados herdados e novos da paisagem, tudo isso é representativo da universalidade dos problemas, que são a própria base da concentração de nossa mundo e encontram na cidade uma representação.(...)

Milton Santos. O trabalho do Geógrafo no Terceiro Mundo. 1971.

RESUMO

Com o crescimento das cidades, o planejamento de grandes obras pública de acesso e mobilidade urbana se tornam essenciais para a circulação de pessoas, bens e serviços. Tendo em vista a dificuldade de acesso rápido à Belo Horizonte e aos municípios que compõem sua região metropolitana, o governo de Estado, junta a universidades e consultores, estão desenvolvendo uma série de políticas públicas com a finalidade de solucionar este problema.

O presente estudo utilizou técnicas de geoprocessamento, para apontar melhores rotas de implantação para três grandes eixos viários propostos pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Com a finalidade de otimizar a implantação dessas obras.

As técnicas utilizadas para análise espacial e mapeamento de rotas para implantação dos eixos viários traçou caminhos de acordo com o cruzamento das variáveis ambientais utilizadas no estudo, o que demonstra que esse conjunto de ferramentas para a análise espacial desse tipo de empreendimento é de fundamental importância no auxílio da tomada de decisão.

Palavras-Chave: Custo final, anel de contorno metropolitano, análise espacial, menor custo

ABSTRACT

With the growth of cities, the planning of large public works of urban mobility and access become essential for the movement of people, goods and services. Given the difficulty of quick access to Belo Horizonte and municipalities that make up the metropolitan area, the state government, joins universities and consultants are developing a series of public policies in order to solve this problem.

The present study used GIS techniques, best routes to point deployment for three major highways proposed by the Master Plan for Integrated Development of the Metropolitan Region of Belo Horizonte. In order to optimize the deployment of these works.

The techniques used for spatial analysis and mapping routes to implementation of highways traced paths according to the intersection of environmental variables used in the study, which shows that this set of tools for spatial analysis of this type of development is crucial in aiding decision making.

Keywords: Final cost, metropolitan ring contour, spatial analysis, lower cost

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE SIGLAS

LISTA DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVO GERAL.....	14
2.1 Objetivos específicos.....	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 Mobilidade Urbana	15
3.2 PDDI.....	16
3.2.1 Proposta de Eixos Viários.....	17
3.3 SIG.....	18
3.2.1 Modelagem Ambiental.....	19
4. METODOLOGIA.....	21
5. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	25
6. CONCLUSÃO.....	30
7. BIBLIOGRAFIA.....	31
8. ANEXO.....	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Anel de Integração Metropolitana.....	19
Figura 2: Fluxograma do processo metodológico.....	22
Figura 03: Custo Final e Rotas Propostas.....	23
Figura 04: Rotas Propostas.....	24
Figura 05: Eixos de Acesso x Manchas Urbanas.....	27
Figura 06: Vegetação.....	28
Figura 7: Unidade de Conservação x Manchas Urbanas.....	33

LISTA DE SIGLAS

APA - Área de Proteção Ambiental

DER - Departamento de Estradas e Rodagem

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IEF - Instituto Estadual de Florestas

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

MMA - Ministério do Meio Ambiente

PDDI - Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado

RMBH - Região Metropolitana de Belo Horizonte

SEDRO- Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Notas e pesos para composição do modelo.....	22
--	----

1. INTRODUÇÃO

As dinâmicas de fluxos e transportes, assim como os espaços urbanos estão em constante transformação. Estruturas físicas, como vias de acesso, rodovias, viadutos, são continuamente afetadas por forças dinâmicas de mudança, subsidiadas por interesses públicos (planejamento local e nacional) e privados. Mudanças se dão nas mais diversas escalas intra-urbana. O resultado final dessas mudanças é identificado em alterações nas formas de uso e ocupação do solo urbano.

A mobilidade urbana é elemento fundamental para a integração e inter-relação entre as cidades no espaço geográfico. Belo Horizonte e sua região metropolitana necessitam cada vez mais de uma rede de fluxos de transporte integrada a fim de possibilitar o acesso da população aos espaços e serviços disponibilizados pelos municípios que a compõem.

O território de Belo Horizonte e da região metropolitana é marcado por assimetrias diversas. Belo Horizonte, quando projetada pelo engenheiro Aarão Reis entre 1894 e 1897 foi a primeira cidade brasileira planejada, com uma avenida de contorno do seu perímetro urbano (Avenida do Contorno) e as ruas e avenidas internas deste eixo formando uma espécie de tabuleiro de xadrez. Com uma malha perpendicular de ruas, cortadas por avenidas em diagonal, quarteirões de dimensões regulares e visão privilegiada. Contudo, com o crescimento da metrópole e centro do poder político e administrativo de Minas Gerais, o perímetro urbano cresceu rápido, extrapolando a Avenida do Contorno, e na maioria das vezes sem um planejamento prévio. Esse crescimento ocorreu também com os municípios vizinhos à Belo Horizonte, municípios que hoje compõem a região metropolitana.

O crescimento econômico e demográfico é marcado por disparidades que estão profundamente relacionadas com o acesso e fluxos existentes entre os grandes centros urbanos e os centros periféricos.

As centralidades e os deslocamentos de pessoas e mercadorias visam conectar e reforçar os centros econômicos e culturais consolidados ou em fase de consolidação do Estado, articulando-os com a centralidade inerente da própria RMBH, e fortalecendo seu entorno.

Neste sentido o governo do Estado de Minas Gerais, junto à universidades e consultores, elaboraram o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PDDI), com o objetivo de *“construir um processo de planejamento metropolitano na RMBH envolvendo seus municípios, o estado de Minas Gerais, os órgãos federais ali atuantes, a sociedade civil organizada em seus movimentos sociais, associações empresariais e populares e também, os municípios que compõem o Colar e o Entorno Metropolitano.”* Equipe PDDI.

O PDDI propõe uma reestruturação territorial metropolitana e em um dos seus eixos temáticos, *acessibilidade*, apresenta projetos de implementação de infra-estruturas viárias para Belo Horizonte e região metropolitana.

Este trabalho se propõe a realizar um estudo prévio, indicando melhores rotas de implantação viária, utilizando como ferramenta para análise o Sistema de Informações Geográficas (SIG)

2. Objetivo Geral

Utilizar o SIG para propor caminhos ótimos para implantações de 3 obras de infra-estrutura viária na RMBH, levando em consideração os aspectos sócio-ambientais da região.

2.1 Objetivos Específicos

- Destacar os possíveis pontos críticos existentes entre o projeto proposto e a realidade do espaço onde se insere;
- Identificar possíveis alterações de traçado.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Mobilidade Urbana

As redes urbanas são formadas pelo sistema de cidades, no território de cada país interligadas umas às outras através dos sistemas de transportes e de comunicações, pelos quais fluem pessoas, mercadorias, informações. São organismos espaciais capazes de integrarem núcleos urbanos. Por meio deles redistribuem os impulsos do desenvolvimento econômico às regiões escondidas.

Os sistemas urbanos têm a propriedade de redistribuírem a dinâmica econômica ao transferirem o desenvolvimento econômico proveniente dos principais centros para os setores periféricos das redes urbanas. Quanto mais complexa a economia de um país ou de uma região, maior é a sua taxa de urbanização e a quantidade de cidades, mais densa é a sua rede urbana e, portanto, maiores são os fluxos que as interligam.

“A rede urbana constitui-se no conjunto de centros urbanos funcionalmente articulados entre si. É, portanto, um tipo particular de rede na qual os vértices ou nós são os diferentes núcleos de povoamento dotados de funções urbanas, e os caminhos ou ligações os diversos fluxos entre esses centros.”
(Corrêa, R. L. Trajetórias Geográficas p. 94)

O processo de expansão de Belo Horizonte e região metropolitana está diretamente ligado a construção e ampliação de vias de acesso, fazendo com que cada vez mais haja uma integração intermunicipal e regional.

Os núcleos urbanos ao longo dos anos ficaram cada vez mais adensados e os limites administrativos territoriais já não mais comportam suas cidades. No caso de Belo Horizonte e sua região metropolitana este crescimento da macha urbana e as aglomerações dos núcleos centrais dos municípios integrantes da RMBH já é uma realidade.

3.2 PDDI

O Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte, é baseado em uma proposta da SEDRU, Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana de Minas Gerais, onde, em seu termo de referência caracteriza o PDDI como:

*“... a reorganização territorial é considerada estratégica para a definição do caráter do PDDI para a RMBH. Pressupõe-se o sistema viário e de transporte como componente indutor da ocupação e do uso do solo, com uma mobilidade metropolitana organizada em rede, que dissemine ao máximo no território o acesso às oportunidades de desenvolvimento. Propõe-se o estímulo à criação de novas centralidades micro-regionais e a habitação como uso estruturante na metrópole, dentre outras intervenções no espaço metropolitano que possibilitem a redução das desigualdades socioespaciais, princípio primeiro de gestão metropolitana segundo a Lei 88/2006”. Termo de Referência (SEDRU, 2009, p.4)*²

O PDDI aborda quatro Eixos Temáticos Integrados, são eles: *Acessibilidade, Sustentabilidade, Segurança e Urbanidade*. As propostas contidas nos programas e políticas desses eixos, possuem características e espaços próprios que induziram fortemente a construção do caminho para a reestruturação territorial de Belo Horizonte e sua região metropolitana; buscando uma definição de território no uso e ocupação dos mesmos, ou seja, na apropriação diária do espaço metropolitano. Ao mesmo tempo a proposta de reestruturação territorial, apesar de preservar as características físicas e socio ambientais do território, propõe acima de tudo a integração entre os municípios envolvidos e as novas territorialidades.

A nova organização territorial proposta pelo termo de referência, leva em consideração que as questões ambientais, social, cultural e econômica disponham da mesma importância no processo de tomada de decisão.

Dessa maneira o PDDI propõe uma reestruturação territorial que reconheça a função social da cidade, ou seja, o resgate da apropriação coletiva dos espaços, bens e serviços públicos.

3.2.1 Proposta de Eixos Viários

Foram escolhidas 3 obras propostas no PDDI, que juntas formam o denominado *Anel de Integração Metropolitana*, são elas:

- **Anel Viário de Contorno Sul:** ligação entre do município de Betim, na interseção da BR-381 e BR-262, a partir da alça planejada, margeando toda uma área urbana em Sarzedo e Ibirité até o encontro com a BR-040, na altura do bairro Olhos D'Água, próximo a saída do Anel Rodoviário.
- **Anel Viário de Contorno Leste:** ligação entre a BR-040 na saída para o Rio de Janeiro à BR-381, saída para Vitória.
- **Anel Viário de Contorno Norte (Rodoanel):** ligação entre os municípios de leste a oeste da RMBH, fazendo conexão entre a BR-381, saída para Vitória e São Paulo, cruzando com a BR-040, saída para Brasília.

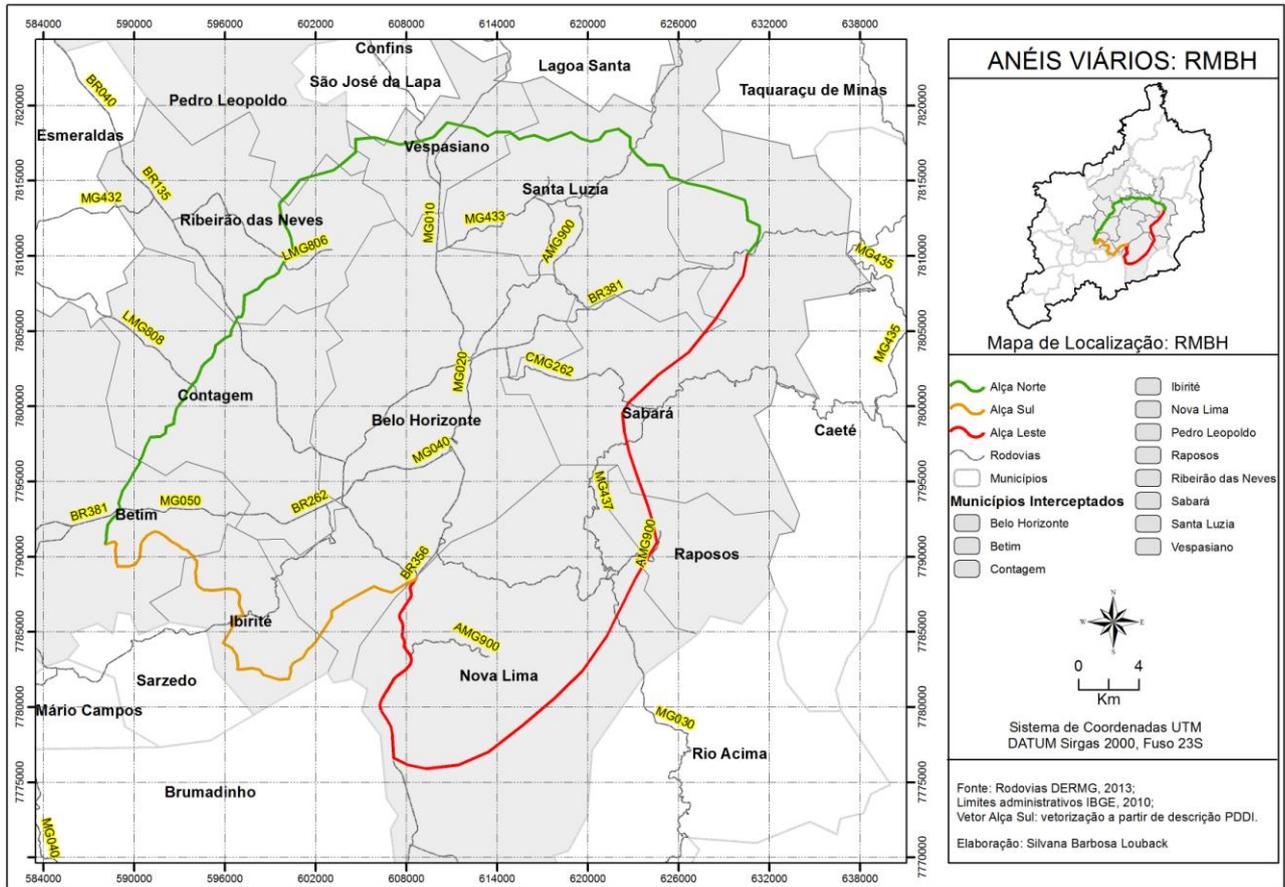


Figura 01: Anel de Integração Metropolitana, conforme descrito no PDDI

3.2SIG

Encontrar uma definição única para Sistema de Informação Geográfica (SIG) não é tão simples, pois a utilização dos SIG's pode ser feita por diversas áreas do conhecimento. Dessa maneira há possibilidades de conceitos de acordo com a aplicação dos SIG's.

Contudo, os Sistemas de Informação Geográfica pode ser entendido como um conjunto de ferramentas, cuja a informação que foi gerada a partir de um dado; que por si só, não faz correlação entre outros dados e a realidade de um mesmo território; onde essa informação é interpretada sobre um espaço real ou construído, dependendo das análises que serão feitas.

Os SIG's têm aplicação em diversas áreas do conhecimento, obedecendo uma regra básica de localizar a informação gerada, além da possibilidade de modelar os meios físicos, com a finalidade de subsidiar o processo de tomada de decisão.

Com o suporte das análises espaciais e temporais, cada vez mais o geoprocessamento serve de subsídio para a tomada de decisão.

“O avanço nas tecnologias da informática permite que um administrador público municipal saiba com precisão onde e de que maneira deve intervir nos problemas municipais identificados. No passado, essa identificação era feita através de análise do histórico municipal, relatórios, gráficos e bancos de dados precários gerados por gestões anteriores. Atualmente, com o auxílio de dados específicos de caracterização municipal, tais como informações relativas a setores censitários, imagens de satélite, fotos aéreas e base de dados geográficos previamente produzidos por empresas especializadas, podem-se identificar praticamente os problemas mais graves que um município apresenta, como falta de infraestrutura básica, crescimento urbano desordenado, zonas de risco para construção de edificações, entre outros.” (ANDRADE et al, 2007).

Na aplicação abordada neste trabalho, ou seja, a utilização de ferramentas de geoprocessamento para a escolha de lugares ótimos para implantação de eixos de acessos viários na RMBH, é imprescindível considerar variáveis sócio-ambientais, como mancha urbana, declividade do terreno, presença de APP's, cursos d'água e ainda a possibilidade de utilização de partes dos trechos de rodovias e acessos já existentes. Na realidade, para cada análise espacial realizada utilizando o geoprocessamento como ferramenta de suporte, deve-se, antes de qualquer coisa, ter o entendimento da realidade/problema a ser abordado.

3.2.1 Modelagem Ambiental

Um modelo de dados é um conjunto de ferramentas que serão utilizadas para exemplificar como a realidade será representada em um sistema. A escolha de um modelo de dados engloba a cobertura e os limites que o sistema deverá seguir.

A modelagem ambiental nada mais é que um conjunto de ferramentas de SIG utilizadas para representar um cenário real ou construído para melhor entendimento do problema que se propõe a resolver.

Segundo Gomes e Velho, 1995, o *Paradigma dos Quatro Universos* o processo de modelagem pode ser definido da seguinte forma:

- o universo do *mundo real*, que inclui as entidades da realidade a serem modeladas no sistema; fenômenos à serem representados.
- o universo *matemático (conceitual)*, que inclui uma definição matemática (formal) das entidades a serem incluídas no modelo; base de dados geográficos temáticos e matriciais.
- universo de *representação*, onde as diversas entidades formais são mapeadas para representações geométricas; diferentes tipos de geometrias.
- o universo de *implementação*, onde as estruturas de dados e algoritmos são escolhidos, baseados em considerações como desempenho, capacidade do equipamento e tamanho da massa de dados. É neste nível que acontece a codificação. Estrutura dos dados, modelados através de programação.

4. METODOLOGIA

Para definir locais ótimos de implantação de eixos viários, dando origem ao *Anel de Integração Metropolitana*, foi levado em consideração as seguintes variáveis ambientais:

- Distância das Unidades de Conservação, fonte: MMA;
- Distância das rodovias, fonte: DER-MG;
- Distância dos Cursos D'água, fonte: IGAM;
- Uso do Solo, fonte: IEF;
- Declividade do terreno, fonte SRTM Embrapa.

Para identificar locais apropriados para implantação dos eixos viários em estudo, usamos a seguinte metodologia:

- Decidir quais os dados serem usados para a solução do problema. Dados de entrada: vetorial;
- Derivar a fonte de dados, criando novas bases a partir dos dados iniciais: Dados derivados: formato matriz (raster);
- Reclassificar cada dado derivado em intervalos comuns, por exemplo, 1 – 10, dando valores menores para os atributos mais satisfatórios;
- Atribuir pesos para os atributos de maior influência, combinando-os para localizar os locais para implantação dos eixos viários. Quanto maior a nota, maior o custo de implantação da rota.

Segue abaixo, fluxograma do processo metodológico:

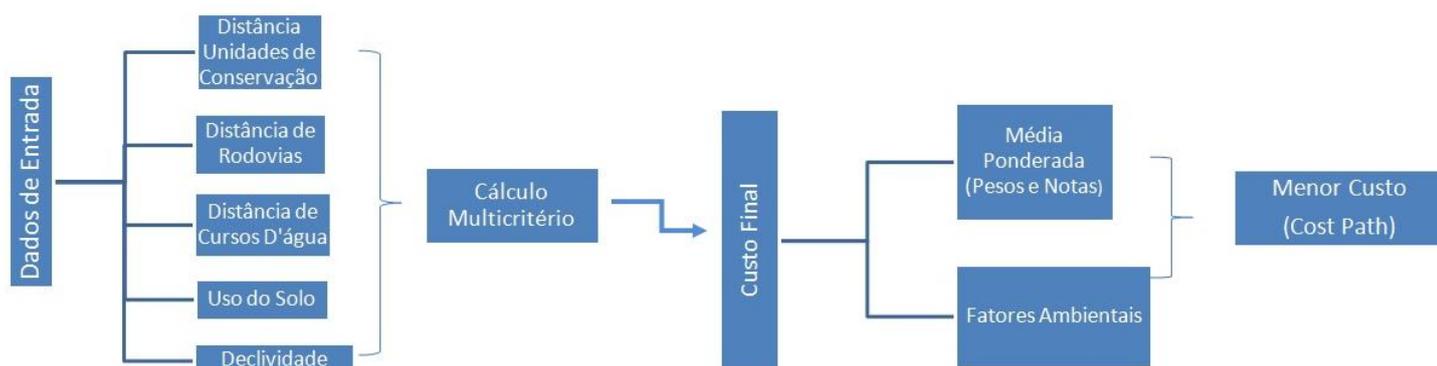


Figura 2: Fluxograma do processo metodológico

Assim, gerou-se o mapa de custo final, utilizando a média ponderada, ou seja, os pesos e notas. Para isso foi considerado os seguintes fatores ambientais (tabela 1):

Distância UCS (m)	Notas
0 -1000	10
1000 - 3000	6
3000 - 5000	5
5000 - 7000	3
7000 - 10000	1

Distância de Rodovias (m)	Notas
0 -1000	1
1000 - 3000	3
3000 - 5000	5
5000 - 7000	7
7000 - 10000	10

Uso do Solo (ocorrência)	Notas
Eucalipto	5
Floresta Estacional	10
Campo/CampoRupestre/Campo Cerrado/Cerrado	8
Água	9
Urbanização	Bloqueado
Área antropizada	1

Distância dos Cursos d'água (m)	Notas
0 -100	10
100 - 300	9
300 - 500	8
500 - 700	5
700 - 1000	2

Declividade °	Notas
0 - 5 °	1
5 - 16°	3
16 - 25 °	5
25 - 45°	8
> 45°	10

Cálculo Multicritério	Peso
UCS	0,3
Inv.Florestal	0,25
Rodovias	0,1
Cursos D'água	0,2
Declividade	0,15

Tabela 1: Notas e pesos para composição do modelo

Com os pesos obtidos no cálculo multicritério, foi gerado a superfície de custo. Tendo como base a superfície de custo foi calculado o caminho de menor custo a partir de uma origem e destino, nesta etapa foi utilizado a ferramenta *Cost Path* do *Spatial Analyst* (ArcGis).

Segue abaixo, o mapa com a superfície de custo, onde o status “*Muito Bom*” indica os lugares com menor custo, além das rotas propostas pela metodologia aplicada como resultado da análise espacial.

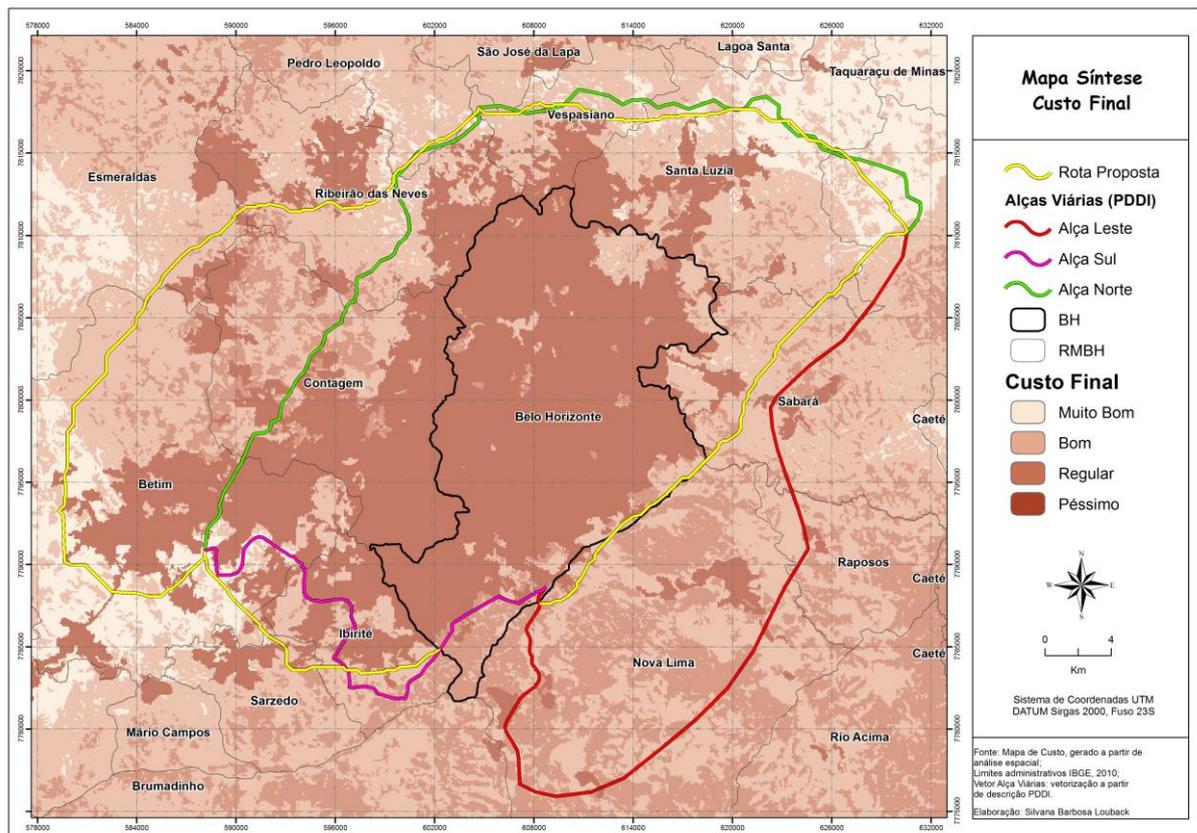


Figura 03: Custo Final e Rotas Propostas

No mapa a seguir podemos visualizar com mais clareza as rotas propostas e os municípios interceptados.

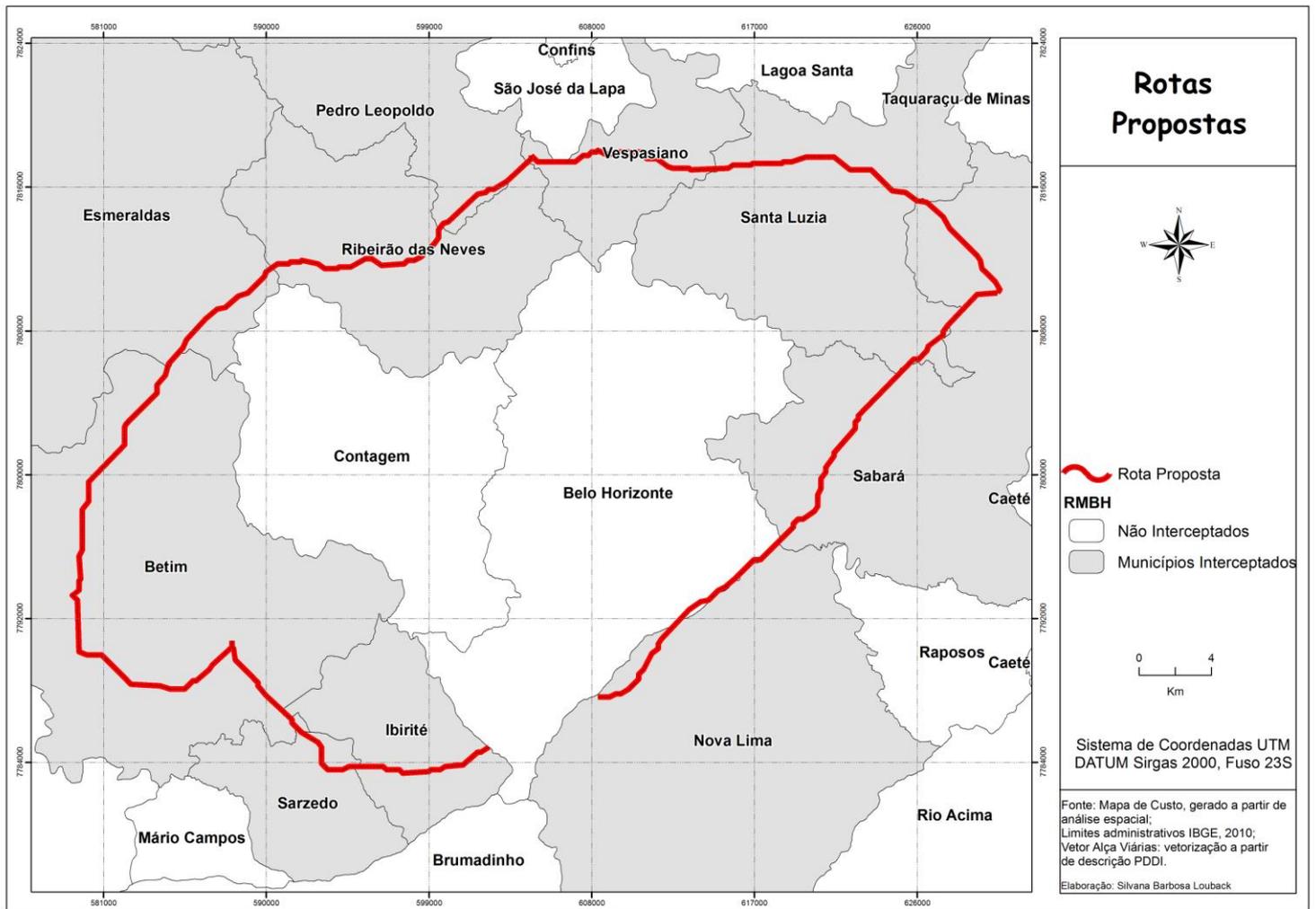


Figura 04: Rotas Propostas

5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados alcançados com a metodologia proposta não nos fornece uma resposta pronta, mais sim uma análise de melhores rotas utilizando as variáveis ambientais já descritas. Contudo, a resposta obtida pode ser utilizada como modelo para outros estudos mais aprofundados, fazendo o uso de mais variáveis, sejam elas: ambientais, sociais e/ou econômicas.

No caso da escolha de lugares mais adequados para a implantação de obras viárias, além dos dados ambientais, outros dados devem ser levados em consideração, como demanda de fluxos de transporte, redes de transporte público, dados sobre a origem e o destino das populações da região, levantamento da população que será beneficiada com a execução do projeto, entre outras variáveis.

A proposta original descrita no PDDI indica rotas que contornam Belo Horizonte nas regiões norte, leste e oeste, passando por Belo Horizonte na zona sul, área de importante potencial ambiental e político, pois nesta região há presença de mineradoras e de um grande potencial hidrográfico da área.

Outro aspecto da proposta original foi a utilização das vias de acesso existentes, no caso da região sul de Belo Horizonte a BR 040, saída para o Rio de Janeiro, e na região oeste parte da rodovia BR 381, no município de Betim. Na proposta do Governo do Estado há uma ligação da Alça Sul, entre os municípios de Betim, passando por Ibirité até Belo Horizonte, neste trajeto a proposta apresentada pelo PDDI passa pelos núcleos urbanos dos municípios citados, dando escoamento à produção das mineradoras e a indústria automotiva presente na região. Além de um acesso rápido ao Inhotim - Instituto de Arte Contemporânea e Jardim Botânico conhecido mundialmente sendo considerado o maior centro de arte ao ar livre da América Latina.

A alça sul também segue a tendência de passar próximo aos centros urbanos dos municípios vizinhos de Belo Horizonte. Contudo, em sua descrição no projeto do governo, essa alça passa

por Belo Horizonte próximo a região do Olhos D'água e segue um pequeno trecho dentro da APA Sul, ligando a Alça sul à Alça leste, que utiliza parte de uma rodovia para ligar a cidade de Nova Lima à Sabará.

Já o traçado proposto pelo modelo para a Alça Sul, não prevê a passagem por Belo Horizonte, uma vez que o modelo foi calibrado para que isso não ocorresse. A Alça Sul proposta pelo modelo margea todo o limite entre os municípios de Belo Horizonte e Nova Lima, vale ressaltar a presença da Serra do Curral nesse limite. O caminho passa por Sabará, evitando mais uma vez o contato direto com a área urbana (ver mapa 5).

Um ponto negativo da rota traçada pelo modelo pode ser percebido na denominada Alça Leste, entre o limite dos municípios de Belo Horizonte e Nova Lima. Nesta região está presente a Serra do Curral, caracterizando um relevo bastante acidentado, um dos fatores que dificultaria uma obra viária na região.

Na descrição do projeto apresentado pelo PDDI, a Alça Leste têm seu início na zona sul de Belo Horizonte e em seguida segue para Nova Lima, passando pela região central do município, assim evitando uma ligação mais próxima com Belo Horizonte e desviando da crista da Serra do Curral.

Um ponto de destaque nos caminhos criados pelo modelo é uma rota mais distante de Belo Horizonte, Contagem e Betim, na porção oeste do mapa, evitando assim a proximidade com as manchas urbanas dessas cidades (ver mapa 5), possibilitando assim, maior acessibilidade os outros municípios da RMBH à essas vias de acessos rápido.

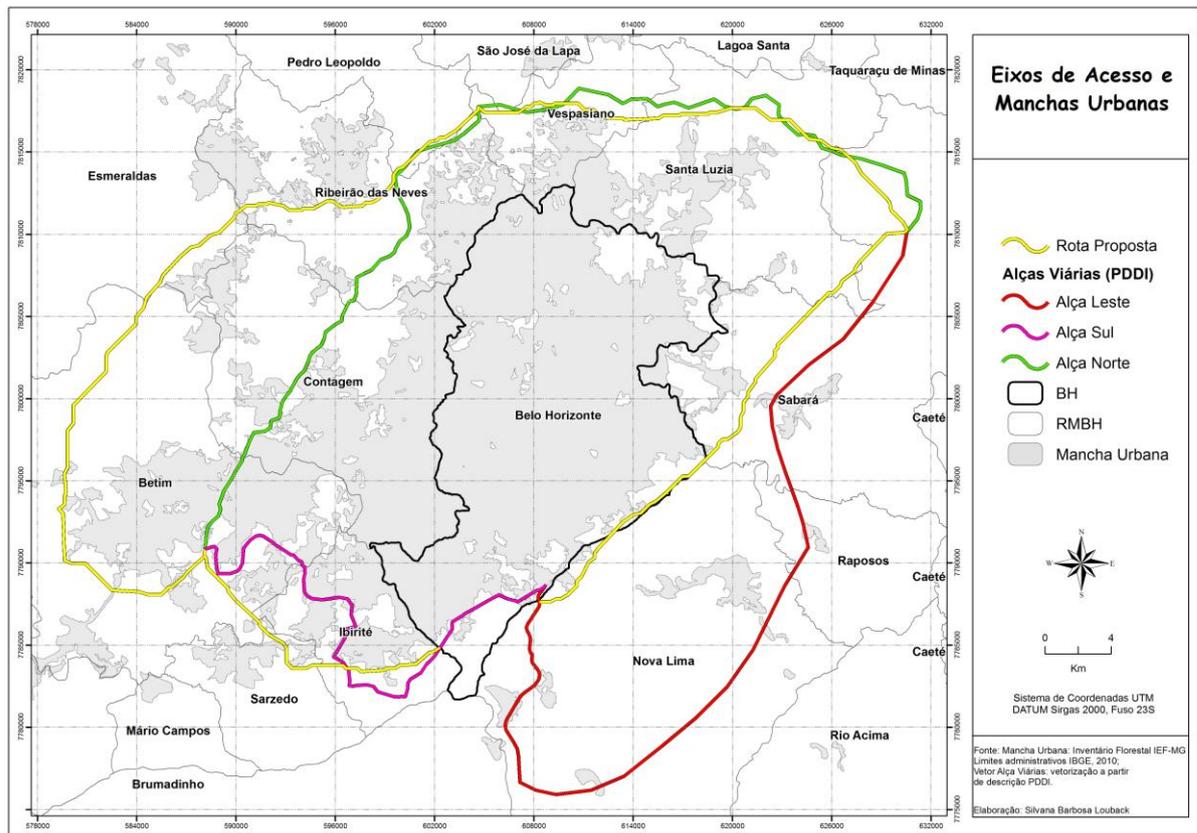


Figura 05: Eixos de Acesso x Manchas Urbanas

Em relação à vegetação ao entorno das rotas, propostas pelo PDDI e geradas a partir da metodologia utilizada, podemos analisar que ambas as rotas estão inseridas em áreas com a presença de vegetação. Tanto nas rotas criadas pelo modelo, quanto na proposta do Governo, não há diferenças significativas quando o assunto é a base de vegetação (ver mapa 6).

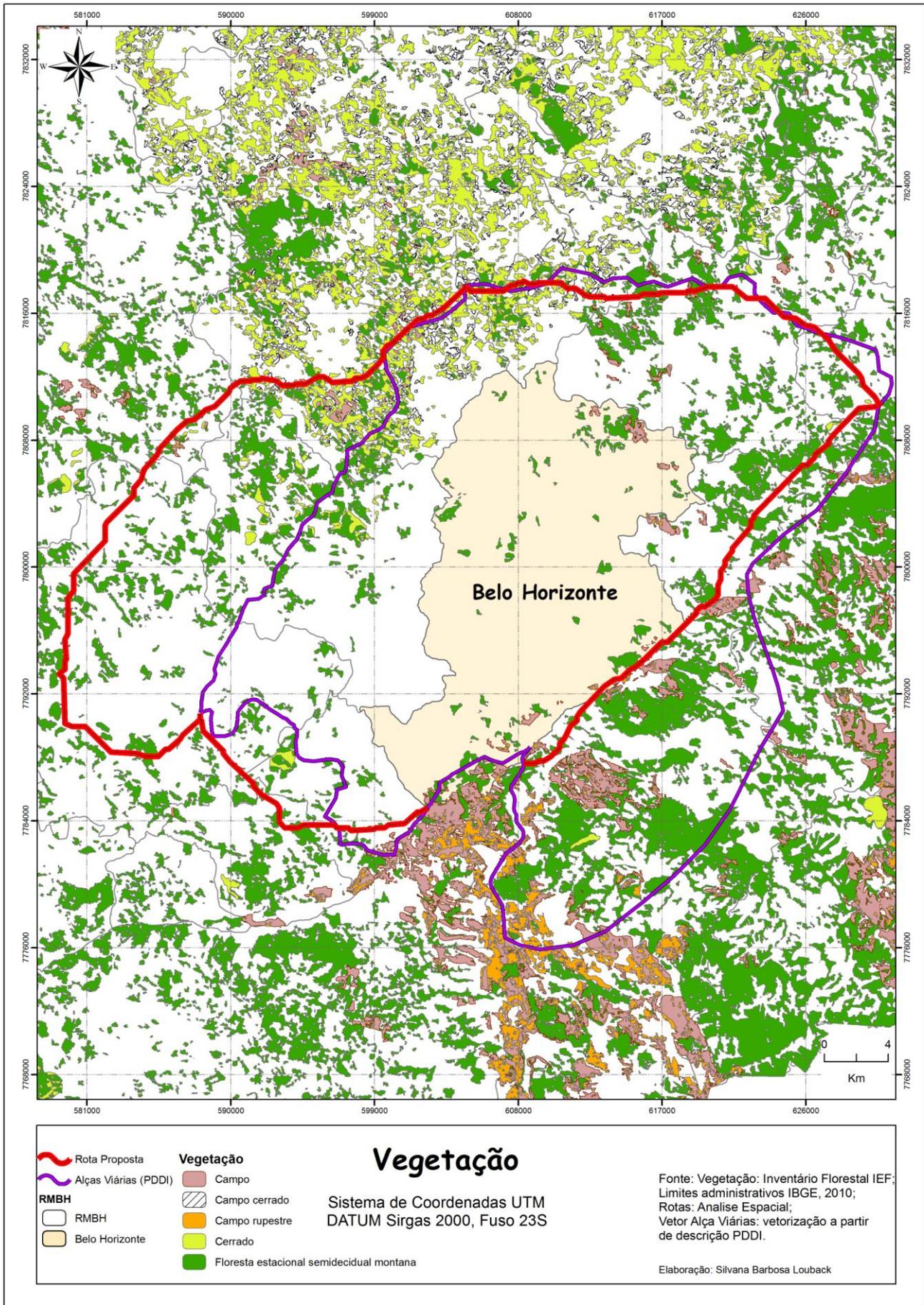


Figura 06: Vegetação

No projeto proposto pelo PDDI as alças de ligação norte e sul, contornam o município de Belo Horizonte, passando pelas áreas urbanas dos municípios limítrofes. Já a alça leste passa por áreas não antropizadas.

Nos caminhos sugeridos pelo modelo, a alça norte faz o contorno na RMBH extrapolando muito os limites do município de Belo Horizonte, evitando assim, passar por áreas densamente povoadas na cidade e em municípios vizinhos.

As alterações identificadas no traçado original, nos faz refletir o quão importante é o uso de ferramentas de análise espacial, além de trabalhos de campo, para auxiliar a tomada de decisão, e como o geoprocessamento cada vez mais nós dá opções de análises variadas e confiáveis.

6. CONCLUSÃO

No estudo de caso apresentado neste trabalho, pôde-se observar a criação da rota de menor custo, utilizando uma superfície de cálculos derivados de uma análise de multicritérios ambientais. Partindo do princípio que este trabalho se propôs a fazer um estudo prévio do uso do SIG e da metodologia empregada para traçar os caminhos de menor custo, ressaltando também a escala de detalhamento dos dados de entrada na matriz de multicritérios, percebemos a viabilidade do uso do geoprocessamento para essa finalidade.

Percebe-se também que a entrada de dados mais detalhados, ou seja, de menor escala, e a utilização de mais dados ambientais, sociais e econômicos ajudaria ainda mais na elaboração de um modelo mais realista. A necessidade de dados derivados de trabalho de campo nos possíveis locais de criação das rotas ajudaria na validação do (s) modelos gerados.

Contudo, analisando os resultados obtidos através da metodologia aplicada conclui-se que a utilização do geoprocessamento é uma ferramenta importante para o estudos de melhores rotas de acesso.

7. REFERÊNCIAS

ANDRADE, Guilherme A P, SANTANA, Sheyla A, FREITAS, Charles R, MOURA, Ana Clara M., PATROCÍNIO, Zenilton, PATROCÍNIO, Alex M. Desenvolvimento de aplicativos de geoprocessamento para Planos Diretores Municipais em Minas Gerais, Brasil. Buenos Aires, XI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (XI CONFIBSIG), 05/2007. 12 p.

CÂMARA, Gilberto; MEDEIROS, José Simeão. Modelagem de Dados em Geoprocessamento. DPI/INPE. (Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/2modelo.pdf)

CORRÊA, R.L. *Trajetórias Geográficas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 302p.

GOMES, J.M; VELHO, L. *Computação Visual: Imagens*. Rio de Janeiro, SBM, 1995.

MOURA, Ana Clara M. *Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano*. 2º Edição. Belo Horizonte: Ed. Da autora, 2005. 294p.

SANTOS, Milton. *O Trabalho do Geógrafo no Terceiro Mundo*. Ed. EDUSP, 2009. 136p.

SEDRU. *Termo de referência para contratação de serviços técnicos especializados para elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado – PDDI da RMBH*. Secretaria Estadual de Desenvolvimento Regional e Política Urbana/Subsecretaria de Desenvolvimento Metropolitano, 2009.

Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Propostas de Políticas Setoriais, Projetos e Investimentos Prioritários. Volume 2. Maio de 2011.

8. ANEXO

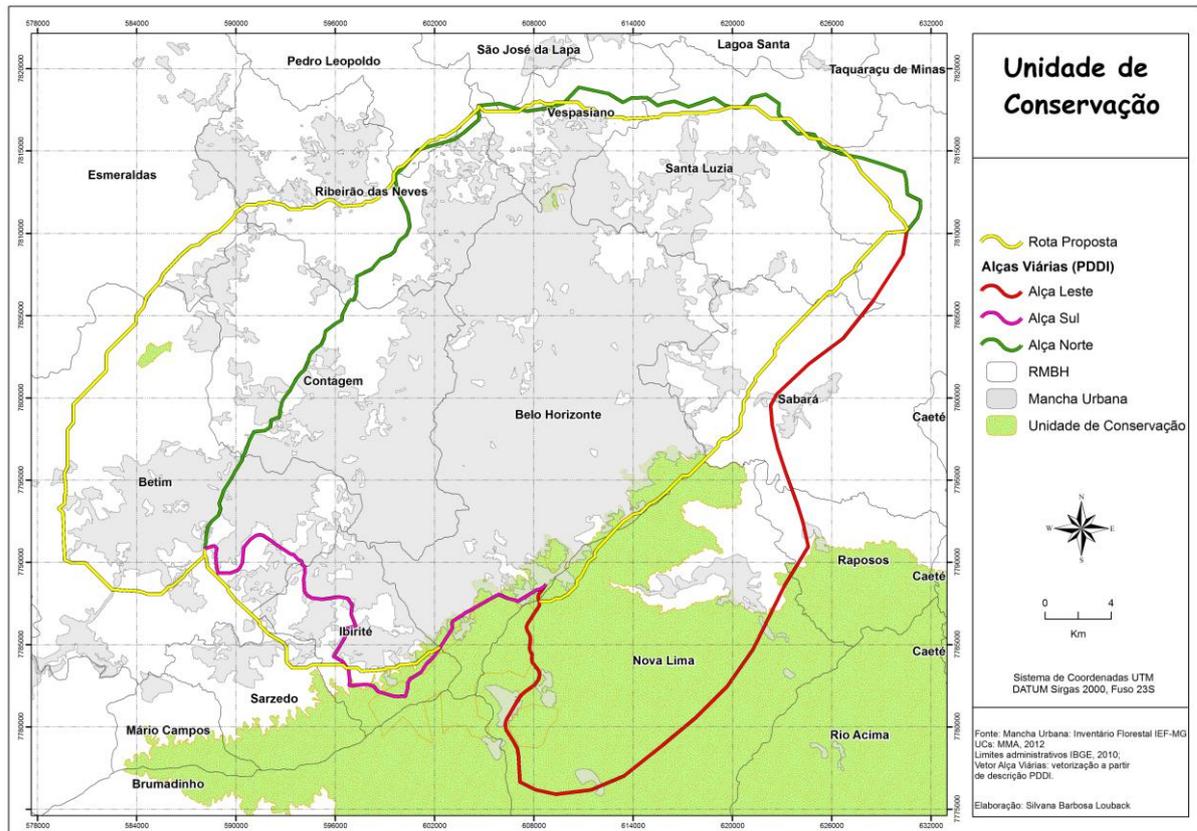


Figura 07: Unidades de Conservação x Manchas Urbanas