

**A ANÁLISE ESPACIAL USADA NO DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE
DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – POVOADO DE AZEVEDO /
SERRA DA MOEDA (MG)**

Júnia Borges (1)

Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6.627 Pampulha, Belo Horizonte – MG, CEP: 31270-901
juniaborges@yahoo.com.br

Valéria Franco (2)

Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6.627 Pampulha, Belo Horizonte – MG, CEP: 31270-901
vsoares@ufmg.br

Ilka Cintra (3)

Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6.627 Pampulha, Belo Horizonte – MG, CEP: 31270-901
ilkacintra@terra.com.br

José Eustáquio Paiva (4)

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Arquitetura
R. Paraíba 697, Savassi. Belo Horizonte – MG, CEP: 30130-140
jempaiva@yahoo.com.br

Mônica Fonseca(5)

Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6.627 Pampulha, Belo Horizonte – MG, CEP: 31270-901
monicagodoy2007@yahoo.com.br

Rogério Joanes (6)

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Faculdade de Psicologia
Av. Dom José Gaspar, 500 - Coração Eucarístico - Belo Horizonte - MG - CEP 30535-901
rogerio.joanes@gmail.com

Gabriel Ribeiro (7)

Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6.627 Pampulha, Belo Horizonte – MG, CEP: 31270-901
biel_bill@hotmail.com

Denise Formoso (8)

Instituto Estadual de Florestas- MG
Gerência de Criação e Implantação de Áreas Protegidas
Rodovia Prefeito Américo Gianetti s/n - Bairro Serra Verde- Belo Horizonte- MG, CEP: 31630-900
denise.formoso@meioambiente.mg.gov.br

Luiz Geraldo Arruda (9)

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Arquitetura
R. Paraíba 697, Savassi. Belo Horizonte – MG, CEP: 30130-140
luizarruda12@ig.com.br

Tarcisio Martins (10)
Associação do Patrimônio Histórico, Artístico e Ambiental de Belo Vale - (APHAA-BV)
Av. Tancredo Neves, 120 - Belo Vale – MG, CEP 35473-000
tarbvale@hotmail.com

RESUMO

O diagnóstico preliminar da situação dos resíduos sólidos produzido no Povoado de Azevedo (Moeda- MG) visa possibilitar uma solução conjunta com a comunidade local para a destinação destes resíduos, com o objetivo de subsidiar a elaboração de um plano de gestão a ser desenvolvido. A metodologia para as análises espaciais foi desenvolvida com auxílio de ferramentas SIG, utilizando dados qualitativos e quantitativos referentes aos resíduos sólidos produzidos na área de estudo. Os levantamentos de campo foram realizados em três etapas: contato global, entrevistas e coleta de dados com medições. O tratamento espacial dos dados e análises se deu a partir da utilização de ferramentas como os modelos de Kernel, Potencial de Interação e Análise de Multicritérios. Algumas variáveis inseridas nas análises foram: hierarquização dos caminhos; classificação referente aos tipos de veículos trafegáveis; o potencial de ocupação de acordo com características espaciais; a localização de áreas de concentração de produção de resíduos sólidos, também chamada de concentração de residências; áreas de riscos ambientais, ou seja, áreas de preservação permanentes de acordo com a legislação vigente. A qualificação dos pontos existentes para a disposição de resíduos e a determinação de áreas propícias a instalação de novos pontos foram os resultados da investigação. Concluímos que o tamanho reduzido da área de estudo permitiu domínio da situação da destinação dos resíduos sólidos, comprovando a eficácia da metodologia utilizada, que poderá ser aplicada para análises similares em áreas de maior complexidade espacial.

Palavras chaves: Modelagem, Geoprocessamento, Kernel, Potencial de Interação, Análise de Multicritérios.

ABSTRACT

The preliminary diagnosis of the waste situation produced at Azevedo Community (Moeda, MG) leads to identify an even resolution including local actors to the waste destination, aiming subsidize a future management plan. The methodology applied to the spatial analysis was developed with GIS tools, using quality and quantity data regarding waste produced at the focus area. The data was collected in three steps: global contact, interviews and measuring data. The data spatial treating was developed by utilizing tools such as the models Kernel, Interaction Potential and Multicriteria Analysis. Some variables used were: path hierarchy; classification regarding type of vehicle trafficable; occupation potential according to spatial characteristics; waste production concentration areas, also called living concentration; areas of environmental risks, meaning permanent preservation areas according to the law. The qualification of the existing waste deposition and the determination of areas available to insert new waste deposition were result of the investigation. We concluded that the reduced area of study allowed a great knowledge of the situation of the waste destination, enforcing the effectiveness of the methodology utilized, and that it will be possible to apply in similar analysis in more spatial complexity areas.

Keywords: Modeling, Geoprocessing, Kernel, Interaction Potential, Multicriteria Analysis.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo é baseado em um trabalho desenvolvido entre a Associação do Meio Ambiente - AMA-Moeda, e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), representada pelos alunos e professores da disciplina "Análise e Gestão de Intervenções Ambientais", ministrada pelos

professores Ilka Cintra e José Eustáquio Paiva, no curso de Mestrado Multidisciplinar denominado "Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais" do Departamento de Cartografia do Instituto de Geociências - IGC. A partir da necessidade da AMA-Moeda de aprofundar os conhecimentos sobre a gestão dos resíduos sólidos, foi proposta a construção do

diagnóstico da situação atual, testando uma nova metodologia de suporte à análise sobre o tema.

O trabalho piloto foi desenvolvido na localidade de Azevedo – uma comunidade no município de Moeda (MG) localizada no sopé da Serra da Moeda, distante cerca de 17 km da sede do município e 50 km de Belo Horizonte.

O trabalho consiste na busca e análise de dados qualitativos e quantitativos dos resíduos produzidos no Azevedo, sob a ótica do geoprocessamento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os levantamentos e pesquisas feitos no local aconteceram em três etapas. Na primeira foi feito um contato global para conhecimento da região, com entrevistas não estruturadas, quando foram coletados alguns dados com moradores locais e produzidos relatórios com registro dos dados coletados.

Na segunda etapa do levantamento, foram feitas entrevistas com moradores e sitiantes, a coleta de dados, fotografias e outros, direcionados para a atividade de destinação dos resíduos sólidos em Azevedo (CINTRA, et.al. 2009). Selecionaram-se quatro opções para as destinações, baseadas em observações feitas anteriormente no local e em depoimentos de moradores, assim descritas: queima (nos quintais), disposição nos coletores (lixeira e caçamba), disposição nos fluxos (caminhos e cursos d'água) e outros (transportados para BH, compostagem em casa, outros destinos) (CINTRA, et.al. 2009). Alguns pontos de referência tais como entroncamentos foram coletados com GPS de navegação para subsidiar as análises espaciais e a confecção de mapas temáticos.

A terceira etapa foi dedicada ao georeferenciamento das residências e cálculo do volume de lixo produzido. Foi realizada uma entrevista com o presidente da AMA – Moeda (Sr. Ednei Antunes Amorim), que através de um mapa mental apontou todas as residências e seus respectivos moradores (CINTRA, et.al. 2009).



Fig. 1 - Mapa mental do Sr. Edinei (presidente AMA – Moeda). Fonte: CINTRA, et.al. 2009.

Em seguida foram georeferenciadas as casas apontadas e associadas à planilha com número de moradores / sitiantes. O levantamento de dados qualitativos complementou as análises extraídas, posteriormente, a partir dos modelos (CINTRA, et.al. 2009).

Para as análises espaciais foram utilizadas bases de dados disponibilizados pelo Geominas, IBGE e Google Earth. Além das bases cartográficas foram consideradas as diretrizes da legislação ambiental brasileira.

3 ANÁLISE COM POTENCIAL DE INTERAÇÃO - PI

O Potencial de Interação, extensão do programa SAGA/UFRJ, é um sistema geográfico de informação (SGI), desenvolvido pelo LAGEOP, visando aplicações ambientais em equipamentos de baixo custo. O módulo de ANÁLISE AMBIENTAL visa satisfazer uma necessidade atual, principalmente daqueles que lidam rotineiramente com a área ambiental, qual seja: a possibilidade de analisar dados georeferenciados e convencionais, fornecendo como resultados mapas e relatórios que irão apoiar o

processo de tomada de decisão. (<http://www.lageop.igeo.ufrj.br/saga.php>, acesso abril de 2010).

Segundo o LAGEOP, a extensão do Potencial de Interação (LAGEOP-UFRJ) é utilizado para determinar o potencial de influência de determinados pontos marcados em mapas no formato SAGA Raster (extensão RST). Esses potenciais são calculados em função da distância relativa e da massa dos pontos. Cada ponto tem influência sobre o outro, existindo a possibilidade de ser calculado o Potencial de Interação em função de caminhos (redes viárias) criados pelo usuário. Esses potenciais são calculados em função da distância relativa e da massa dos pontos. O Potencial de Interação possibilita a verificação das relações de distância na rede e consequente interação

entre os pontos. A análise foi utilizada para verificar se os coletores de resíduos sólidos (dois coletores, caçamba e lixeira, conforme figura 2) se encontram numa boa localização em relação aos domicílios mapeados.

$$\text{Potencial de Interação} = \text{Massa} / \text{Distância}^2 \quad (1)$$

O número de moradores e as residências (91 no total) da área de estudo foram agrupados utilizando o Modelo de Kernel. Tal modelo agrupa elementos baseado no critério de proximidade, foi usado 100m. Estes grupos resultaram em quinze pontos, conforme mapa abaixo (figura 2):

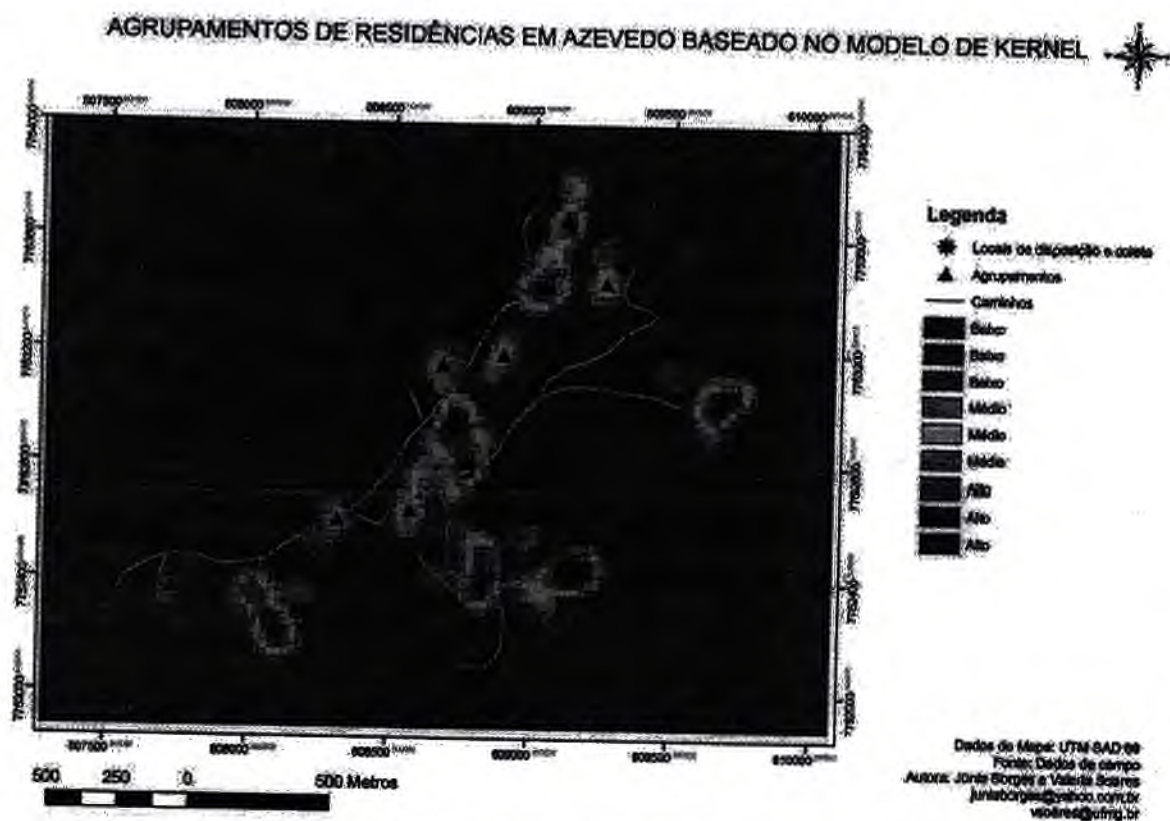


Fig. 2 – Mapa representando o Modelo de Kernel com agrupamentos e pontos de disposição de lixo.

Baseado na síntese elaborada através do modelo de Kernel para a definição de grupos de residências, rodou-se o PI (tabela 1).

Na primeira análise considera-se o PI sem massa e sem caminho (coluna 1), resultando em uma análise direta entre os pontos coletados. Em seguida analisou-se o PI sem massa e com caminhos (coluna 2), análise da influência da distância entre os pontos, considerando todos os pontos com o mesmo volume de produção de lixo. O PI com massa e caminhos, com alta massa para lixeira e caçamba (massa, coluna 3 e resultado PI coluna 4) gera um resultado que considera

a atratividade dos pontos de disposição já existentes. Para o PI com massa, considera a massa como sendo o resíduo sólido produzido por cada indivíduo. O cálculo de massa foi feito para cada grupo separadamente (de acordo com grupos resultantes do mapa de Kernel). O PI com massa e caminho, com massa nula (igual a 1) para a lixeira e a caçamba e massa dos grupos igual ao volume de lixo produzido (coluna 5 e 6), resulta no potencial de interação e consequente hierarquização entre os pontos (grupos de residências). Valores baixos significam baixa interação em relação a todo o conjunto. No mapa temático gerado se verifica os

pontos (agrupamentos) que tem potencial de interação

baixo, médio e alto, analisando a rede como um todo.

TABELA 1 – RESULTADO DA ANÁLISE DE POTENCIAL DE INTERAÇÃO – VISTA SAGA (LAGEOP, 2005)

NOME	Coluna 1 PI SEM MASSA E SEM CAMINHO	Coluna 2 PI SEM MASSA COM CAMINHO	Coluna 3 MASSA – destaque lixreira e caçamba	Coluna 4 PI COM CAMINHO E COM MASSA	Coluna 5 MASSA – lixeira e caçamba anuladas	Coluna 6 PI COM CAMINHO E COM MASSA
Grupo1	0,81	0,43	6	12,8	6	4,65
Grupo2	0,58	0,37	42	9,67	42	6,95
Grupo3	0,83	0,59	2	12,03	2	5,38
Grupo4	1,15	0,67	11	15,59	11	7,39
Grupo5	1,25	0,55	15	11,48	15	7,48
Grupo6	0,71	0,30	21	6,61	21	6,61
Grupo7	0,65	0,29	34	7,29	34	7,29
Grupo8	1,29	0,41	17	5,02	17	5,02
Grupo9	0,98	0,41	4	3,90	4	3,90
Grupo10	0,93	0,50	12	5,70	12	5,70
Grupo11	0,48	0,13	32	2,62	32	2,62
Grupo12	0,96	0,42	14	4,84	14	4,84
Grupo13	0,93	0,57	4	8,01	4	5,77
Grupo14	0,67	0,12	4	2,01	4	2,01
Grupo15	0,83	0,50	14	7,80	14	5,79
Lixeira 16	0,77	0,42	100	18,17	1	4,14
Caçamba 17	1,19	0,67	100	23,59	1	6,36

4 ANÁLISE DE MULTICRITÉRIOS

Foi utilizado o *software* Arcview para elaborar os mapas e a análise de multicritérios.

“A análise de Multicritérios é um procedimento metodológico de cruzamento de variáveis amplamente aceito nas análises espaciais. O procedimento baseia-se no mapeamento de variáveis por plano de informação e na definição do grau de pertinência de cada plano de informação e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final. A matemática empregada é a média

ponderada para atribuir os pesos e notas.” (MOURA 2009, Pag.4.)

Os planos de informação considerados para compor a análise e seus pesos foram: 1 - Mapa de Área de Preservação Permanente: nascentes (Peso 15%), matas ciliares (Peso 15%), topos de morro (Peso 15%) e declividades (Peso 19%). 2 - Mapa de Cobertura vegetal (Peso 5%). 3 - Mapa de caminhos/acessos (Peso 20%). 4 - Mapa de concentração de população (Peso - 20%).

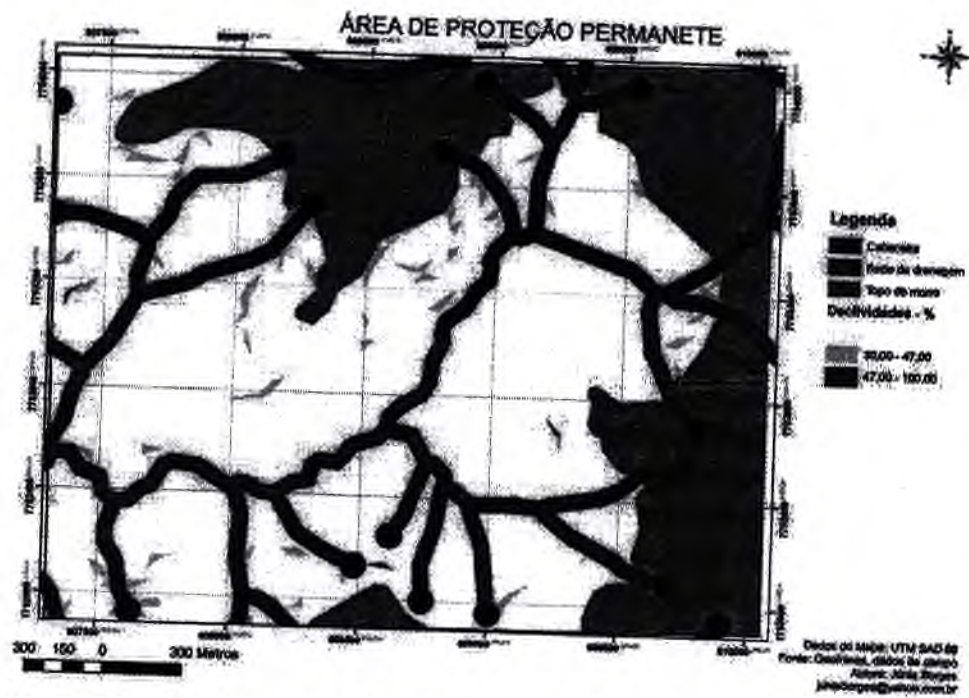


Fig. 3 – Mapa de sobreposição de nascentes, matas ciliares, topo de morro e declividade.

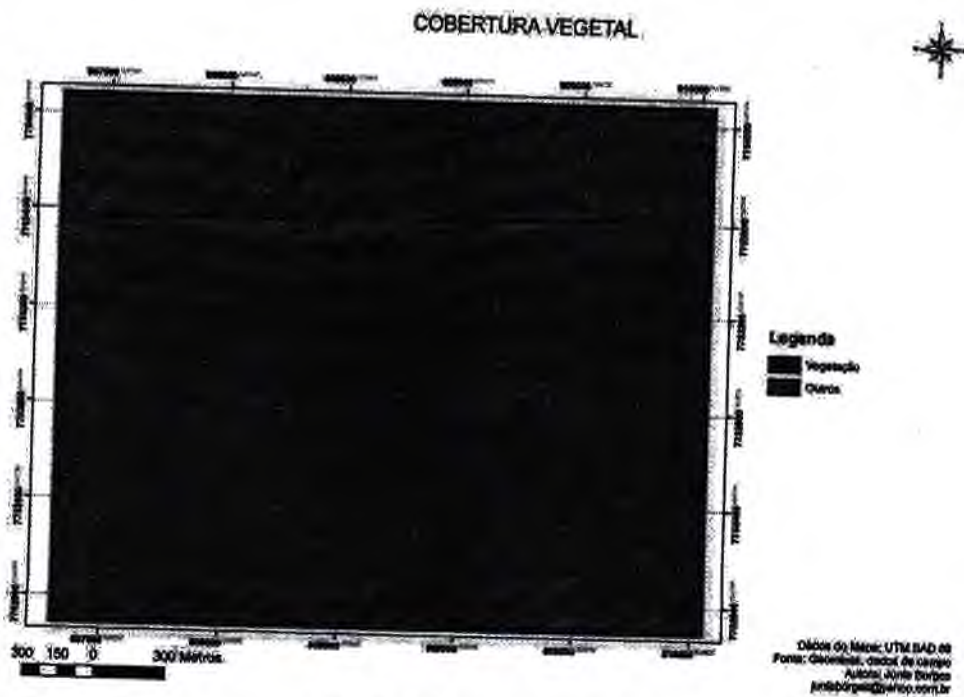


Fig. 4 – Mapa de vegetação.

POTENCIAL DE INTERAÇÃO
DOS AGRUPAMENTOS DE RESIDÊNCIAS EM AZEVEDO

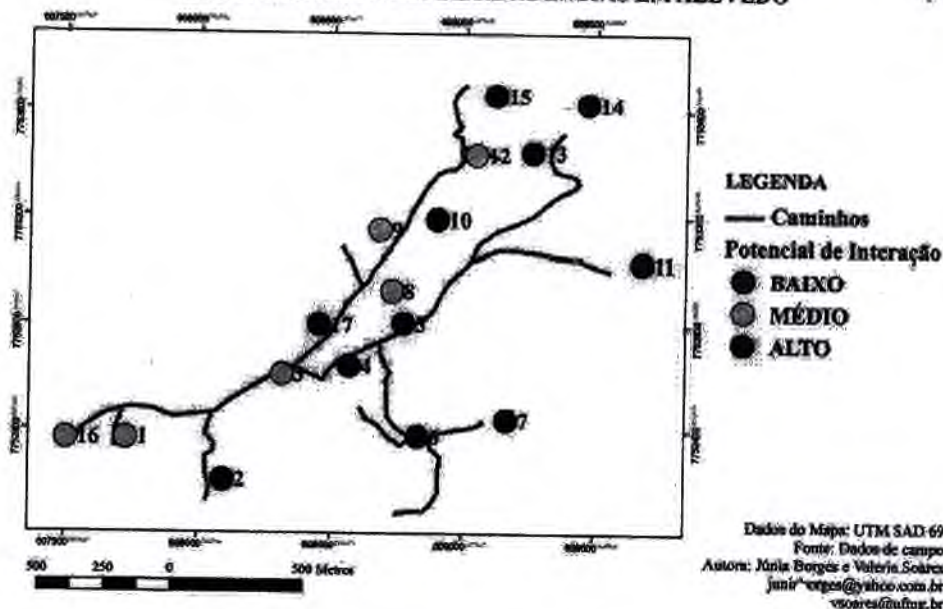


Fig. 5. Mapa de interação entre os agrupamentos conforme coluna 6 da tabela 1.

Abaixo, apresenta-se as notas distribuídas na análise.

TABELA 2 - RECLASSIFICAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE POPULAÇÃO

Legenda	Nota
Baixo	0
Baixo	2
Baixo	3
Médio	5
Médio	5
Médio	5
Alto	10
Alto	10
Alto	10
Sem dado	0

TABELA 3 - RECLASSIFICAÇÃO DOS ACESSOS

Legenda	Nota
Fácil	10
Médio	6
Difícil	3
Sem dado	0

TABELA 4 - RECLASSIFICAÇÃO NASCENTES

Legenda	Nota
Área com nascentes	10
Sem dado	0

TABELA 5 - RECLASSIFICAÇÃO MATAS CILIARES

Legenda	Nota
Área com mata ciliar	10
Sem dado	0

TABELA 6 - RECLASSIFICAÇÃO DOS TOPOS DE MORRO

Legenda	Nota
Área de topo de morro	10
Sem dado	0

TABELA 7 - RECLASSIFICAÇÃO DAS DECLIVIDADES

Legenda	Nota
0 a 5%	5
5 a 30%	10
30 a 47%	3
47 a 100%	0

TABELA 8 - RECLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL

Legenda	Nota
Área com cobertura vegetal	10
Sem dado	0

POTENCIAL PARA LOCALIZAÇÃO DE NOVOS
PONTOS DE DISPOSIÇÃO - ANÁLISE DE MULTICRITÉRIOS
RELACIONANDO: POPULAÇÃO, APP, VEGETAÇÃO E ACESSIBILIDADE

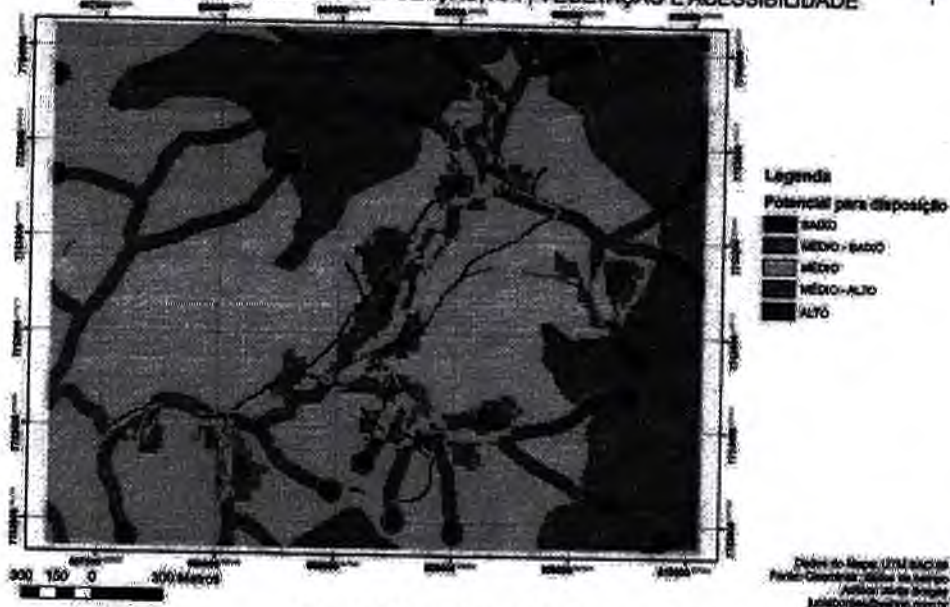


Fig. 6 - Mapa Resultado da Análise de Multicrérios

5 ANÁLISES ESPACIAIS

A área de estudo possui uma considerável rede de drenagem com presença de muitas cabeceiras e rica mata ripária. É cercada por topo de morro nas porções leste, norte e sul.

Os caminhos de Azevedo são caracterizados pela presença de um eixo principal, marcado por diferentes graus de dificuldade de acesso. Os outros caminhos adjacentes possuem grau de dificuldade predominantemente "médio". Todos eles são bem demarcados na paisagem, possibilitando a passagem de veículos automotores. Nos trechos com dificuldade máxima não é possível o tráfego de todos os tipos de veículos.

De acordo com o mapa de declividade concluímos que a área de estudo possui bom potencial de ocupação. Há média ocorrência de áreas alagáveis. Poucas regiões possuem declividade acima de 30% e menos ainda acima de 47% (áreas não propícias a ocupação).

Existem 8 grupos de alta concentração de residências. Cinco deles estão localizados nas proximidades do eixo principal. Os grupos restantes estão localizados nos eixos secundários a leste.

Quanto ao número de moradores / produção de resíduos sólidos, os três principais grupos de alta concentração de pessoas estão localizados nos pontos mais distantes do eixo principal e conseqüentemente dos coletores. Estas residências também estão inseridas em pontos próximos às cabeceiras, topo de morro, área

de alta declividade e abundância de cobertura vegetal, dificultando a interação com os pontos de disposição existentes.

Em relação a Análise de Potencial de Interação sem massa (volume de resíduos sólidos) podemos considerar que os pontos de disposição (lixeira e caçamba) estão bem localizados em relação a maioria das residências.

A minoria das residências considerando sua localização e o volume de resíduos está bem localizada em relação às lixeiras, o restante tem médio ou baixo potencial de interação.

De acordo com análise de multicrérios determinaram-se locais ótimos para instalação de novos pontos de disposição de resíduos (por exemplo, outra lixeira ou caçamba). Existem poucas áreas de alto e médio-alto potencial para instalação de novos pontos de disposição. Ao longo dos eixos estão os melhores locais para colocação dos mesmos. Muitos locais de alto potencial estão próximos aos cursos d'água.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não existem lixeiras suficientes para atender ao volume e à distribuição espacial da população. Os três principais grupos de alta densidade populacional considerados no estudo estão próximos aos topos de morro, áreas de cabeceira, alta declividade e abundância da vegetação preservada indicando impacto ambiental significativo. A maior parte da população

apesar de negar a queima dos resíduos, a prática (CINTRA et. al. 2009).

Constata-se que existe uma incongruência em relação aos dados a respeito da coleta e da destinação final dos resíduos (CINTRA et. al. 2009). Tratando-se da coleta, os moradores informaram que sua frequência é de duas vezes ao mês e o funcionário da prefeitura, duas vezes por semana (CINTRA et. al. 2009). Em relação à destinação final o lixo coletado é disposto em um pátio da prefeitura próximo ao Ribeirão Contendas permanecendo ali, sem nenhum tratamento, por determinado período (duvidoso) até ser levado ao Aterro Controlado do município de Congonhas (CINTRA et. al. 2009).

A região possui tombamentos e unidades de conservação o que agrava legalmente os problemas relacionados à destinação final dos resíduos. Em áreas naturalmente preservadas, o impacto ambiental é mais intenso (CINTRA et. al. 2009).

Apesar dos esforços da AMA-Moeda não é perceptível efetivo resultado junto à população no que diz respeito a uma conduta ambiental adequada (CINTRA et. al. 2009).

As vias de acesso dificultam o tráfego do caminhão da prefeitura para coleta dos resíduos impedindo que a mesma ocorra em muitas residências.

A ocupação no local se dá ao longo das vias como ocorre na maioria dos processos de expansão. Nesta região existe uma grande área potencial para ocupação (de acordo com o mapa de declividades), o que reforça a grave necessidade de planejamento de

uso e ocupação do solo, principalmente no que diz respeito à proteção ambiental.

Por fim, percebe-se que o poder público municipal não aproveita as oportunidades de repasse do ICMS-Ecológico, por meio do cadastro e gestão de suas unidades de conservação, assim como não se empenha até o presente momento, com a correta destinação final dos resíduos sólidos (CINTRA et. al. 2009).

7 REFERÊNCIAS

MOURA, Ana Clara M. 2009. Discussões metodológicas para aplicação do modelo de Polígonos de Voronoi em estudos de áreas de influência fenômenos em ocupações urbanas – estudo de caso em Ouro Preto – MG. In VII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos – ENABER, FEA/USP, São Paulo, Brasil, 9-11.

CINTRA, I.; PAIVA, J.E.; ARRUDA, L.G.; BORGES, J.L.C, FORMOSO, D.; FRANCO, V.; GODOY, M.; MARTINS, T.; JOANES, R.; RIBEIRO, G. 2009. Trabalho de Análise e Gestão de Intervenção Ambiental: Diagnóstico do Sistema de Destinação dos Resíduos Sólidos: Uma Proposta Participativa e Sistêmica na Serra da Moeda (MG) – O Caso Azevedo. UFMG: Belo Horizonte, MG.

8 SITES DE INTERNET CONSULTADOS

<http://www.lageop.igeo.ufjr.br/saga.php>