



Mateus Garcia de Campos

Geoprocessamento na Localização de
Área para Implantação de Aterro de
Resíduos Inertes e da Construção Civil
no Município de Nova Lima-MG

XII Curso de Especialização em Geoprocessamento

2010



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

MATEUS GARCIA DE CAMPOS

**GEOPROCESSAMENTO NA LOCALIZAÇÃO DE ÁREA PARA
IMPLANTAÇÃO DE ATERRO DE RESÍDUOS INERTES E DA
CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE NOVA LIMA-MG**

Monografia apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de especialista em Geoprocessamento.
Curso de especialização em Geoprocessamento.
Departamento de Cartografia. Instituto de Geociências.
Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Prof.. Plínio Temba

BELO HORIZONTE

2010

Campos, Mateus

Geoprocessamento na Localização de Área para Implantação de Aterro de Resíduos Inertes e da Construção Civil no Município de Nova Lima-MG/ Mateus Garcia de Campos - Belo Horizonte, 2010.

vi, 48 f.: il.

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento Cartografia, 2010.

Orientador: Prof. Plínio Temba

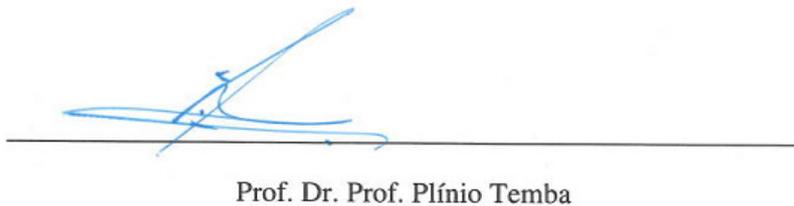
1. Geoprocessamento 2. Aterro de Resíduos Inertes 3. Nova Lima-MG 4. Engenharia Ambiental.

Aluno: Mateus Garcia de Campos

Monografia defendida e aprovada em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento, em 22 de dezembro de 2010, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Marcos Antônio Timbó Elmiro



Prof. Dr. Prof. Plínio Temba

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a elaboração deste projeto. Ao professor Plínio, orientador, que procurou da melhor forma encaminhar e auxiliar o estudo realizado, juntamente com o professor Timbó da banca examinadora. Aos familiares pelo apoio e paciência.

RESUMO

A construção civil é responsável por gerar impactos ambientais diversos, como consumo de recursos naturais, modificação da paisagem e, principalmente, a geração de resíduos. As cidades brasileiras apresentam processos contínuos de urbanização, tornando a indústria da construção civil responsável pela geração da maior parte da massa de resíduos sólidos urbanos. O município de Nova Lima apresenta, desde a década de 60, um ritmo de ocupação urbana acelerado, resultando uma considerável massa de resíduos sólidos inertes. O objetivo deste trabalho de monografia é identificar melhor área para possível implantação de um aterro de resíduos inertes e da construção civil no município de Nova Lima-MG, segundo aspectos legais e aptidão, utilizando ferramentas de geoprocessamento. A metodologia adotada consiste na sobreposição de diferentes *layers* temáticos de restrições legais e de aptidão para eliminação de locais inaptos, seguindo de análise e valoração das áreas para escolha da melhor. Os resultados demonstraram que a metodologia aplicada pode ser de grande utilidade em diversas áreas do Brasil e do mundo que sofrem com a necessidade de implementação rápida de aterro de resíduos inertes e da construção civil, sabendo que é necessário estudo *in-loco* das áreas para verificar aspectos físicos característicos e a situação fundiária.

Palavras-chave: Construção Civil; Aterro de resíduos inertes; Geoprocessamento

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE QUADROS	X
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Apresentação	1
1.2 Objetivos	2
2. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	3
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
3.1 Resolução CONAMA Nº307/2002	6
3.2 Lei Estadual Nº18.031	8
3.3 Lei Municipal Nº2007.....	8
4. METODOLOGIA	10
4.1. Identificação de áreas disponíveis para a implantação do aterro	12
4.1.1 Critérios restritivos à implantação do aterro	12
4.1.1.1 Áreas de vegetação preservadas	12
4.1.1.2 Áreas de Unidades de Conservação	14
4.1.1.3 Áreas de APP (área de preservação permanente)	16
4.1.1.4 Áreas de mineração	19
4.1.2 Critérios escalonados (aptidão) restritivos à implantação do aterro	21
4.1.2.1 Macrozonas municipais.....	21
4.1.2.2 Declividade do terreno	23
4.2 Escolha da área para a implantação do aterro	26
4.2.1 Determinação da região para a implantação do aterro	27
4.2.1.1 Posição de fontes geradoras	28
4.2.1.2 Disponibilidade de vias de acesso	28
4.2.1.3 Bacias hidrográficas relevantes	29
4.2.1.4 Região selecionada	30
4.2.2 Indicação da área para a implantação do aterro	31
4.2.2.1 Parâmetros adotados para a seleção da área	32
4.2.2.2 Distância do centro de gravidade do polígono	33
4.2.2.3 Distância linear das rodovias	33
4.2.2.4 Área selecionada	34

4.2.2.5	Cálculo da vida útil do aterro implantado na área selecionada	34
4.3	Considerações.....	35
5.	CONCLUSÕES	37

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Localização do Município de Nova Lima.	3
FIGURA 2 – Representação esquemática da identificação da área do aterro.	11
FIGURA 3 – Mapa de vegetação preservada no município de Nova Lima.	14
FIGURA 4 – Mapa de Unidade de Conservação do Município de Nova Lima.	16
FIGURA 5 – Mapa de Áreas de Preservação Permanente de Nova Lima.	18
FIGURA 6 – Mapa de localização de minerações em Nova Lima.	20
FIGURA 7 – Mapa de localização das macrozonas de Nova Lima.	23
FIGURA 8 – Mapa de inclinação de interesse.	24
FIGURA 9 – Mapa de sobreposição de <i>Layers</i>	25
FIGURA 10 – Mapa de destaque das regiões selecionadas.	27
FIGURA 11 – Mapa de localização das Bacias Hidrográficas de Nova Lima.	30
FIGURA 12 – Indicação das áreas na região R2.	32

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Distância Região/Ponto notável.	28
QUADRO 2 - Considerações/Região Pré-selecionada.....	31
QUADRO 3 – Distância das áreas até o centro de gravidade.	33
QUADRO 4 – Distância das áreas até a via de acesso mais próxima.	33
QUADRO 5 – Distância das áreas até as vias acesso.....	34
QUADRO 6 – Considerações/Área pré-selecionada.....	34
QUADRO 7 – Dados para o cálculo da vida útil do aterro.	35

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APA – Área de Proteção Ambiental
APP – Área de Preservação Permanente.
ARI – Aterro de Resíduos Inertes.
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.
COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental.
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
INMETRO – Sistema Nacional de Metrologia e Normatização e Qualidade Industrial
MMA – Ministério do Meio Ambiente.
NBR – Norma Técnica Brasileira.
PIGRCC – Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
RCC – Resíduos da Construção Civil.
RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte.
SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNUC – Sistema Nacional de Unidade de Conservação
UC – Unidade de Conservação

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Reconhecida como uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico e social, a construção civil gera significativos impactos ambientais pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem e, principalmente, pela geração de resíduos. As cidades brasileiras apresentam processos contínuos de urbanização, tornando a indústria da construção civil responsável pela geração da maior parte da massa de resíduos sólidos urbanos, representando de 50 a 70% da produção de resíduos nas grandes metrópoles brasileiras, de acordo com o documento editado pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA (Brasil, 2007).

Sabe-se que, diante do grande volume de entulho gerado, são necessárias enormes áreas para a disposição final desses resíduos, uma vez que, sua destinação inadequada provoca danos como assoreamento, obstrução e poluição de cursos d'água, poluição visual, contribuição para proliferação de vetores de doenças, dentre outras.

De acordo com Silva Filho (2005), no que se refere aos empreendimentos destinados à atividade de aterramento de resíduos da construção civil – RCC, *“não obstante o crescimento da demanda por novas edificações, observa-se o fim da vida útil de muitos empreendimentos, geralmente projetados para durarem cerca de cinqüenta anos.”*

No Brasil, as políticas públicas voltadas para o gerenciamento desses resíduos são recentes, visto que, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 307, que dispõe sobre os resíduos da construção civil, definindo, classificando e estabelecendo os possíveis destinos finais dos resíduos da construção civil e demolição, além de atribuir responsabilidades para o poder público municipal e também para os geradores de resíduos no que se refere à sua destinação foi instituída no dia 05 de julho de 2002. No âmbito estadual, a Lei nº 18.031 de 12 de janeiro de 2009, dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e, assim como a Resolução CONAMA nº 307, estabelece as diretrizes da gestão dos resíduos sólidos em território mineiro.

Considerando as regulamentações mencionadas, a NBR 15113:2004 estabelece os requisitos mínimos para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção

civil e de resíduos inertes, observando ainda as considerações prescritas em demais normas e na legislação pertinente.

Desta forma, a implantação de aterros, a gestão e o manejo correto de resíduos sólidos inertes e da construção civil se fazem necessários, uma vez que o grande volume gerado pelas áreas em expansão urbana, e a sua disposição inadequada, possibilitam a geração de impactos ambientais negativos, quando estes materiais são dispostos em áreas impróprias, podendo causar o esgotamento prematuro dos equipamentos disponíveis para o aterramento de resíduos sólidos urbanos.

1.2 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo principal propor a localização de um aterro de resíduos inertes e da construção civil no município de Nova Lima, por meio da correlação de mapas temáticos e análise comparativa. E como objetivo específico atribuir uma valoração a fatores que favorecem na escolha da melhor área para implantação do aterro.

2. JUSTIFICATIVA DO ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O município de Nova Lima apresenta, desde a década de 60, um ritmo de ocupação acelerado, que tem como consequência o favorecimento do dinamismo do mercado imobiliário local. Sendo inserido no chamado “Vetor Sul” da Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH (Figura 1), o município é amparado por legislação específica relacionada ao processo de ocupação, em virtude da magnitude das intervenções locais (Costa, 2006).

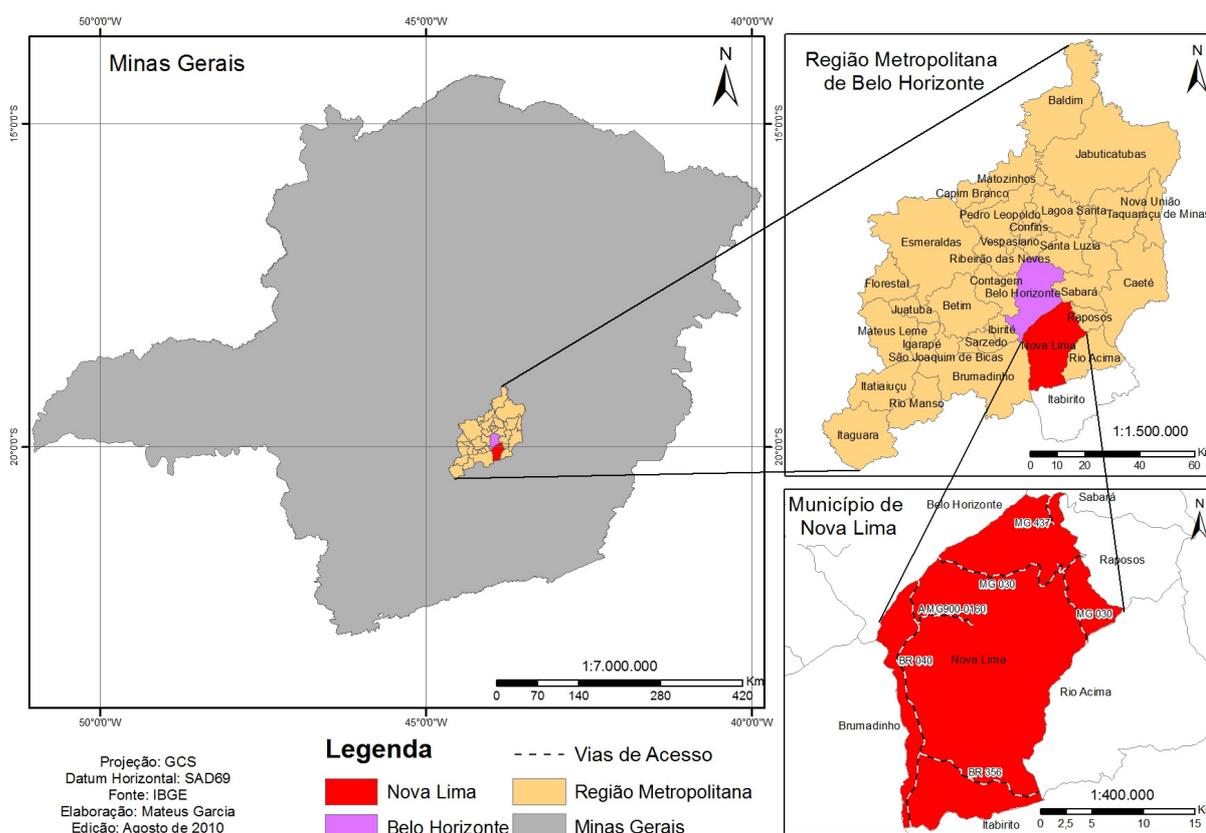


Figura 1 – Localização do Município de Nova Lima.

Fonte: IBGE.

A partir da análise do diagnóstico ambiental do município foram observadas potencialidades que contrastam com as fragilidades identificadas em Nova Lima.

Destacam-se como potencialidades do município:

- Grande potencial turístico: relacionado à variedade dos patrimônios naturais e culturais existentes;
- Detenção dos principais mananciais de água da RMBH: Fechos, Bela Fama e Mutuca;

- Existência de áreas preservadas com alta biodiversidade de flora e fauna: que proporcionam elevado índice de umidade e existem devido ao fato de grande parcela do município pertencer às mineradoras da região;
- Presença de grandes áreas com potencial mineral: atividade responsável por 54% do Produto Interno Bruto (PIB) municipal;
- Possibilidade de implantação de empreendimentos imobiliários;

Dentre as fragilidades municipais identificadas no estudo ambiental, ressalta-se:

- Grande disparidade social entre a sede municipal e os condomínios;
- Áreas dispersas e mal articuladas pelo sistema viário;
- Solos frágeis, relevo acidentado susceptível à erosão e aos impactos decorrentes da crescente ocupação urbana;
- Pouca diversificação das atividades econômicas.
- Carência de locais para a disposição dos resíduos gerados durante a implantação de empreendimentos imobiliários.

O município de Nova Lima possui clima classificado como Cwb, segundo Köppen, caracterizado por invernos secos e frios, com precipitações e temperaturas baixas, e verões quentes e úmidos. Durante os meses com maiores índices pluviométricos os sistemas de drenagem urbana e vias de tráfego são prejudicados por resíduos carreados pelas águas pluviais, principalmente, devido à ausência de gerenciamento de resíduos sólidos nos empreendimentos imobiliários, podendo causar assoreamento de corpos de água importantes para o abastecimento público de água e geração de energia.

A vegetação típica da região é representada pelo ecótono dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, devido às características geográficas e climáticas do município. A Mata Atlântica é protegida pela Lei Federal Nº11.428, de 22 de dezembro de 2006, e está associada à cobertura vegetal dos fundos de vale e possui significativa biodiversidade. Os empreendimentos imobiliários utilizam a paisagem como um argumento de valorização dos imóveis, com a proposta de uma excelente qualidade de vida, além da proximidade de Belo Horizonte, podendo haver por parte dos empreendimentos, além do exigido pelo licenciamento

ambiental, um cuidado com o tratamento dos elementos que compõem estes cenários, ricos quanto a corpos de água, flora e fauna locais.

Em atenção à intensidade da ocorrência de empreendimentos imobiliários no município de Nova Lima-MG, a proposta de um local para a disposição adequada dos resíduos gerados pela atividade, apresenta-se como uma alternativa coerente à realidade do município, que atualmente conta com apenas um local regularizado para a disposição dos resíduos, segundo a Prefeitura Municipal de Nova Lima (2009), que fica localizado no distrito de Honório Bicalho e é administrado pela empresa privada CONSPAR Engenharia Ltda.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para o presente trabalho foram analisadas a Resolução CONAMA nº307, de 05 de julho de 2002, a Lei Estadual nº18.031, de 12 de janeiro de 2009, e a Lei Municipal nº2007, de 28 de agosto de 2007, que tratam da gestão de resíduos sólidos inertes e da construção civil e são detalhadas a seguir.

3.1 Resolução CONAMA Nº307/2002

Diante da necessidade da implantação de políticas públicas para o gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – RCC foi aprovada em 05 de julho de 2002 a Resolução CONAMA nº 307, a qual estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias para minimizar os impactos ambientais causados. Neste sentido, definiu responsabilidades e deveres para os geradores desses resíduos diante da obrigação de implantarem Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PIGRCC pelos municípios de todo o país e o Distrito Federal.

Para efetivo desta Resolução, os RCC são classificados como:

I. Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;*
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;*
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;*

II. Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III. Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV. Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Quanto aos geradores de RCC, a resolução determina a adoção, sempre que possível, de medidas que diminuam a geração de resíduos, bem como sua reutilização ou reciclagem, segregação e destinação final ambientalmente correta (fora de áreas como os aterros domiciliares, “bota fora”, encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei).

“A natureza desses resíduos e as características dos agentes envolvidos no seu manejo requerem que tais políticas sejam dotadas de caráter específico, cabendo ao poder público, nesse caso, uma participação preferencialmente voltada à regulamentação e disciplinamento das atividades e aos agentes geradores privados o exercício de suas responsabilidades pelo manejo e destinação dos resíduos gerados em decorrência de sua própria atividade, à luz dessa regulamentação.” (Pinto & Gonzáles - 2005)

Quanto às diretrizes, a Resolução CONAMA nº 307 define que, por meio do PIGRCC os municípios e o Distrito Federal devem desenvolver e implementar políticas que coincidam com a realidade local, estabelecendo processos de licenciamento de áreas para beneficiamento e disposição de resíduos, além da regulamentação quanto à proibição de destinação de áreas não licenciadas, dentre outros. Cabe ressaltar que, o PIGRCC tem um papel disciplinador, o qual deve incorporar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de forma a criar um conjunto de agentes que orientem, disciplinem, expressem e estabelecem diretrizes técnicas e procedimentos para a gestão adequada dos RCC.

Diante do exposto, as ações devem ser direcionadas em atendimento aos seguintes objetivos:

- Destinação adequada dos grandes volumes;
- Preservação e controle das opções de aterro;
- Disposição facilitada de pequenos volumes;
- Melhoria da limpeza e da paisagem urbana;
- Preservação ambiental;
- Incentivo às parcerias;

- Incentivo à presença de novos agentes de limpeza;
- Incentivo à redução de resíduos na fonte;
- Redução dos custos municipais.

3.2 Lei Estadual N°18.031

A Lei Estadual n° 18.031, de 12 de janeiro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, estabelece os princípios, as diretrizes, os objetivos e os instrumentos desta política, além de atribuir obrigações aos geradores de resíduos sólidos no Estado. Ressalta-se que, a referida Lei está em consonância com as normas homologadas pelos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, do Sistema Nacional de Metrologia e Normatização e Qualidade Industrial – INMETRO e da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Com o intuito de atribuir uma destinação final ambientalmente adequada, a referida lei determina que os resíduos devam ser classificados quanto à natureza – Classe I (perigosos) ou Classe II (IIA – não perigosos e não inertes ou IIB – não perigosos e inertes) e quanto à origem (geração difusa ou determinada). A lei determina ainda que os geradores de resíduos são responsáveis pela sua gestão, desde a separação e coleta de acordo com as classes e características, acondicionamento, identificação e apresentação de resíduos para coleta em conformidade com as normas pertinentes bem como o transporte, tratamento e disposição final ambientalmente correta.

Importante citar que, tornou-se proibido a destinação de resíduos “in natura” a céu aberto, lançamento e/ou disposição em lagoa, cursos de água, área de várzea, cavidade subterrânea ou dolina, terreno baldio, poço, cacimba, rede de drenagem de águas pluviais, galeria de esgoto, duto condutor de eletricidade ou telefone, mesmo que abandonados, em área sujeita a inundação e em área de proteção ambiental integral.

Um importante instrumento instituído por esta lei refere-se à logística reversa, que compreende o conjunto de ações e procedimentos destinados a facilitar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos aos geradores, para que sejam tratados ou reaproveitados em seu próprio ciclo produtivo ou no ciclo produtivo de outros produtos.

3.3 Lei Municipal N°2007

A Lei Municipal nº. 2007, de 28 de agosto de 2007, que dispõe sobre o Plano Diretor de Nova Lima, estabelece diretrizes gerais para a gestão de resíduos sólidos no município. O Plano Diretor é um instrumento de caráter estratégico, que visa integrar o processo de planejamento e controle da gestão municipal.

Os objetivos ligados à política de resíduos sólidos no município são abordados na Seção VIII, onde no Art.75º são mencionados os resíduos sólidos inertes e de construção civil, e de acordo com o exposto no Inciso IV o município define como estratégia para a política dos resíduos sólidos:

“IV. Reservar áreas para a implantação de novos aterros sanitários e de resíduos inertes de construção civil no Plano Diretor de Resíduos Sólidos;” (Lei Municipal nº2007)

Embora tenham sido abordados apenas os aspectos legais relacionados ao gerenciamento dos resíduos, nos itens posteriores será apresentada a legislação aplicável a cada procedimento de escolha das áreas, visando o melhor entendimento e julgamento dos temas tratados.

4. METODOLOGIA

O trabalho foi estruturado em duas etapas: identificação de áreas disponíveis para implantação do aterro de resíduos inertes (ARI) com uma coleção de mapas temáticos produzidos no *software* ArcGIS e a escolha da área onde será proposto o empreendimento usando se o método de ponderação.

Os fatores de ponderação indicam se é possível aumentar ou reduzir a importância de determinados critérios relacionados às áreas onde existe potencial para implantação do ARI. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) usa abordagem sistêmica de ponderação de impactos ambientais para identificação de áreas aptas a atividades rurais.

Para melhor entendimento do estudo de identificação da área para implantação do aterro de resíduos inerte, foi elaborado um fluxograma sintetizando o processo e as etapas realizadas até obter o resultado final. Figura 2.

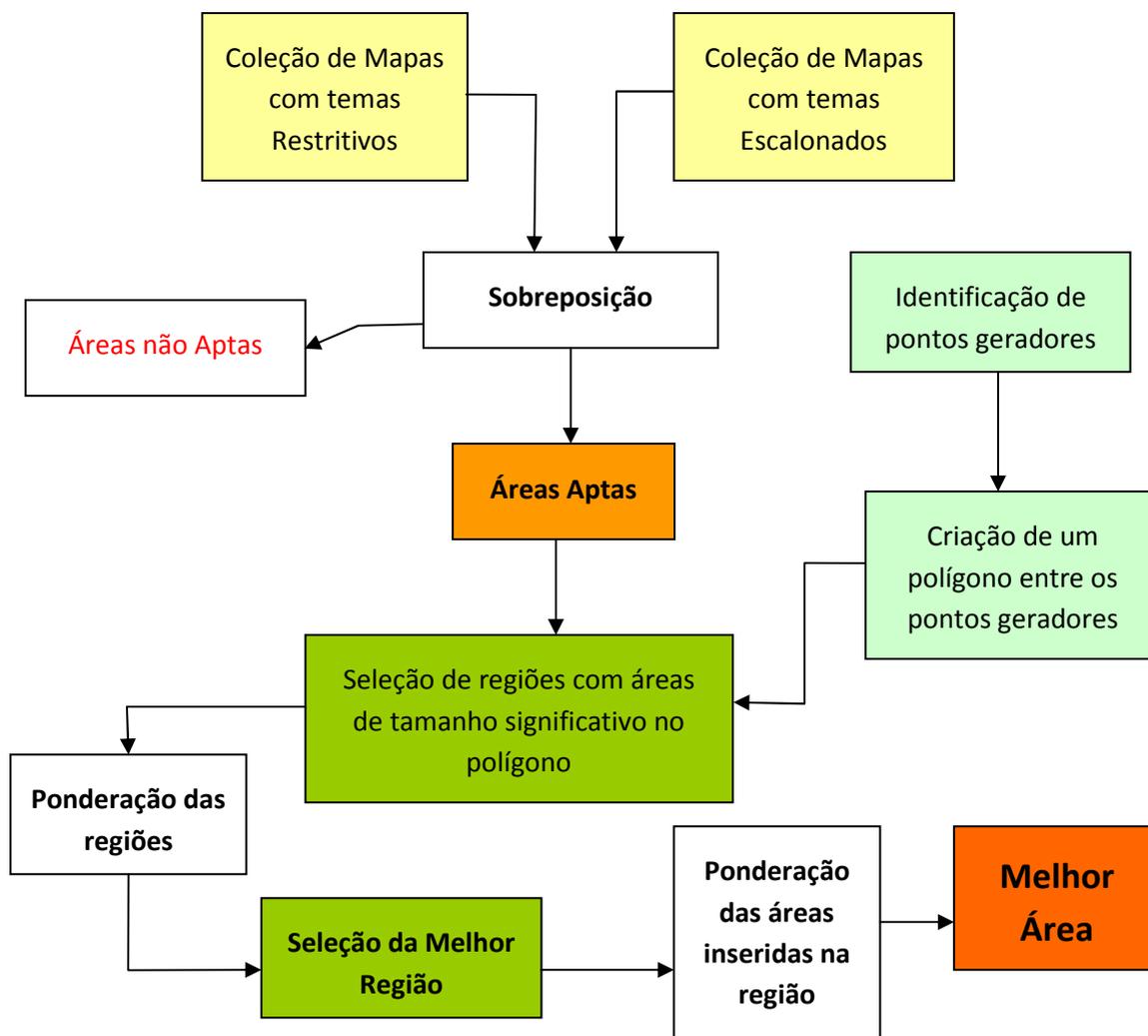


Figura 2 – Representação esquemática da identificação da área do aterro.

A determinação de possíveis áreas para a implantação do aterro foi precedida pela elaboração de mapas temáticos, amparando a legislação ambiental vigente e aptidão de áreas, onde a correlação estabeleceu se a partir dos critérios ambientais pré-definidos para eliminação de áreas desfavoráveis a implantação do empreendimento. Os mapas foram elaborados com a utilização do *software* de geoprocessamento ArcGIS, onde a sobreposição de *layers* possibilitou a análise dos aspectos relevantes para a determinação de áreas adequadas para a intervenção proposta.

Uma vez cumprida a primeira etapa do trabalho obteve-se informações específicas sobre as áreas pré-selecionadas, que auxiliaram na elaboração e análise de uma matriz comparativa. A matriz contempla parâmetros pertinentes à natureza do local e a atividade proposta, que possibilitaram a escolha da melhor localização do aterro.

4.1. Identificação de áreas disponíveis para a implantação do aterro

4.1.1 Critérios restritivos à implantação do aterro

A escolha de um local para a implantação do aterro envolve a observação de impedimentos legais, principalmente aqueles relacionados ao tipo de uso e ocupação da área, como questões ambientais e de propriedade das áreas. Dessa forma, surgem critérios restritivos, que foram observados a fim de verificar a viabilidade do empreendimento em determinadas áreas. São critérios restritivos à implantação do aterro aqueles que limitam as análises em determinadas regiões, caracterizando-as como aptas ou não aptas.

A seguir são detalhados os critérios restritivos considerados para a identificação da área do aterro, que foram: a localização de áreas de vegetação preservada, unidades de conservação, áreas de preservação permanente e localização de minerações.

4.1.1.1 Áreas de vegetação preservadas

Nova Lima é um município que apresenta poucos remanescentes de floresta nativa, mantém características próximas às originais, com alto índice de biodiversidade e endemismo, apesar de apresentarem-se em pequenas extensões e com baixo grau de conectividade (SEMAD, 2009).

O Bioma Mata Atlântica, que é composto por formações florestais nativas e ecossistemas associados, apresenta-se com um critério de restrição à escolha de áreas para a localização do aterro em função do definido pela Lei Federal N°11. 428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e preservação da Mata Atlântica. De acordo com o Artigo 12 da Lei, empreendimentos cuja implantação implique no corte ou supressão de vegetação da Mata Atlântica deverão ser, preferencialmente, locados em áreas já alteradas ou degradadas. Sendo possível segundo exposto na Lei, somente a implantação de empreendimentos que desenvolvam atividades de utilidade pública ou interesse social, conforme definido na Resolução CONAMA N° 369, de 28 de março de 2006.

Entre as formações vegetais presentes no município o Cerrado, com seus ecossistemas associados, cobrem de uma porção significativa de toda a área vegetada do município. Embora a legislação seja menos restritiva que aquela que regulamenta os usos na Mata Atlântica, o Cerrado é um bioma com biodiversidade significativa, sendo algumas espécies, tal como o Pequi (*Caryocar brasiliense*), imunes de corte e consideradas como de preservação permanente (Lei Estadual N°17.682, de 25 de julho de 2008).

A fim de manter as características das formações vegetais no município, dada a importância da conservação para a continuidade de ciclos biológicos e físicos, e o disposto na legislação, gerou-se o mapa da Figura 3 que localiza as áreas de vegetação preservada, onde estas são consideradas como áreas não disponíveis para a locação do aterro e as demais áreas como possíveis áreas para a implantação do empreendimento.

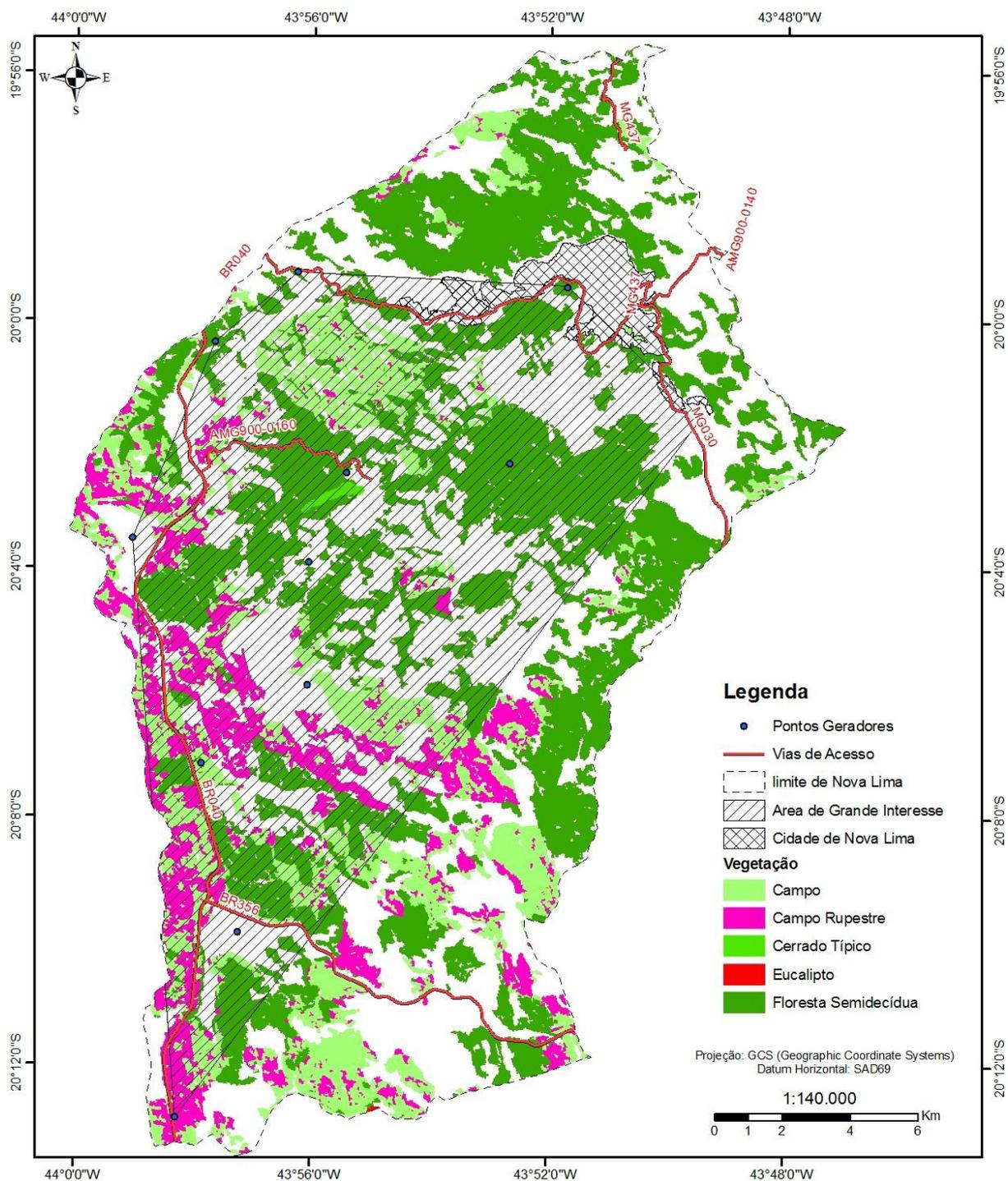


Figura 3 – Mapa de vegetação preservada no município de Nova Lima.
 Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Nova Lima, Instituto Estadual de Floresta, IEF.

4.1.1.2 Áreas de Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação (UC's) são áreas de proteção de recursos naturais instituídas pelo Poder Público, com a finalidade de conservar características ambientais relevantes,

conforme regulamentado pela Lei Nº9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidade de Conservação - SNUC.

Os usos permitidos a cada tipo de UC estão relacionados ao tipo de unidade, que se dividem em dois grupos principais:

- ✓ Unidades de Proteção Integral, onde apenas é permitido o uso indireto dos recursos naturais; e
- ✓ Unidades de Uso Sustentável, nas quais os usos são menos restritos e é possível compatibilizar a conservação e o uso sustentável dos recursos ambientais.

Embora haja no município UC's de uso sustentável, onde poderia ser implantado o empreendimento, adotou-se a localização das unidades de conservação como um parâmetro restritivo. Dessa forma, após o mapeamento das UC's e delimitação das mesmas, estas foram definidas como áreas indisponíveis para a localização do aterro, visto a finalidade proposta para as unidades e a disponibilidade de outros locais. Figura 4.

O município de Nova Lima possui 92% de sua área inserida na APA Sul, classificada como uma UC de uso sustentável. Deve ser manejada de forma a assegurar o desenvolvimento de atividades econômicas locais e o bem-estar das populações humanas residentes, dentro de um funcionamento sustentável. Dentre as UC's inseridas no município de Nova Lima, a APA Sul foi uma exceção devido a sua grande extensão e ao alto grau de ocupação urbana.

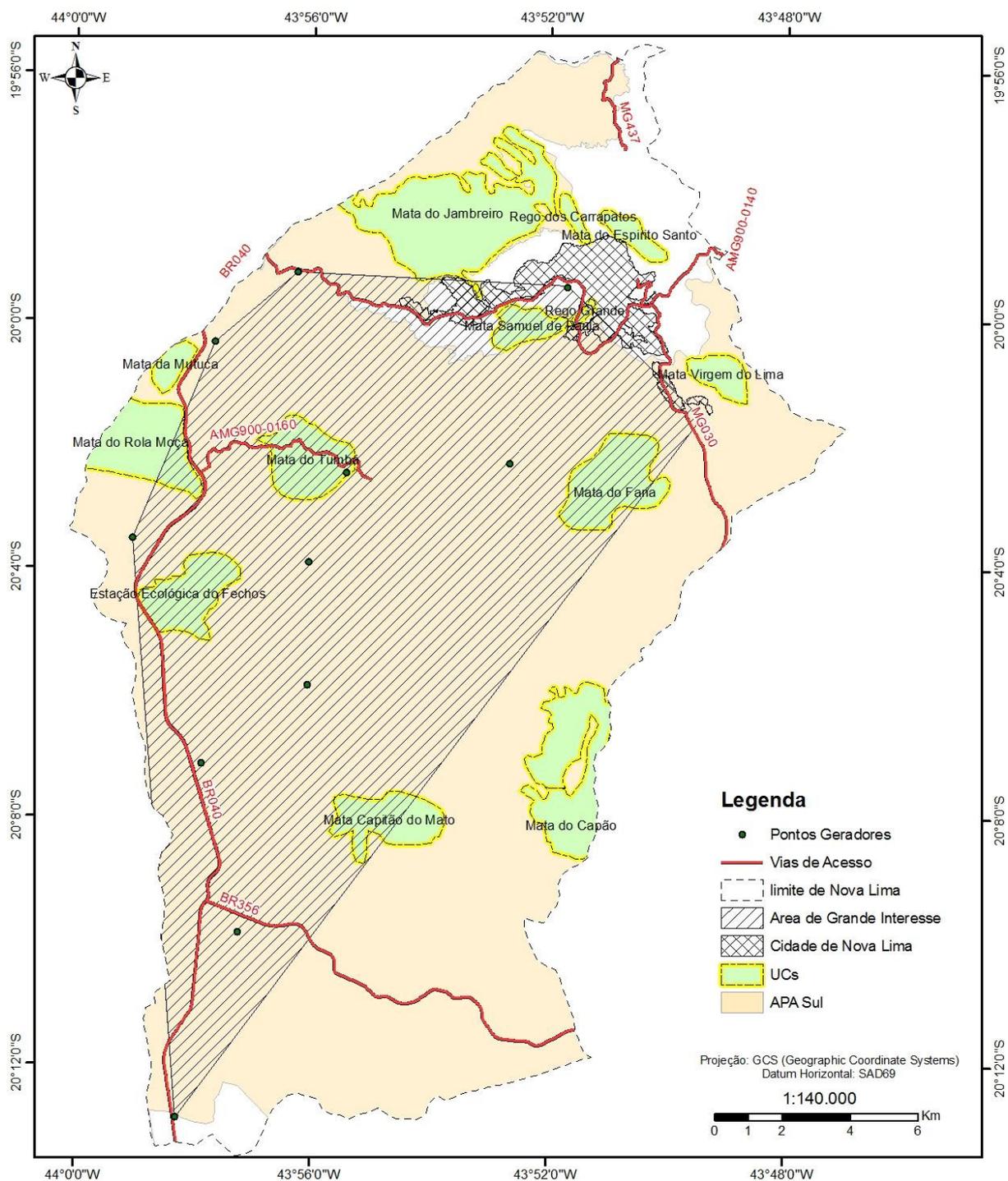


Figura 4 – Mapa de Unidade de Conservação do Município de Nova Lima.
 Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Nova Lima, Instituto Estadual de Floresta, IEF.

4.1.1.3 Áreas de APP (área de preservação permanente)

As áreas de preservação permanente são áreas protegidas nos termos da Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal brasileiro, e cujos limites e definições são determinadas na Resolução CONAMA Nº 303, de 20 de março de 2002.

Os locais definidos como APP's no município de Nova Lima foram considerados como não disponíveis para a implantação do aterro, devido à relevância destas áreas para a preservação dos recursos hídricos, proteção dos solos e manutenção da biodiversidade, conforme disposto no Código Florestal, que ainda define que:

"A supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto." (Lei N°4.771. Art.14)

O mapa da Figura 5 que exibe as APP's no município contempla aquelas existentes às margens dos corpos de água, topos de morro e áreas com declividade acima de 45°, sendo as demais áreas definidas como aptas à implantação do empreendimento.

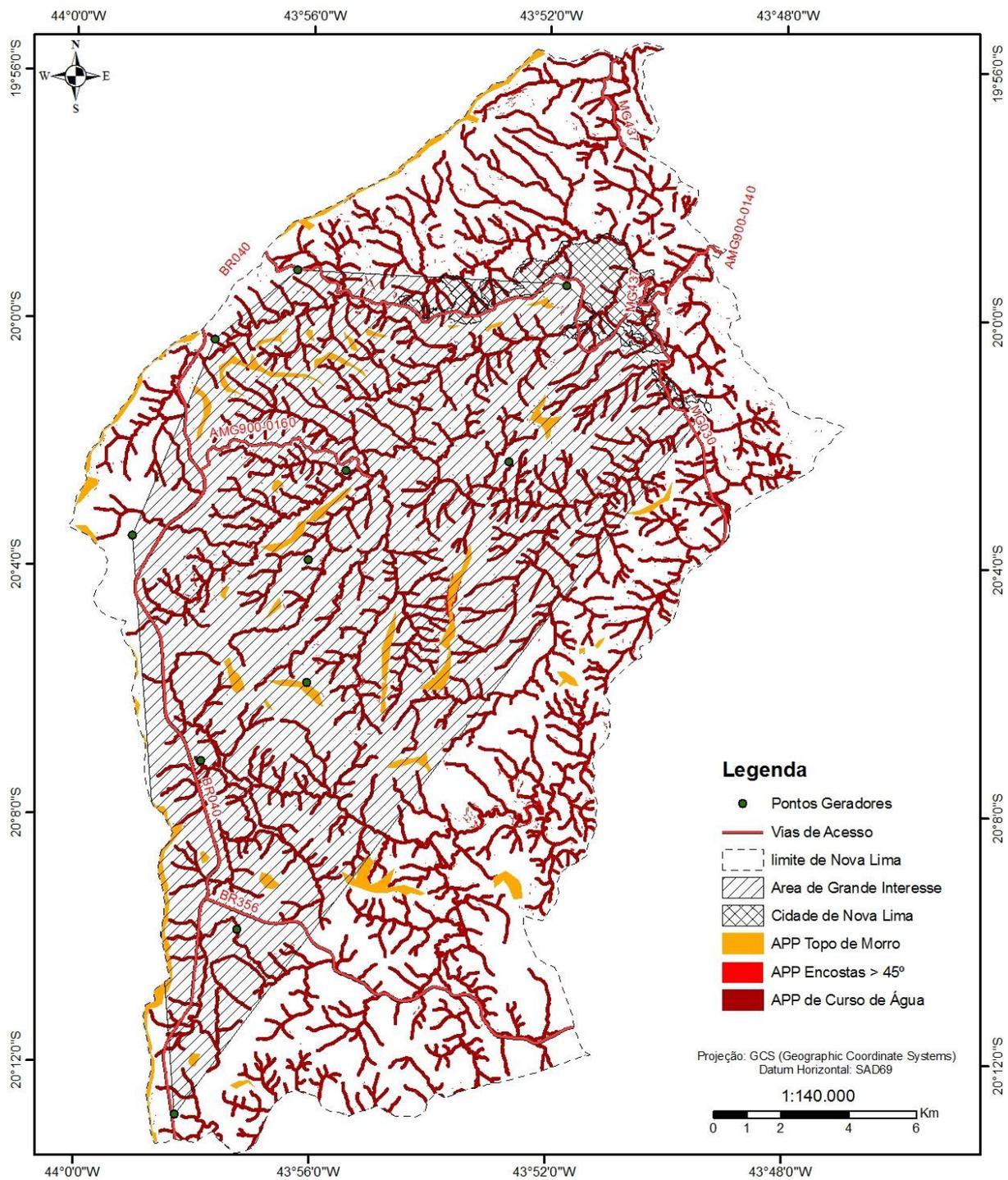


Figura 5 – Mapa de Áreas de Preservação Permanente de Nova Lima.
Fonte: SMM-NL, Instituto Estadual de Floresta, IEF.

4.1.1.4 Áreas de mineração

A atividade minerária apresenta-se como uma das principais atividades econômicas do município, compondo o setor secundário que representa aproximadamente 54 % do PIB municipal.

Por se tratarem de extensas áreas particulares e de grande interesse econômico, realizou-se o mapeamento da localização de tais empreendimentos, a fim de definir as áreas com esse tipo de uso como impróprias para a implantação do aterro. Figura 6.

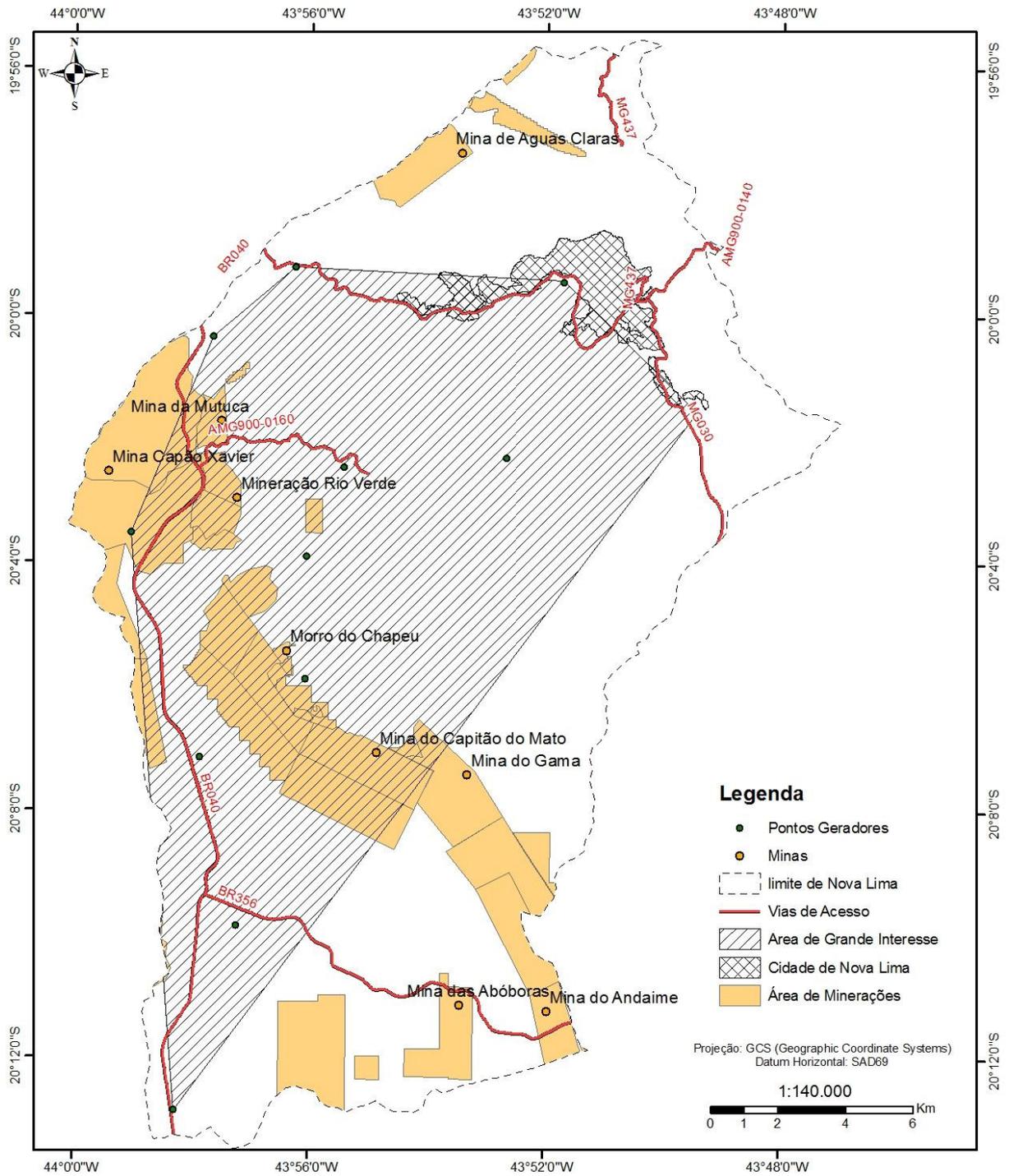


Figura 6 – Mapa de localização de minerações em Nova Lima.
Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Nova Lima, Instituto Estadual de Floresta, IEF.

4.1.2 Critérios escalonados (aptidão) restritivos à implantação do aterro

A implantação do empreendimento deve contemplar, além das restrições de natureza legal, os fundamentos técnicos relacionados à natureza da atividade. Os critérios escalonados (ou de aptidão) são aqueles que definem algum grau de aptidão para as áreas disponíveis à implantação do aterro. Por outro lado, têm a função de realçar ou diminuir a relevância de um parâmetro naqueles locais fora das restrições absolutas. A partir da caracterização e mapeamento dos itens citados, os temas gerados são sobrepostos a fim de eliminar as áreas que apresentassem impedimento técnico à implantação do aterro.

Nesta etapa do trabalho, consideram-se como critérios escalonados a inclinação do terreno e a localização das macrozonas definidas pelo Plano Diretor do município.

4.1.2.1 Macrozonas municipais

De acordo com a Lei Municipal nº2007, que estabelece o Plano Diretor de Nova Lima, o município se divide em três macrozonas:

- Macrozona de Adensamento Urbano (MZAU), que compreende todo o perímetro urbano (área urbanizada);
- Macrozona de Expansão Urbana (MZEU), áreas compreendidas fora dos limites do perímetro urbano e que não possuem nenhuma relevância para as explorações agrícola, pecuária, extrativas vegetais, florestais ou agroindustriais; e
- Macrozona de Utilidade Rural (MZUR), que abrange áreas além do perímetro urbano e apresentam potencial para o desenvolvimento de atividades de explorações agrícola, pecuária, extrativas vegetais, florestais ou agroindustriais.

Para fim de seleção de áreas aptas à realização do empreendimento podem ser consideradas aquelas situadas nas macrozonas de utilidade rural e de expansão urbana, devido ao caráter de atividade de utilidade pública e de interesse social do empreendimento proposto. Contudo, a macrozona de utilidade rural possui a alternativa de zoneamentos específicos, tais como a Zona Especial de Uso Sustentável – ZEUS e Zona Especial de Proteção Ambiental - ZEPAM, e possui, portanto, menor aptidão à implantação do aterro, visto a possibilidade de usos mais nobres da área.

A macrozona de expansão urbana, conforme definido no Plano Diretor, apresenta a possibilidade de usos residenciais, comerciais e industriais. Esta macrozona possui maior aptidão para a implantação do aterro, uma vez que nela estarão localizadas as fontes geradoras de resíduos e, segundo o zoneamento do Plano Diretor, não há viabilidade para atividades relacionadas à utilização direta dos recursos naturais locais.

Embora haja o zoneamento detalhado de cada macrozona do município, estes não serão considerados no presente trabalho vista a metodologia aplicada e possíveis questionamentos quando a determinação dessas zonas.

Para efeito de realização do trabalho foi gerado o mapa da Figura 7 que demarca a macrozona de expansão urbana, a qual possui maior aptidão das três macrozonas do município de Nova Lima.

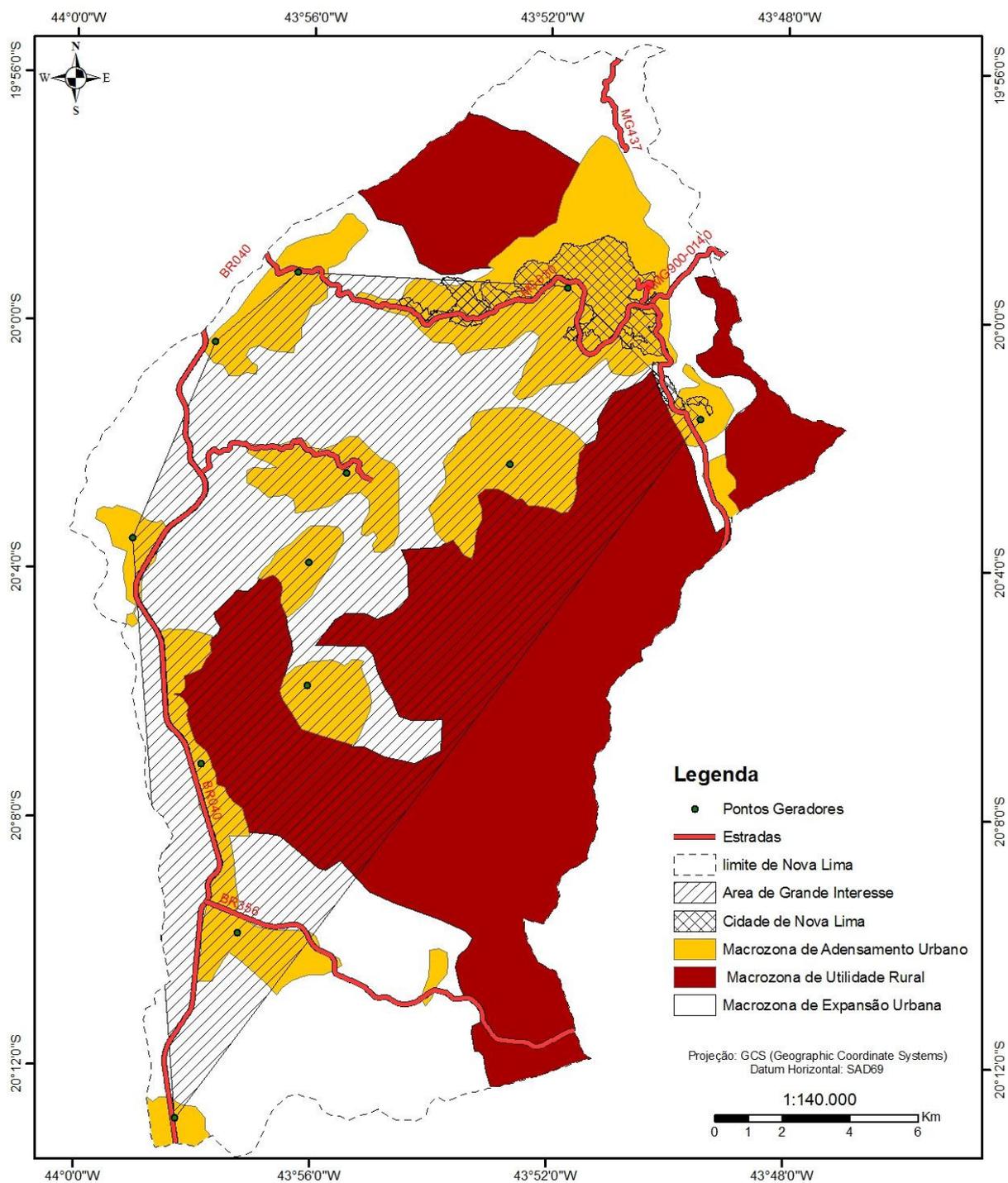


Figura 7 – Mapa de localização das macrozonas de Nova Lima.

Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Nova Lima, Instituto Estadual de Floresta, IEF.

4.1.2.2 Declividade do terreno

De acordo com Weber & Hasenack, as baixas declividades favorecem a operação do aterro, devido à movimentação de resíduos e solos, além de oferecer condições menos críticas aos sistemas de drenagem.

Dessa forma, por este estudo se tratar de uma determinação prévia de áreas adequadas à implantação do aterro, adotou-se como faixa ótima de declividade, aquela situada entre valores de 5° a 15°, visto que uma amplitude mais restritiva não representaria alterações relevantes quanto às características do terreno. Figura 8.

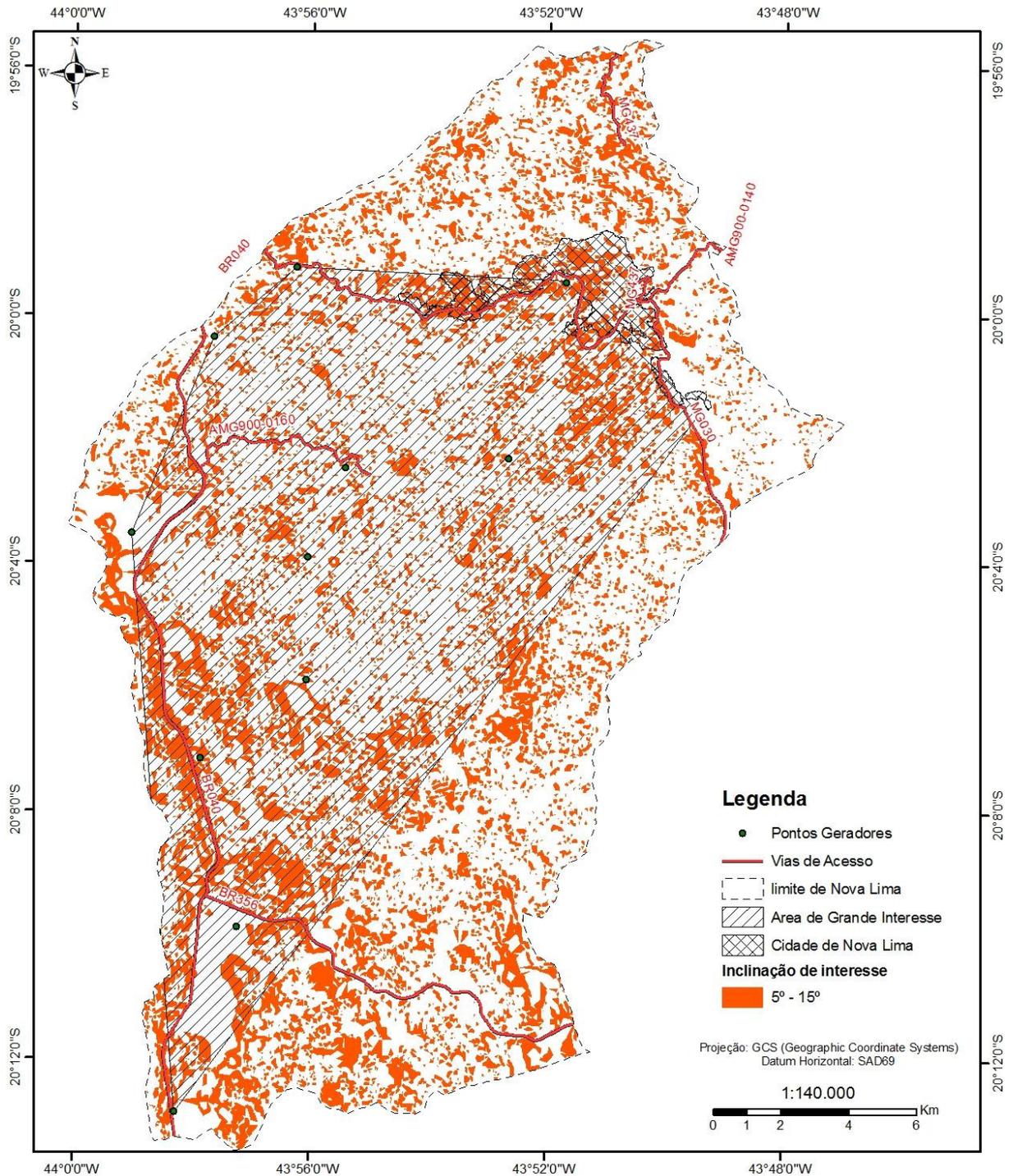


Figura 8– Mapa de inclinação de interesse.

Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Nova Lima, Instituto Estadual de Floresta, IEF.

Uma vez analisados todos os critérios e mapeadas todas as informações apresentadas, os diversos *layers* foram sobrepostos dando origem a um mapa Figura 9.

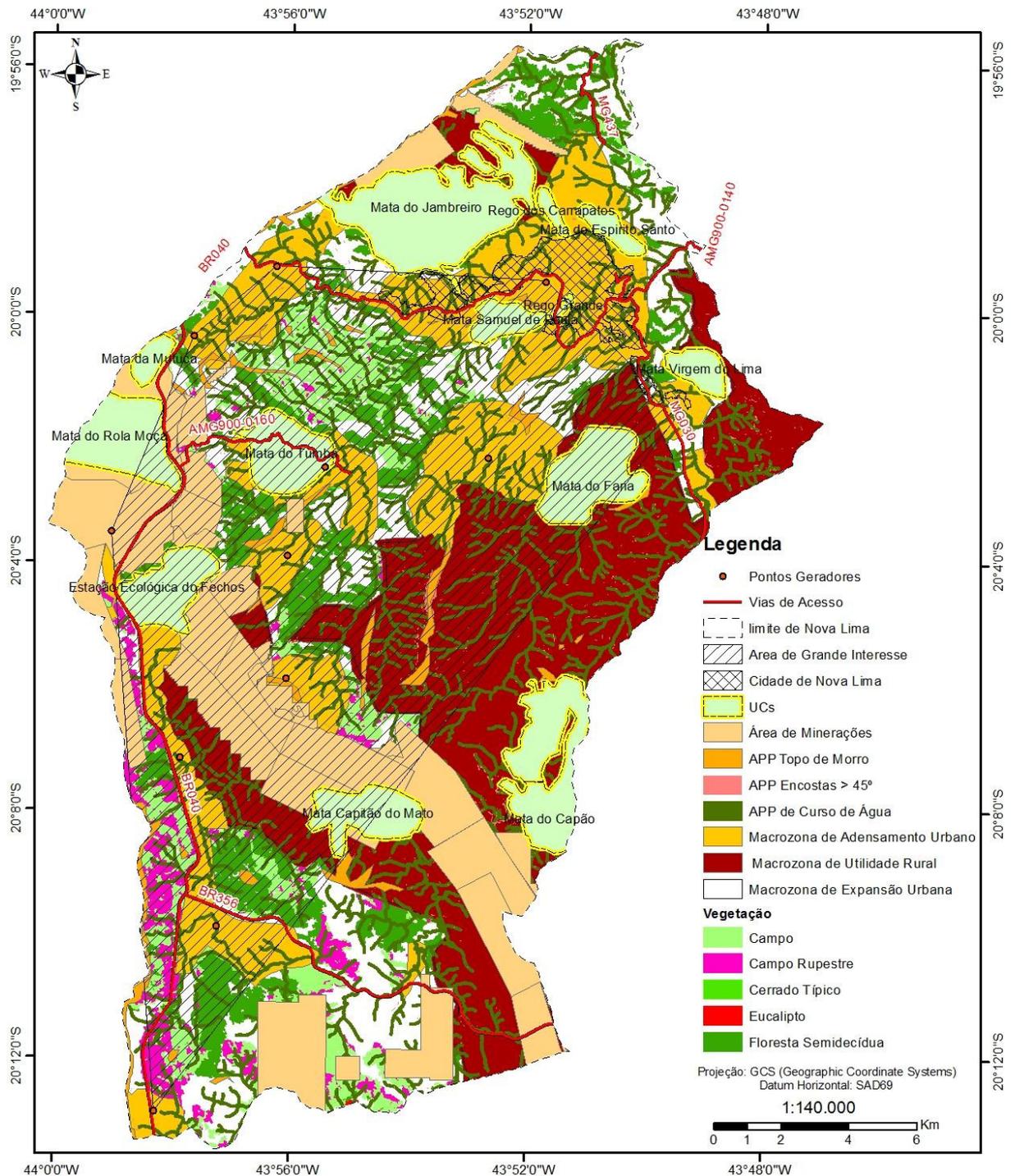


Figura 9 – Mapa de sobreposição de *Layers*.

Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Nova Lima, Instituto Estadual de Floresta, IEF.

4.2 Escolha da área para a implantação do aterro

A partir da análise do mapa da Figura 9 que apresenta a sobreposição dos diversos layers considerados, foi identificada uma quantidade relevante de áreas aptas à implantação do aterro, distribuídas ao longo do território do município. Dessa forma, foi realizada uma inversão das cores para ressaltar as áreas aptas à implantação do empreendimento proposto, as quais se apresentam na Figura 10 de cor laranja.

Como alternativa à redução das áreas aptas a receberem o aterro, foi estabelecido um critério de aptidão relacionado à localização das fontes geradoras de resíduos inertes e da construção civil. Foram considerados como produtores de resíduos os loteamentos em fase de implantação no município de Nova Lima (Figura 10), já que estudos demonstram que a massa de resíduos, originada durante os processos construtivos, chega a atingir percentual significativo em relação à massa total dos resíduos sólidos urbanos produzidos em um município (Prefeitura Municipal de Três Lagoas – MS. 2009).

Os loteamentos considerados como produtores estão distribuídos em diversas áreas do município de Nova Lima. Na porção sul se encontra os loteamentos Vale do sol e Alphaville, nas regiões noroeste estão os loteamentos de maior proximidade a Belo Horizonte, o Vila Castelo, Vila da Serra e Jardim Canadá, na parte central do município os condomínios Jardim de Petrópolis e Morro do Chapéu, e por ultimo, alguns loteamentos que se encontra nas marginais da cidade de Nova lima e no distrito de Honório Bicalho. Os loteamentos de Nova Lima principalmente os em crescimento - mencionados acima - são reflexo da nova expansão da região metropolitana em Belo Horizonte (COSTA, 2006).

Posteriormente a localização dos loteamentos, foi delimitado um polígono circunscrito nos pontos sobrepostos aos loteamentos em fase de implantação no município. O polígono foi determinado como perímetro de interesse, por abranger os focos geradores dos resíduos de interesse, restringindo significativamente a porção do município apta a receber o empreendimento. Também, foi calculado o ponto notável do polígono no *software ArcGIS* para identificar o centro de gravidade, de igual obséquio aos pontos geradores. Dentre os locais disponíveis foram selecionadas três regiões, destacadas na Figura 10, que concentram áreas aptas à finalidade proposta.

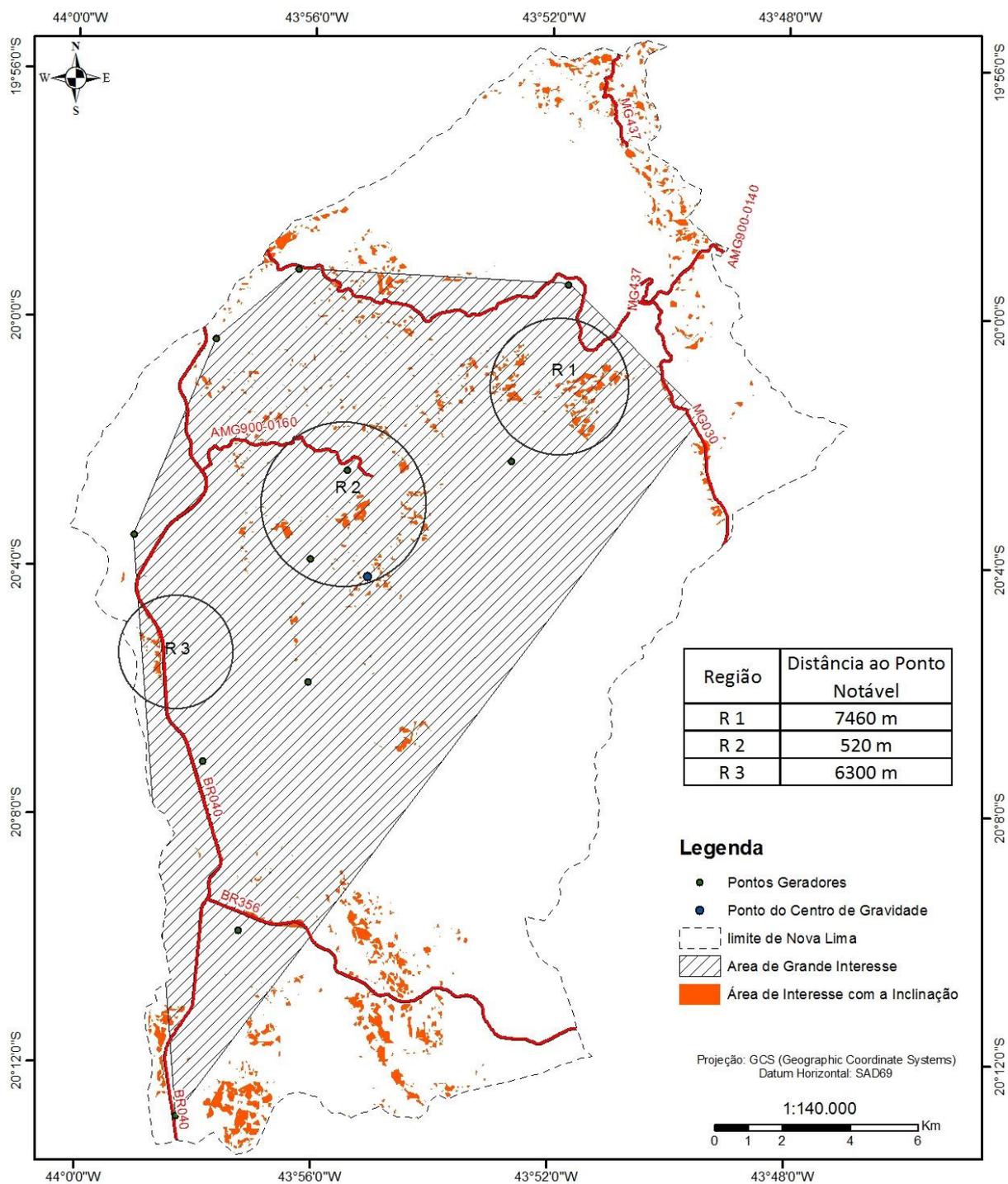


Figura 10 – Mapa de destaque das regiões selecionadas.

Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Nova Lima, Instituto Estadual de Floresta, IEF.

4.2.1 Determinação da região para a implantação do aterro

As regiões R1, R2 e R3 definidas a partir dos critérios restritivos, foram analisadas em relação à distância das fontes geradoras de resíduos, localização dentro do perímetro de interesse,

disponibilidade de vias de acesso e a presença de sistema de captação/tratamento de água nas sub-bacias hidrográficas em que estão inseridas.

4.2.1.1 Posição de fontes geradoras

O posicionamento das fontes geradoras dos resíduos é um critério relevante, uma vez que está relacionado à viabilidade econômica do empreendimento, principalmente devido aos custos de transporte dos resíduos.

Foram considerados como fontes geradoras os loteamentos aprovados ainda em fase de implantação, já que estudos demonstram que a massa de resíduos, originada durante os processos construtivos, chega a atingir percentual significativo em relação à massa total dos resíduos sólidos urbanos produzidos em um município (Prefeitura Municipal de Três Lagoas - MS).

Para o estabelecimento de um fator comum para a medição das distâncias dos loteamentos até as áreas de interesse fez-se necessária a determinação do ponto notável, como já citado, ele está representando o posicionamento comum central das fontes geradoras de resíduos. Dessa forma foi definido como ponto notável - de cor azul -, localizado no centro de gravidade do polígono (perímetro de interesse) apresentado na Figura 10.

A partir das medições foram obtidos os resultados do Quadro 1:

Quadro 1 - Distância Região/Centro de Gravidade.

<i>Região</i>	<i>Distância Região / Centro de Gravidade (km)</i>
R1	8,55
R2	2,40
R3	5,60

4.2.1.2 Disponibilidade de vias de acesso

A existência de vias de acesso que possam atender o local de disposição dos resíduos é essencial, visto que os gastos com a infra-estrutura de suporte ao empreendimento são significativos, bem como os impactos decorrentes dessas intervenções.

Foram consideradas as rodovias federais e estaduais que atravessam o município e as vias que compõem a malha urbana, e observou-se que as três regiões selecionadas são servidas por algum tipo de via de trânsito.

A região R1 está localizada na porção norte do município e está próxima a MG-030, que passa pela sede municipal. A MG-356 possibilita o acesso à porção central do município onde está localizada a região R2. A terceira região selecionada, que se localiza na parte centro-oeste do território municipal, é atendida pela BR-040.

Tendo em vista que todas as regiões selecionadas são atendidas satisfatoriamente por vias de trânsito, e que estas se encontram em boas condições e com infra-estrutura capaz de suportar o tráfego de veículos pesados, o critério de seleção pela disponibilidade de vias de acesso não restringiu o uso de nenhuma das regiões selecionadas.

4.2.1.3 Bacias hidrográficas relevantes

O município de Nova Lima está inserido na Bacia Hidrográfica do rio das Velhas, sendo drenado por nove sub-bacias do mesmo. A Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA realiza captação de água em três sub-bacias hidrográficas (do córrego Bela Fama, do ribeirão Cardoso e ribeirão Macacos), que foram consideradas de relevante interesse de preservação devido ao tipo de uso, e por serem responsáveis pelo abastecimento de água de aproximadamente 50% da RMBH.

A região R1 está inserida na sub-bacia do córrego Bela Fama e apresenta, portanto, menor aptidão para a implantação do aterro, vista a necessidade manutenção das condições naturais da bacia para o abastecimento de água e os possíveis impactos negativos que podem ser gerados pela implantação do empreendimento. Figura 11.

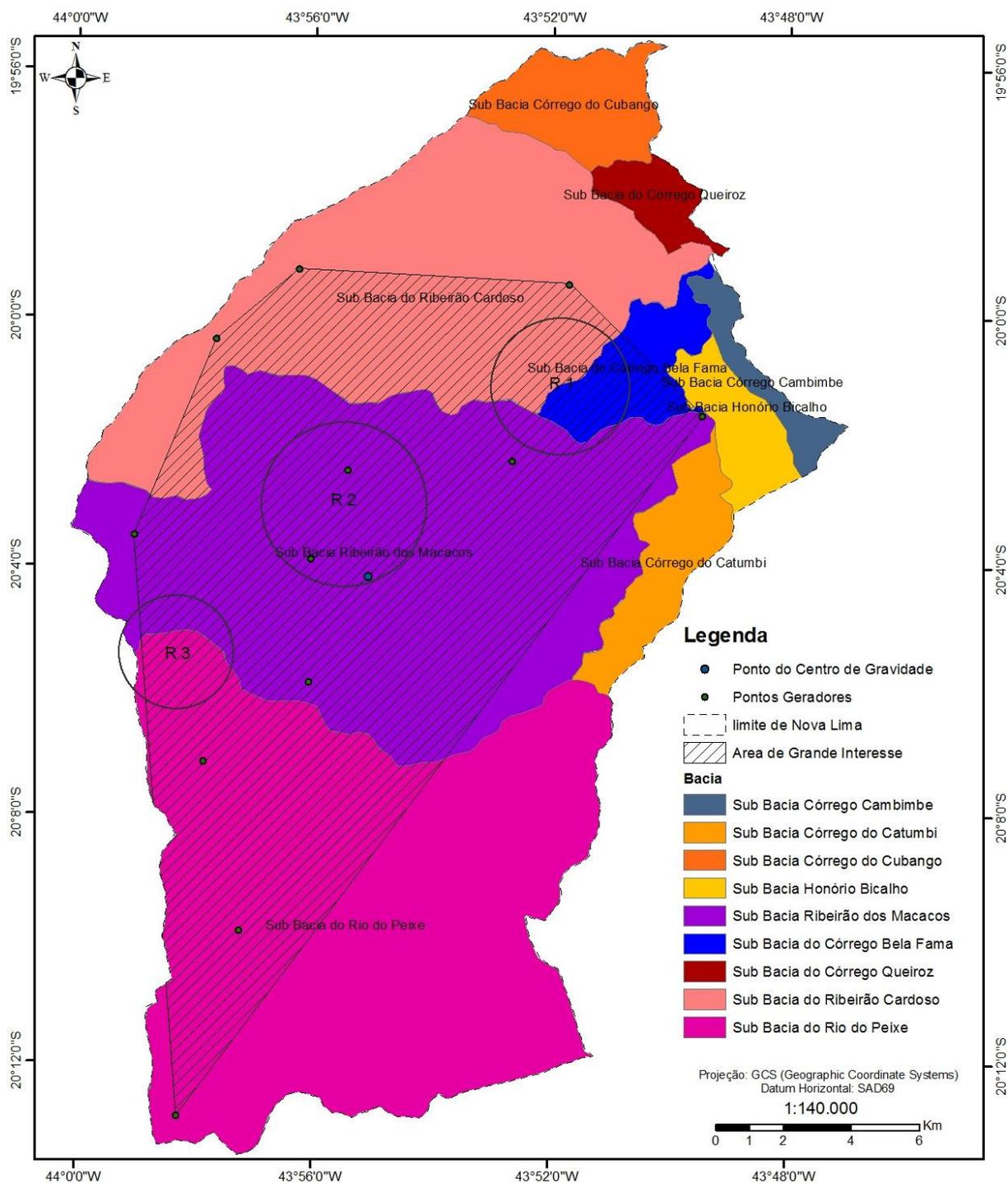


Figura 11 – Mapa de localização das Bacias Hidrográficas de Nova Lima.
 Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Nova Lima, Instituto Estadual de Floresta, IEF.

4.2.1.4 Região selecionada

Embora as regiões R1, R2 e R3 estejam aptas para a implantação do aterro conforme os critérios restritivos, após a análise dos parâmetros escalonados pode-se considerar que a região R2 apresenta-se como a de maior aptidão para receber o empreendimento.

A seguir é apresentado o Quadro 2 com resumo das principais considerações feitas sobre cada uma das três regiões pré-selecionadas.

Quadro 2 - Considerações/Região Pré-selecionada.

<i>Região pré-selecionada</i>	<i>Considerações*</i>		
	<i>Distância da fonte geradora dos resíduos (km)</i>	<i>Disponibilidade de vias de acesso</i>	<i>Sistema de captação/tratamento de água na sub-bacia hidrográfica</i>
R1	8,550	Atendida	Presente
R2	Região mais próxima do ponto notável (2,400)	Atendida	Ausente
R3	5,600	Atendida	Ausente

* Ponto positivo (■) / Ponto negativo (■).

Considerando-se que a região R2 obteve pontos positivos em todos os parâmetros avaliados, esta foi foco de novas análises para escolha da área de implantação do aterro.

4.2.2 Indicação da área para a implantação do aterro

Na última etapa para a indicação da área onde será proposta a implantação do aterro de resíduos inertes e da construção civil considerou-se apenas as maiores áreas localizadas na região R2. Dessa maneira têm-se as áreas indicadas na Figura 12.

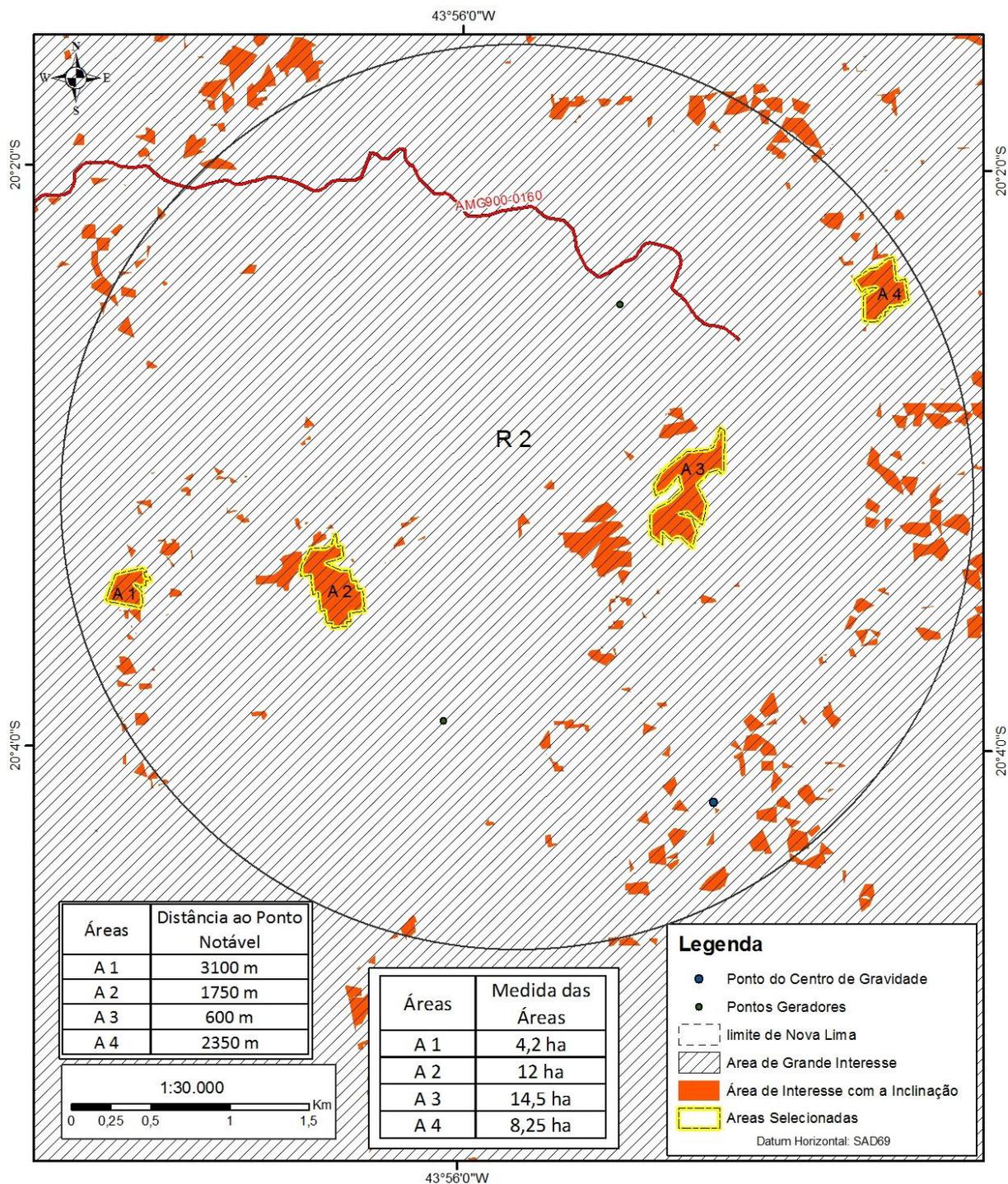


Figura 12 – Indicação das áreas na região R2; (Datum SAD69).

Fonte: Secretaria de Meio Ambiente de Nova Lima, Instituto Estadual de Floresta, IEF.

4.2.2.1 Parâmetros adotados para a seleção da área.

As áreas A1, A2, A3 e A4 foram comparadas nos quesitos, distância ao centro de gravidade do polígono, menor distância linear até as rodovias e tamanho da área, que se refere diretamente à vida útil do aterro, com o intuito de se determinar a melhor área.

Para a seleção da região onde se encontram localizadas as áreas A1, A2, A3 e A4 foi utilizado o polígono formado por meio da interligação dos loteamentos, que será utilizado também como referência para a seleção da melhor área.

Durante a medição das distâncias das quatro áreas até as rodovias (federais ou estaduais) mais próximas não foram consideradas as possibilidades de trajeto, e sim apenas o seu posicionamento geográfico em relação às vias de trânsito.

O tamanho da área é importante para a determinação do cálculo de previsão de vida útil do aterro, portanto, também se torna um elemento que auxiliou na escolha da área.

4.2.2.2 Distância do centro de gravidade do polígono

A localização das áreas A1, A2, A3 e A4 em relação ao centro de gravidade do polígono estão representadas na Figura 12. Dessa forma, pretende-se identificar a área que apresenta a menor distância em relação ao perímetro de interesse, anteriormente determinado

As distâncias lineares entre as áreas selecionadas e o centro de gravidade do polígono são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Distância das áreas até o centro de gravidade.

<i>Áreas</i>	<i>Distância até o centro de gravidade (km)</i>
A1	3,600
A2	2,400
A3	1,950
A4	3,650

4.2.2.3 Distância linear das rodovias

Dentre as rodovias que passam pelo município foram utilizadas nesta etapa apenas a BR-040 e a estrada municipal AMG900-0160. Os resultados das medições das distâncias entre áreas e as vias de acesso são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Distância das áreas até a via de acesso mais próxima.

<i>Áreas</i>	<i>Distância até as vias de acesso (km)</i>
A1	1,50
A2	2,43
A3	0,95
A4	0,92

Embora as distâncias das áreas A3 e A4 até as rodovias sejam as menores, deve-se considerar que as áreas A1 e A2 apresentam as menores distâncias em relação as vias de trânsito abordadas, conforme exposto no Quadro 5.

Quadro 5 – Distância das áreas até as vias acesso.

<i>Áreas</i>	<i>Distância até as vias de acesso (km)</i>		
	<i>BR-040</i>	<i>AMG900-0160</i>	<i>Total</i>
A1	1,50	2,14	3,64
A2	2,56	2,54	5,10
A3	4,60	0,95	5,55
A4	5,75	0,92	6,67

4.2.2.4 Área selecionada

A seguir apresenta-se no Quadro 6 a valoração destes parâmetros, no qual está indicada a área com melhor saldo de pontos. No critério utilizado, quanto melhor a condição em que se encontra a área maior a pontuação que recebe.

Quadro 6 – Considerações/Área pré-selecionada.

<i>Área pré-selecionada</i>	<i>Considerações</i>			
	<i>Distância ao centro de gravidade do polígono (km)</i>	<i>Distância linear até as vias de acesso (km)</i>	<i>Tamanho da área (ha)</i>	<i>Total</i>
A1	3,600	3,64	4,2	7
	2	4	1	
A2	2,400	5,10	12,0	9
	3	3	3	
A3	1,950	5,55	14,5	10
	4	2	4	
A4	3,650	6,67	8,25	4
	1	1	2	

Após contabilizados todos os parâmetros, a área A3 obteve o maior saldo de pontos, sendo escolhida, portanto, como aquela que representa a melhor opção à implantação.

4.2.2.5 Cálculo da vida útil do aterro implantado na área selecionada

Como apresentado no Quadro 7, a área com melhor pontuação foi a A3. Para saber a vida útil dessa área considera-se a quantidade de resíduos aterrados em torno de 50 caminhões por dia,

com base em informações fornecidas pela Prefeitura Municipal de Nova Lima (2010). Assim têm-se os seguintes dados:

Quadro 7 – Dados para o cálculo da vida útil do aterro.

<i>DADOS</i>	<i>QUANTIDADE</i>
Nº de caminhões que chegam ao aterro por dia (N)	50
Capacidade por caminhão (C)	6 m ³ ou 9,0 ton
Peso específico do resíduo (P)	1,5 ton/m ³ *
Altura máxima do aterro (H)	20 m
Área do aterro (A)	145.000 m ² = 14,5 ha

*(Catapreta, Simões & Batista, 2008)

- ✓ Cálculo do volume aterrado por dia: $V_d = [(N \times C) / P] = [(50 \times 9) / 1,5] = 300 \text{ m}^3$
- ✓ Cálculo do volume máximo aterrado: $V_t = (H \times A) = (20 \times 145000) = 2900000 \text{ m}^3$
- ✓ Cálculo da vida útil: $[V_t / (V_d \times 365)] = [2900000 / (300 \times 365)] = \mathbf{26,5 \text{ anos.}}$

A partir do cálculo, a vida útil do aterro a ser implantado na área A3, será de aproximadamente 26,5 anos. Um pouco menos de 26,5 anos se considerarmos que os equipamentos de infra-estrutura tais como vias de acesso internas e iluminação, edificações para administração e locais onde serão reservados para guardar equipamentos que não estão sendo utilizados devem ser descontados do valor da área total.

4.3 Considerações

Dentre as áreas identificadas como aptas à implantação do aterro pela sobreposição dos temas, a área que melhor atendeu a demanda foi a A3. Os critérios utilizados no presente trabalho foram aqueles considerados como de maior relevância para a tipologia do empreendimento proposto, a fim de se eliminar a maior quantidade de áreas inadequadas e realizar o melhor julgamento quanto à aptidão das áreas.

Uma investigação de campo será necessária para o detalhamento da área escolhida, quanto às questões relacionadas à sua situação fundiária e aos tipos de solo presentes. Essa investigação

deve ser realizada em etapa posterior, após aprovação da área indicada pelo órgão municipal, principalmente quanto a questões de cunho político específicas da atual administração.

As informações geográficas utilizadas na realização do presente trabalho foram obtidas no Sistema Integrado de Informação Ambiental – SIAM e do Diagnóstico Ambiental do Município de Nova Lima, que compõe o Plano Diretor municipal, datado de 2006.

O tipo de estudo proposto no presente trabalho serve como uma ferramenta de orientação a posteriores trabalhos a serem realizados, destacando-se a importância de estudos *in loco* para uma determinação definitiva do local de implantação do empreendimento.

5. CONCLUSÕES

O dinamismo imobiliário no município de Nova Lima e os resíduos decorrentes da implantação desses novos empreendimentos motivaram a elaboração do presente trabalho, onde foi proposta a localização de um aterro de resíduos inertes e da construção civil.

Considera-se que a utilização do geoprocessamento para a determinação de áreas aptas a implantação de um aterro de resíduos inertes e da construção civil classe A no município de Nova Lima, realça a potencialidade da tecnologia para a realização de avaliações complexas em grandes extensões territoriais, com significativos ganhos em tempo e qualidade dos resultados.

Utilizando ferramentas de georreferenciamento, observaram-se os critérios capazes de propiciar a indicação de uma melhor opção de área para a finalidade proposta. Os critérios de seleção da área, sejam eles restritivos ou de aptidão, abordaram aspectos dos meios físico, biótico e socioeconômico, bem como critérios relacionados à tipologia do empreendimento.

O processo de utilizar critérios de escalonamento e restrição das áreas, além de permitir a melhor validação de diversas variáveis, possibilita a determinação de diferentes áreas em conformidade com o uso pesquisado.

Esse trabalho e sua lógica poderão ser utilizados como material de apoio para a determinação do local exato de implantação do aterro, uma vez que o presente estudo se trata da proposição de uma área. Torna-se necessária a elaboração de projetos específicos, tais como relatórios/estudos de impacto ambiental, visando o detalhamento das áreas quanto aos aspectos físicos característicos e a situação fundiária.

O trabalho “Geoprocessamento na localização de área para implantação de um aterro de resíduos inertes e da construção civil no município de Nova Lima-MG” abordou diversas áreas do conhecimento relacionadas à engenharia ambiental e geoprocessamento, desde à observação e análise dos aspectos legais e ambientais, até o cálculo, aproximado, da vida útil do aterro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.113 – **Resíduos Sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, nº 136, 17 de julho de 2002. Seção 1, p. 95-96.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério das Cidades. **Áreas de manejo de resíduos da construção civil e resíduos volumosos**: orientações para seu licenciamento e aplicação da resolução CONAMA 307/2002. Brasília, [2007].

CATAPRETA, C.A.A. & SIMÕES, G.F. & BATISTA, H.P. **Avaliação da compactação de resíduos de construção e demolição em um aterro de inertes**. XXXI Congresso Interamericano AIDIS. Outubro, 2008.

COSTA, M. S. H. **Novas Periferias Metropolitanas - a Expansão Metropolitana em Belo Horizonte**. Belo Horizonte. Ed. C/ ARTE: 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Meio Ambiente. Brasil, set. 2010. Seção Projetos. Disponível em: [http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=apoia:::60] acessado em 20 de setembro de 2010.

ESTADO DE MINAS GERAIS. **Lei Estadual nº 18.031**, de 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a política estadual de resíduos sólidos. **Minas Gerais Diário do Executivo** – 13 de janeiro de 2009. p. 8 col.1.

PINTO, T. P. (Coord.). **Gestão ambiental de resíduos da construção civil**: a experiência do SindusCon – SP. São Paulo: Obra Limpa: I&T : SindusCon_SP, 2005. (publicação SindusCon-SP).

Guia Profissional para uma gestão correta dos resíduos da construção/Coordenadores, Tarcísio de Paula Pinto, Juan Luís Rodrigo González. São Paulo: CREA-SP, Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo, 2005.

PINTO, T. P. & GONZÁLES, J. L. R. (Coord.). **Manejo e gestão dos resíduos da construção civil**. Volume 1 – Manual de orientação: como implementar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília: CAIXA, 2005.194p.

Programa Entulho Limpo (1ª etapa) – Coleta Seletiva: uma forma racional de tratar os resíduos sólidos gerados nos canteiros de obras. SINDUSCON-DF, et. al.. Brasília, 2002.

SEMAD – Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Sistema Integrado de Informação Ambiental – SIAM**. Minas Gerais. Disponível em [http://www.semاد.mg.gov.br/] acessado em 25 de março de 2010.

SILVA FILHO, Alcides Fernandes e. **Gestão dos Resíduos Sólidos das Construções Prediais na Cidade de Natal** – RN. UFRGN, Natal, RN, 2005

WEBER, E. & HASENACK, H. **Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário através de análises em SIG com classificação contínua dos dados.** Universidade Luterana do Brasil, RS & Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, s/ data.

Prefeitura Municipal de Três Lagoas – MS. **Imasul concede licença de operação para aterro de resíduo da construção civil.** Três Lagoas, 2009. Disponível em [<http://www.treslagoas.ms.gov.br/noticias/?id=2634>], acessado em 19 de abril de 2010.