

**Ministério de Minas e Energia**  
**Secretaria de Minas e Metalurgia**  
**CPRM - Serviço Geológico do Brasil**  
**Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT**

**AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PARA A DISPOSIÇÃO  
DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MIRANTE DA SERRA - RO**



**Porto Velho**  
**2006**

**República Federativa do Brasil**  
**Ministério de Minas e Energia**  
**Secretaria de Minas e Metalurgia**  
**CPRM - Serviço Geológico do Brasil**  
**Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT**  
**Residência de Porto Velho**

**AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PARA A DISPOSIÇÃO  
DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MIRANTE DA SERRA - RO**

**Amílcar Adamy**

**Porto Velho**  
**2006**

Capa: Vista Geral da Sede Municipal

## APRESENTAÇÃO

A nova Constituição Brasileira, promulgada em 5 de outubro de 1988, faz referência direta à Política Urbana, cujo objetivo fundamental é “ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes”. Estabelece também competência ao município para organizar e prestar diretamente ou sob regime de concessão ou permissão os serviços públicos de interesse local, entre os quais estão incluídos os de saneamento e conseqüentemente o gerenciamento dos resíduos sólidos municipais.

Nesse contexto, a CPRM, através da Residência de Porto Velho, atendendo à solicitação da Prefeitura Municipal de Mirante da Serra, Estado de Rondônia, que busca encontrar uma adequada disposição dos resíduos sólidos urbanos dentro dos princípios de desenvolvimento sustentável, empreendeu estudos no entorno da cidade-sede do município, com o objetivo de selecionar áreas que atendam a tais propósitos.

Os trabalhos foram desenvolvidos pelo geólogo Amílcar Adamy, que contou com a colaboração nos trabalhos de campo em período parcial do Engenheiro Civil José Bezerra da Silva e do Secretário Municipal de Obras, senhor Adineudo de Andrade. Em tempo integral, participaram os funcionários públicos municipais Valdir Pires Barbosa e Josué Souza Nerys.

A realização deste trabalho só foi possível devido à ação conjunta da CPRM e da Prefeitura Municipal de Mirante da Serra através da Secretaria Municipal de Obras, que disponibilizaram recursos humanos e financeiros, permitindo incorporar de maneira definitiva as informações sobre o meio físico e o meio construído como condicionantes fundamentais na seleção de áreas para a disposição de resíduos sólidos.

São aqui descritos e analisados 3 (três) locais para aterro sanitário, dispostos em diferentes porções no entorno da cidade de Mirante da Serra, selecionados pela administração municipal.

Neste trabalho é apresentada também uma descrição sucinta do local utilizado atualmente para a disposição de resíduos sólidos urbanos do município e que está sendo objeto de interdição judicial definitiva e para o qual são apresentadas ainda algumas sugestões para serem aplicadas em sua recuperação ambiental e recomposição paisagística. No Anexo 1, são apresentadas as fichas de descrição dos locais selecionados para aterro sanitário, enquanto que o Anexo 2 contempla o mapa do entorno da sede municipal, indicando o posicionamento espacial dessas áreas.

Espera-se, pois, que as informações geradas neste trabalho balizem a tomada de decisões político-administrativas, auxiliem no equacionamento dos problemas ora levantados e permitam a implantação futura de um aterro sanitário.

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	3
1. INTRODUÇÃO .....	6
2. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO .....	7
3. DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO.....	8
3.1. Recursos Hídricos .....	8
3.2. Cobertura Vegetal .....	10
3.3. Relevo .....	13
3.4. Clima .....	15
3.5. Solos .....	16
3.6. Geologia .....	18
3.7. Uso Atual da Terra.....	20
4. METODOLOGIA DE TRABALHO .....	20
4.1 Considerações Iniciais .....	20
4.2 Consolidação das Informações Disponíveis .....	23
4.3 Cálculo da Área Ideal .....	24
4.4 Definição do Centro Produtor de Lixo .....	26
4.5 Critérios Utilizados .....	28
4.6 Interpretação de Imagem de Satélite e Fotografias Aéreas .....	29
4.7 Trabalhos de Campo .....	29
5. A DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	30
5.1. Considerações Preliminares.....	30
5.2. Disposição Atual dos Resíduos Sólidos Urbanos .....	33
5.3. Caracterização dos Resíduos Sólidos.....	36
6. RESULTADOS OBTIDOS .....	37
6.1 Considerações Iniciais .....	37
6.2 Descrição das Áreas Estudadas .....	37
6.2.1 Área 1 .....	37
6.2.2 Área 2 .....	40
6.2.3 Área 3 .....	42

7.	AVALIAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DAS ÁREAS .....	45
8.	MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA IMPACTOS AMBIENTAIS .....	47
9.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	50
10.	BIBLIOGRAFIA .....	53

#### ANEXOS

Anexo 1 – Fichas de Descrição dos Locais Selecionados para Aterro Sanitário.

Anexo 2 – Mapa de Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos.

## 1. INTRODUÇÃO

Na medida em que a sociedade tem que gerir a necessidade inevitável de crescer, de promover o desenvolvimento urbano, diante das exigências cada vez maiores da demanda, depara-se com a perspectiva da degradação dos corpos hídricos, do solo, do ecossistema, e a conseqüente diminuição da qualidade de vida.

Atualmente, tanto nos grandes centros urbanos como também nas pequenas cidades do Brasil, os problemas de manejo e disposição de lixo têm alcançado grandes proporções, principalmente no que se refere à escassez de locais que atendam aos critérios estabelecidos, do ponto de vista técnico e legal, necessários ao desenvolvimento desta atividade.

A sociedade moderna, consumista e adepta do material descartável, produz quantidades cada vez maiores de lixo, sem demonstrar uma maior preocupação com a inesgotabilidade dos recursos naturais, conferindo pouca importância à administração dos resíduos gerados. Advém daí uma urgente revisão desses conceitos, que devem se nortear pela ótica do desenvolvimento sustentável, indispensável à convivência harmoniosa e equilibrada do homem e da natureza. Nos princípios gerais da Agenda 21 encontra-se a proposição de que a sociedade precisa desenvolver formas eficazes de lidar com o problema da eliminação cada vez maior de resíduos (SMA, 1998). Da mesma forma, a responsabilidade pela geração de lixo deve fazer parte do cotidiano da população, necessitando de mudanças no hábito de consumo quanto à quantidade, tipo de produto adquirido e nos próprios processos industriais.

Por outro lado, o Estatuto da Cidade determina ao poder municipal o gerenciamento adequado do ordenamento territorial, visando a sustentabilidade cultural, social, política, econômica, institucional e ambiental. Dentro de suas diretrizes gerais, estabelece a garantia do direito a cidades sustentáveis, onde o saneamento ambiental exerce uma importância fundamental para a qualidade de vida dos seus habitantes. Determina também a ordenação e controle do uso do solo evitando a poluição e a degradação ambiental. Assim, a seleção de áreas para a disposição de resíduos sólidos urbanos implica em fundamentos técnicos específicos e a participação de profissionais habilitados.

O conceito de desenvolvimento sustentável deve estar atrelado igualmente a estes problemas comuns em qualquer município, promovendo-se uma adequada gestão ambiental, com a administração integrada de uma região ou ambiente, através do desenvolvimento ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável, promovendo a melhoria da qualidade de vida da população e garantindo a disponibilidade dos recursos naturais para gerações futuras.

O Município de Mirante da Serra, criado pela Lei Estadual nº. 369 datada de 13 de fevereiro de 1992 desmembrado do Município de Ouro Preto d'Oeste, possui uma área de 1.253,7 km<sup>2</sup>, estando localizado na central do Estado de Rondônia. Limita-se com os municípios de Jarú, Nova União, Urupá, Alvorada d'Oeste, São Miguel do Guaporé e Governador Jorge Teixeira, sendo que seu principal eixo de desenvolvimento está associado à Rodovia RO-470, que prossegue para oeste através da Linha 81. Caracteriza-se por uma economia essencialmente atrelada a atividades agropecuárias.

A sede urbana, implantada no extremo nordeste do município, próxima ao limite intermunicipal com Nova União, está localizada junto ao cruzamento da rodovia estadual RO-470 e Linha 58, com uma população aproximada de 5.723 habitantes conforme dados do Censo 2000/IBGE, distribuída em uma área estimada de 3 km<sup>2</sup> (CAMPOS *et al.*, 1999). A população total do município atinge a 13.142 habitantes segundo o mesmo Censo, apresentando uma taxa média geométrica de crescimento anual de 0,99%. Por estar situado à margem do princi-

pal eixo rodoviário do Estado, representado pela BR-364 e ainda por ser um município implantado há poucos anos, o crescimento urbano exibe taxas modestas, não se evidenciando surtos demográficos explosivos. Esse aspecto favorece um melhor ordenamento do traçado urbano, possibilitando uma melhor distribuição dos serviços públicos básicos, particularmente, no presente caso, na coleta de resíduos sólidos urbanos. A localização geográfica da sede urbana, ocupando uma parte mais elevada da topografia local, contribui para a pouca representatividade de áreas sujeitas a alagações no período chuvoso.

Com relação à disposição final dos resíduos sólidos urbanos, constatou-se que o local utilizado não contempla aos critérios técnicos, sanitários e ambientais exigidos pela legislação vigente. Essa prática tem sido um fator de conflito de uso do solo e, na maioria das vezes, resulta em um comprometimento da qualidade de vida da população do entorno devido à poluição do ar, da água e à degradação do solo, bem como da população animal existente nas imediações. Apesar de seu pequeno volume, o lixo espalhado aleatoriamente propicia a poluição atmosférica pela geração de odores desagradáveis resultantes da decomposição da matéria orgânica; além disso, os líquidos percolados, oriundos da massa de lixo, bem como de uma lagoa de dejetos situada nas proximidades, podem vir a contaminar os cursos d'água superficiais e, em situações mais críticas, contaminar também as águas subterrâneas.

Dessa maneira, a definição de locais tecnicamente adequados para a implantação de aterro sanitário virá ao encontro dos anseios da comunidade, contribuindo efetivamente para melhoria da qualidade de vida de toda a população bem como auxiliará o equacionamento de um problema de cunho socioeconômico e ambiental do poder municipal. O trabalho inicial de definição de sítios alternativos para a implantação desses serviços públicos representa um esforço conjugado da administração municipal e da CPRM - Serviço Geológico do Brasil, visando propiciar uma nova imagem da cidade de Mirante da Serra, em consonância com os paradigmas de desenvolvimento sustentável, com uma destinação adequada aos resíduos sólidos urbanos e o seu posterior manejo, livre de contaminar o ecossistema regional.

## **2. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO**

A área estudada situa-se no entorno da cidade de Mirante da Serra, estendendo-se por uma extensão radial de 10 km, compreendendo uma significativa parcela do espaço geográfico municipal. Limita-se ao norte com o município de Jarú; a leste, com Nova União e Urupá; a sul, com Alvorada d'Oeste e a oeste com o município de São Miguel do Guaporé. A Figura 1 indica a distribuição espacial do município estudado.

A rede viária municipal encontra-se bem estabelecida com um traçado básico NE-SW e NW-SE, definida a partir da política de ocupação rural implantada pelo INCRA, a qual foi adaptada posteriormente em função da morfologia regional e da penetração humana. Permite um acesso fácil e rápido praticamente a todos os seus quadrantes, o que atende satisfatoriamente às necessidades da população rural. O traçado básico contido em mapas elaborados pelo antigo Departamento Estadual de Rodagens – DER mostrou-se próximo ao traçado real das estradas, diferentemente da maioria dos municípios já trabalhados, permitindo a manutenção da programação prévia dos trabalhos de campo, favorecendo o acesso aos pontos preliminarmente identificados em fotografias aéreas.

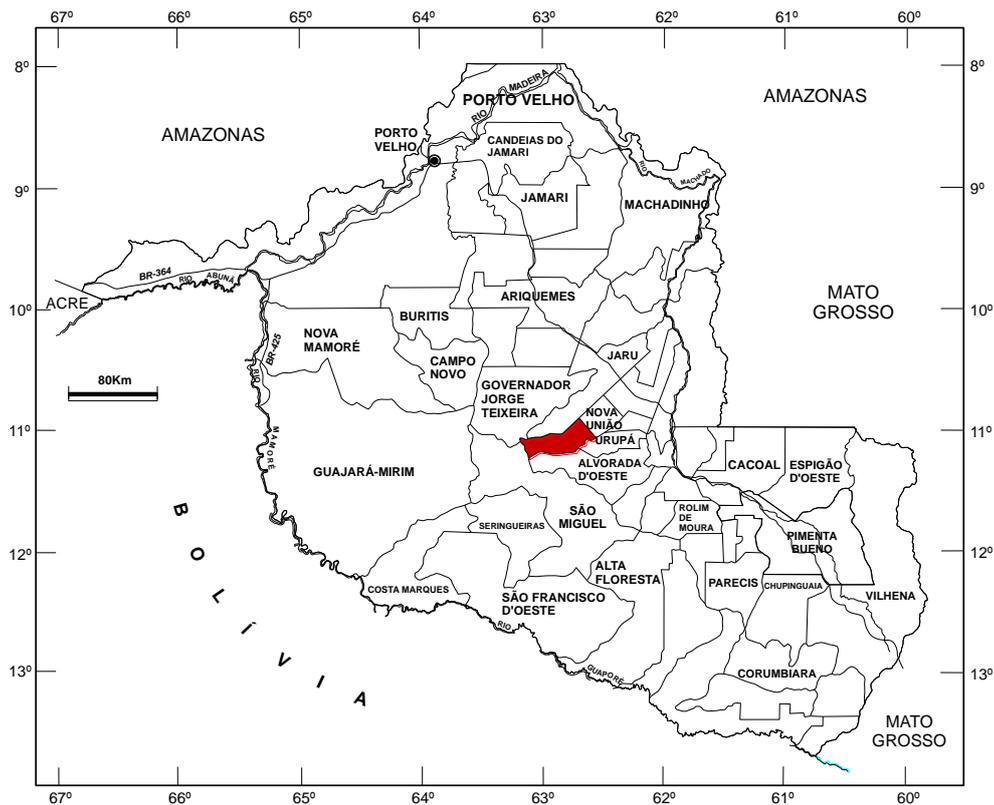


Figura 1. Localização da Área Estudada.

A principal via de acesso é representada pela rodovia estadual pavimentada RO-470 que liga a Rodovia Federal BR-364 aos municípios de Nova União e Mirante da Serra, distando cerca de 70 km da área do presente estudo. Além dela, merecem referência a rodovia estadual RO-010 e a Linha 81, que representa o prolongamento SW da rodovia RO-470. Estradas vicinais recortam o espaço municipal, destacando-se as linhas 56, 60, 64 e 66 de traçado NW-SE e a 40, de traçado irregular, todas oferecendo boas condições de trafegabilidade, dificultadas, parcialmente, na estação chuvosa.

### 3. DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

#### 3.1. Recursos Hídricos

Na região do entorno de Mirante da Serra desenvolve-se uma expressiva rede hidrográfica, tornada mais densa nas áreas cobertas por um relevo mais acidentado, onde nascem drenagens de pequeno porte. Cursos d'água de médio a grande porte, com um maior volume d'água estão representados pelos Igarapés Pregão e pelo rio Urupá, sendo que este último estabelece o divisor natural com o município de Urupá, fluindo de SW para NE.

A bacia do rio Urupá abrange a maior parte das drenagens da região estudada, as quais apresentam um controle associada à disposição NE/SW das áreas elevadas, portanto, exibindo um padrão de fluxo orientado no sentido geral NW/SE, notadamente seus afluentes pela margem direita, onde se destacam os igarapés Trincheira, Esmeril, Pregão e Riane. Considerando que a ação antrópica no município é intensa, com a remoção da cobertura vegetal primitiva, políticas públicas de proteção a drenagem superficial devem ser mantidas e/ou implantadas a curto prazo, tais como a preservação das nascentes e das matas ciliares, visando manter a qualidade e a quantidade da águas disponível, mormente do igarapé Pregão, por seccionar o

perímetro urbano e que poderá estar sujeito a uma utilização como desaguadouro de lixo urbano e dos efluentes domésticos e industriais.

Do ponto de vista de potencialidade hidrogeológica, a região oferece boas perspectivas devido ao seu substrato arenoso, observado no entorno da mancha urbana. Na área urbana, as vazões observadas mostram-se menores, estando dispostas sobre um substrato rochoso derivado Complexo Jamari, parcialmente recoberto por uma cobertura terció-quadernária, de espessura variável. Uma parcela da população urbana, não quantificada, utiliza águas subterrâneas para seu abastecimento, valendo-se de poços tipo cacimba ou poços amazonas, com profundidades variáveis, sem tratamento algum e que podem apresentar problemas de contaminação devido a proximidade de fossas domésticas, conforme dados já revelados pelo estudo elaborado pela CPRM em 1999.

No trato urbano, foram constatados a existência de alguns poços tubulares, que abastecem áreas restritas da cidade, destacando-se o poço construído junto ao Hospital Municipal, executado pela CPRM em 1999, com 60 m de profundidade e vazão de 6 m<sup>3</sup>/h. Poços mais recentes foram construídos junto a Rodoviária local com profundidade de 56 m e vazão de 1200 l/h; na Igreja Assembléia de Deus, também na Rua dos Imigrantes, evidenciou uma vazão de 12.000 l/h, em uma profundidade de 94 m. Um quarto poço tubular foi construído na empresa Laticínios Monte Verde, porém não foi possível a obtenção dos dados construtivos.

Estudos piezométricos elaborados por Campos et al. (1999) recomendam a proteção ambiental das porções nordeste e sudoeste da cidade, considerando o fluxo da água subterrânea e sua utilização por parcela da população, evitando que poluentes possam comprometer a qualidade da água subterrânea. Devem ser evitadas, portanto, empreendimentos como postos de combustíveis, matadouros, curtumes, ou outros tipos de estabelecimentos ou atividades que produzam carga poluidora, favorecendo a contaminação da água subterrânea.

Dados obtidos junto a Prefeitura Municipal revelam que o abastecimento de água realizado pela empresa estatal CAERD atende parcialmente ao perímetro urbano, captando água superficial no Igarapé Pregão (Foto 1), distante 0,6 km, a qual é submetida posteriormente a um tratamento físico-químico adequado e distribuída em seguida por processos gravitacionais. Presentemente, a Prefeitura Municipal desenvolve projetos de ampliação da rede de abastecimento público para fornecimento de água tratada a população ainda não atendida. Não existe sistema de esgotamento sanitário na sede municipal, sendo que as águas servidas são drenadas para o subsolo ou dispostas superficialmente. Como a grande maioria das cidades brasileiras, a implantação de obras de esgotamento urbano em Mirante da Serra é necessária em médio prazo

Na mancha urbana, ainda precariamente urbanizada e com baixo índice de pavimentação viária, a taxa de infiltração das águas de precipitação, mormente no período de chuvas deve ser significativa, provocando a natural ascensão do nível freático e favorecendo a obtenção de água subterrânea pelos usuários de cacimbas. Entretanto, ao mesmo tempo, a percolação de agentes contaminantes pode atingir o nível freático, gerando doenças de veiculação hídrica. Não foram relatadas situações de alagações no perímetro urbano, exatamente por estar em uma posição topográfica alta e por inexistirem drenagens de maior porte.



Foto 1. Captação de água superficial pela CAERD. Igarapé Pregão.

### 3.2. Cobertura Vegetal

O Município de Mirante da Serra apresenta uma alta taxa de antropização, com remoção da cobertura vegetal, constatada em imagens de satélite (Figura 2) e comprovada durante os trabalhos de campo. Salienta-se que áreas florestadas observadas em imagens de satélite que serviram de análise para o Zoneamento Socioeconômico-Ecológico do Estado de Rondônia (2000) já se encontram profundamente alteradas devido ao desmatamento para a prática de atividades agropastoris. Assim, o processo de antropização é generalizado no seu espaço territorial, estimando-se um índice de ocupação superior a 60%, restando manchas localizadas da cobertura vegetal nativa, principalmente nos conjuntos serranos. Apesar disso, esse avanço da ocupação humana, com o conseqüente desmatamento, também é constatado parcialmente nas áreas de relevo mais acentuado, atingindo as suas encostas e até mesmo as partes mais elevadas quando não escarpadas.

De acordo com os critérios utilizados durante o Zoneamento Socioeconômico-Ecológico do Estado de Rondônia – ZSEE-RO observa-se o predomínio das áreas antropizadas, com a utilização predominantemente para atividades agropastoris, notadamente ao longo das principais vias de acesso. Ao se estabelecer uma análise paralela entre o mapa produzido pelo ZSEE-RO (1999) (Figura 3) e os dados oriundos da imagem de satélite mais recente, torna-se bastante evidente o avanço notável do processo de desmatamento, reduzindo sensivelmente a cobertura vegetal ainda presente no espaço municipal.

Estudos desenvolvidos pelo ZSEE-RO (1999) identificaram quatro unidades diferenciadas de vegetação (Figura 3), totalmente descaracterizadas atualmente devido ao desmatamento generalizado: floresta ombrófila aberta sub-montana (As), floresta ombrófila densa sub-montana (Ds), floresta de contato entre a savana e a floresta ombrófila (SO) e a savana arborizada (Ca). A Floresta Ombrófila Aberta Sub-montana (As), de distribuição mais ampla, exibe um dossel descontínuo, permitindo a ausência de área foliar entre 30 e 40 %, podendo estar associadas à palmeiras, cipós, bambus e sororocas; indivíduos emergentes ao dossel podem estar representados. O subtipo sub-montana cresce sobre solos antigos, não muito profundos,

fortemente intemperizado, podendo representar áreas com substrato rochoso subaflorante, dificultando o surgimento de espécies vegetais de maior porte; a topografia é declivosa (até 40 %) sendo a paisagem dominada por vales e ravinas. A Floresta Ombrófila Densa Sub-montana apresenta uma maior densidade do estrato superior e menor presença do sub-bosque, com árvores de grande porte; também ocupa altitudes entre 100 a 600 m, com variações entre palmeiras, cipós, bambus e sororocas, destacando-se no quadrante NW. A vegetação do tipo Contato entre Cerrado e Floresta Ombrófila caracteriza-se pela transição entre estes tipos de cobertura vegetal, ocorrendo nos quadrantes SW e SE, com um estrato mais alto de 20 m de altura. De distribuição bastante restrita, observa-se uma Savana Arborizada (Ca), com feições xeromórficas produzidas por estacionalidade ou estresse edafoclimático, contemplando elementos arbóreos formando ilhas, somando-se então ao estrato arbustivo.

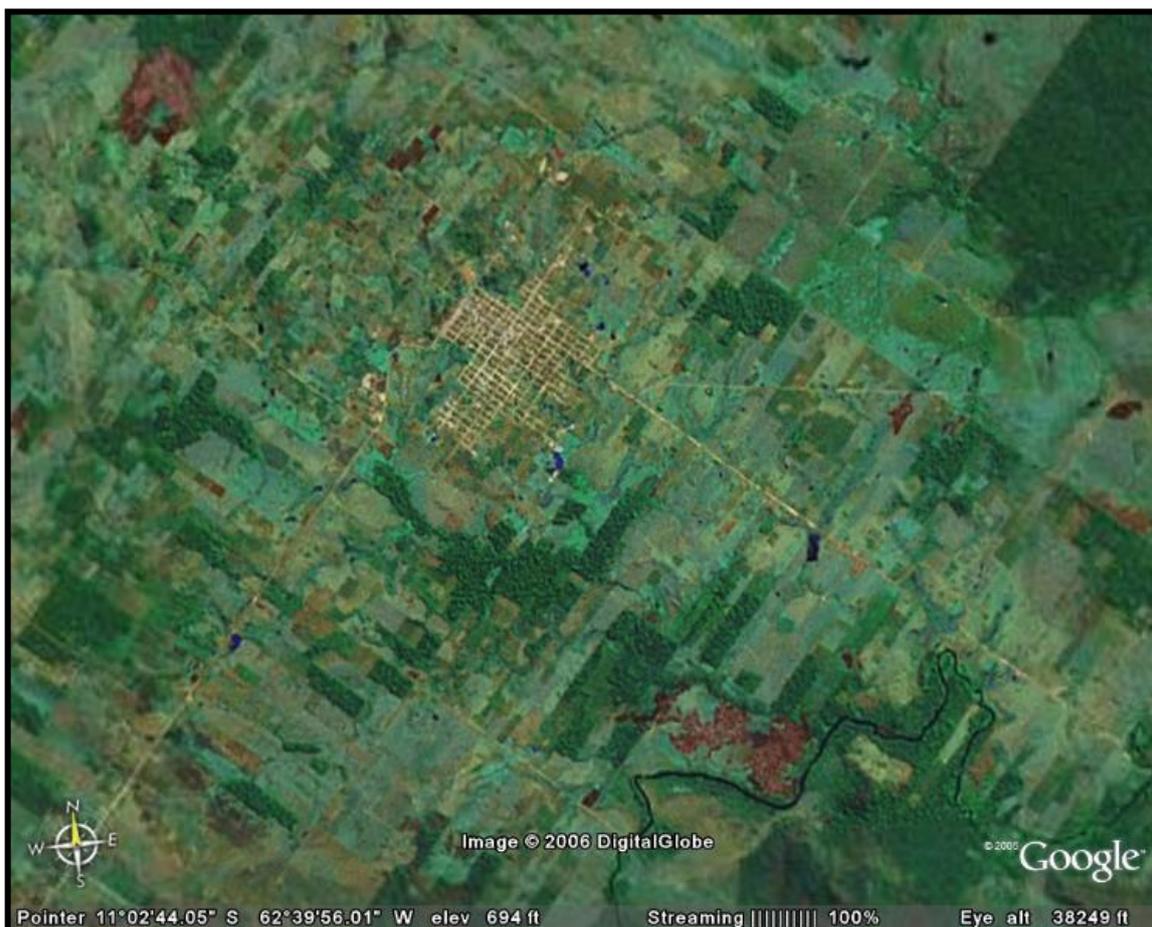
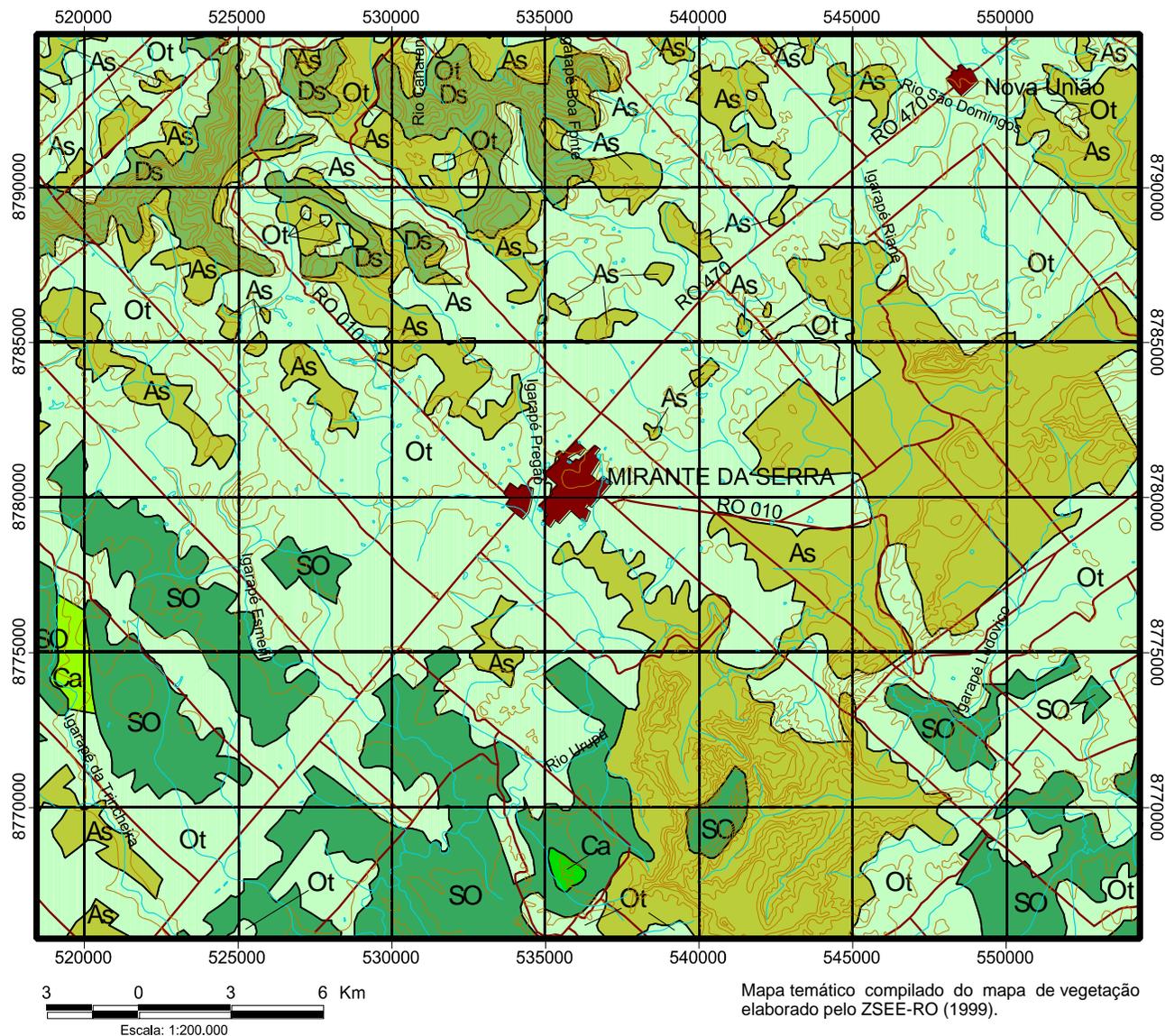


Figura 2. Entorno da cidade de Mirante da Serra. Imagem Landsat 2005.

A dinâmica de ação antrópica exercida sobre o espaço municipal, principalmente durante as décadas de 80 e 90, anteriores a criação do município, trouxe uma profunda modificação da paisagem, transformando extensas porções originalmente cobertas por mata nativa em áreas de pastagem e de agricultura. Essa pressão por áreas novas continua sendo exercida, com a ocupação gradativa dos terrenos remanescentes de vegetação conforme foi observada ao se confrontar dados de campo com mapeamentos anteriores. A vegetação ainda preservada ocorre de forma descontínua, ao longo de terrenos mais íngremes, em forma de matas ciliares ou em limites fundiários de lotes.



- LEGENDA**
- Convenções Temáticas
- Classe de Vegetação
- As** Floresta Ombrófila Aberta Submontana
  - Ca** Savana Arborizada
  - Ds** Floresta Ombrófila Densa Submontana
  - SO** Contato Savana / Floresta Ombrófila
  - Ot** Outros Usos da Terra. Áreas Antropizadas.

- Convenções Cartográficas
- Perímetro urbano
  - Rio ou igarapé
  - Curva de nível
  - Estrada



Figura 3. Mapa de Cobertura Vegetal do Entorno de Mirante da Serra.  
12

### 3.3. Relevo

Do ponto de vista geomorfológico, a área do entorno de Mirante da Serra está caracterizada fundamentalmente por unidades denudacionais, associadas a um intenso processo erosivo (SEPLAN / ITERON, 2000). A unidade definida como Superfície de Aplanamento ocupa uma grande parcela do espaço geográfico municipal, distribuída na região central do município formando áreas de arrasamento em rochas antigas. Nas áreas limítrofes do município, estabelecendo divisores naturais, o relevo torna-se mais acentuado, com agrupamento de morros e colinas, superfícies tabulares e *hogbacks*. Em caráter local desenvolvem-se *footslopes* de dissecação variável. Planícies aluviais de rios secundários (A32) estão presentes apenas no médio curso do rio Urupá, embora possam ocorrer em outras drenagens em uma menor expressão (Figura 4).

A unidade Superfície de Aplanamento – Nível II, com altitudes entre 200 a 300 metros, desenvolve-se principalmente sobre rochas antigas arrasadas do Complexo Jamari e sobre rochas da Formação Palmeiral, presentes em grande extensão no espaço municipal. Foram individualizadas três subunidades principais:

- superfície de aplainamento com dissecação média e nenhum ou esporádicos *inselbergs* e *tors* (D2221), dominante regionalmente;
- superfície de aplainamento com baixa dissecação e nenhum ou esporádicos *inselbergs* e *tors* (D2211);
- uma terceira superfície de aplainamento de relevo plano e evidências de superfícies com couraças ferruginosas (D2210).

Agrupamentos de morros estão distribuídos no espaço regional, mostrando-se ora densos com colinas e *inselbergs* médios e altos (D32), predominantes no quadrante NE (Foto 2), ora abertos representados por colinas e *inselbergs* baixos e médios (D31) e de caráter mais descontínuo. Associado a movimentos gravitacionais, são identificados *footslopes* em sítios localizados, diferenciando-se entre si pelo estágio da dissecação neles atuantes – baixa (D11) ou alta (D12), mais representativa.

Unidades denudacionais com componente estrutural são bastante limitadas geograficamente, limitando-se a corpos isolados, onde se distinguem superfícies tabulares em rochas sedimentares com baixa dissecação (S111) e *hogbacks* com dissecação baixa (S421).

Do ponto de vista geomorfológico, os melhores terrenos para a implantação de aterro sanitário estão abrangidos pelas superfícies de aplanamento (D2221 e D2211), as quais demonstram uma grande estabilidade do ponto de vista erosional, absorvendo melhor as atividades impactantes, conferindo-lhes em geral uma menor vulnerabilidade às atividades antrópicas e aos processos erosivos. Foram descartadas as áreas de planícies aluviais pelo risco associado a inundações (A.3.2), as superfícies de relevo mais acentuado (D31 e D32) e as unidades estruturais/denudacionais (S111 e S421).

**LEGENDA**

Convenções Temáticas

Unidades Agradacionais

**A32** Planícies aluviais de rios secundários.

Unidades Degradacionais

**D11** *Foot slopes* de dissecação baixa.

**D12** *Foot slopes* de dissecação alta.

**D2210** Superfícies de aplainamento nível II com relevo plano e evidências de superfícies com couraças ferruginosas.

**D2211** Superfícies de aplainamento nível II com dissecação baixa e nenhum ou esporádicos *inselbergs* e *tors*.

**D2221** Superfícies de aplainamento nível II com dissecação média e nenhum ou esporádicos *inselbergs* e *tors*.

**D31** Agrupamento aberto de colinas / *inselbergs* baixos e médios.

**D32** Agrupamento denso de colinas / *inselbergs* baixos e médios.

**S111** Superfícies tabulares em rochas sedimentares com baixa dissecação.

**S421** *Hog backs* com dissecação baixa.

Convenções Cartográficas

 Perímetro urbano

 Rio ou igarapé

 Curva de nível

 Estrada

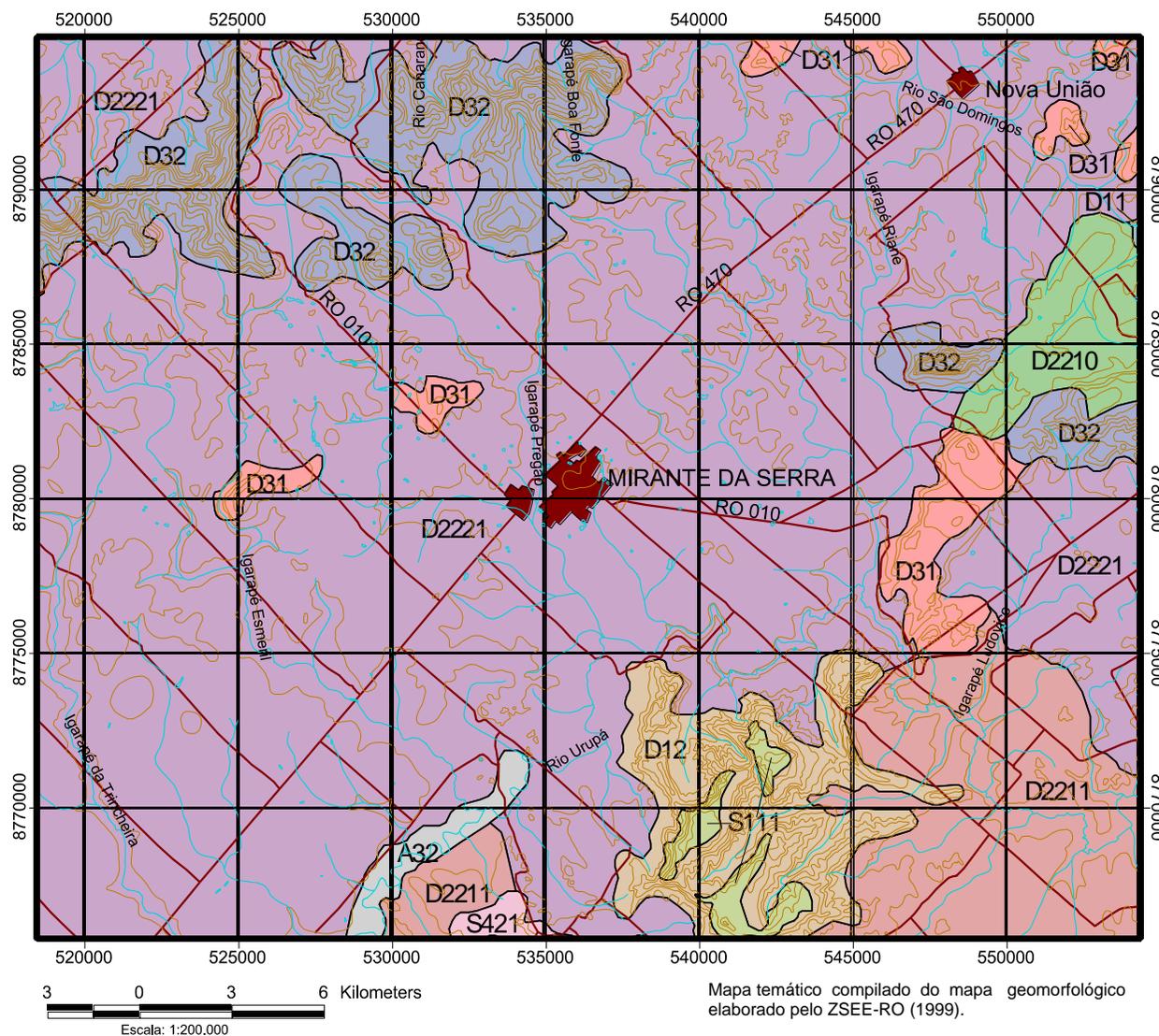


Figura 4. Mapa Geomorfológico do Entorno de Mirante da Serra.



Foto 2. Agrupamento denso de morros e colinas, com dissecação média.

### 3.4. Clima

Os dados climáticos indicados nesse trabalho, abrangendo o período de 1995 a 1999, estão apoiados no Posto Meteorológico da CEPLAC, implantada na cidade de Ouro Preto d'Oeste em 1982, cujas coordenadas geográficas são 10° 44' 30" S (latitude) e 62° 12' 30" W (longitude). As informações deste posto foram utilizados considerando ser a base de dados mais próxima de Mirante da Serra, que não possui estação climática (SCERNE *et al.*, 2000). Segundo a classificação adotada (Köppen, 1948), o clima da região corresponde ao tipo Aw – Clima Tropical Chuvoso.

A precipitação pluvial apresenta-se mais intensa no período de novembro a abril, correspondendo a cerca de 80 % do total da chuva anual, com médias mensais superiores a 200 mm. No período de referência a média anual foi de 1.939,1 mm, com máxima de 2.206,6 mm em 1996 e mínima de 1.487,3 mm em 1997. Os meses menos chuvosos são junho, julho e agosto, quando as médias mensais podem estar situadas abaixo de 35 mm.

A temperatura média do ar mais elevada é verificada no mês de outubro com 25,7° C e a mais baixa no mês de julho com 22,9° C, sendo que a amplitude térmica ocorre mais elevada nos meses de julho e agosto. . A umidade relativa do ar é elevada no decorrer do ano, superior a 79%, apresentando valores mais baixos em julho a setembro (71 a 74%); comprova-se ainda que a variação anual da umidade relativa do ar está nitidamente associada à distribuição anual da precipitação pluvial (SCERNE *et al.*, 2000).

A deficiência hídrica no solo está presente nos meses de junho a setembro, enquanto que o excedente hídrico verifica-se de novembro a abril, porém, nos anos estudados, ocorreram variações desses períodos.

### 3.5. Solos

A identificação dos tipos de solos existentes no entorno de Mirante da Serra é indispensável para uma boa caracterização das alternativas locais disponibilizadas visando à implantação de aterro sanitário. Considerando o mais recente mapeamento da região efetuado através do ZSEE-RO (1999), foram caracterizadas cinco classes principais de solo, definidos como latossolos, cambissolos, regossolos, glei distróficos e solos litólicos, apresentando ainda variações texturais dentro de cada um deles (Figura 5).

Como classe principal, encontra-se os latossolos, ocupando as áreas mais aplainadas do município, estando agrupados em três subunidades: latossolo vermelho-escuro eutrófico dominante, de declividade entre 0 – 2%, bem drenado, argiloso, ligeiramente pedregoso (LVE<sub>7</sub>); latossolo vermelho-escuro eutrófico, com declividade 2 – 8%, bem drenado, argiloso e pedregoso (LVE<sub>2</sub>) e latossolo amarelo distrófico, declividade 2 – 8%, bem drenado e argiloso (LAD<sub>5</sub>). São solos bem intemperizados, com baixa diferenciação de cor e textura em suas camadas superficiais e sub-superficiais, mais resistentes à erosão e de baixa fertilidade natural (ácidos). São predominantes no espaço municipal.

Os gleissolos distróficos caracterizam-se pela cor cinza, formados devido aos processos de redução presentes no lençol freático; apresentam uma declividade entre 2 – 8%, mal drenados, franco e pedregoso (GD<sub>14</sub>). Possuem uma baixa fertilidade natural e comumente se dispõem em terreno plano.

Os cambissolos também apresentam uma ampla distribuição no espaço regional, estando melhor representados nos municípios vizinhos de Urupá e Nova União. Os cambissolos eutróficos exibem duas subunidades, sendo uma delas definida por uma declividade de 2 – 8%, bem drenado e franco (CE<sub>6</sub>) e outra com declividade 8 – 30%, bem drenado, argiloso e ligeiramente pedregoso (CE<sub>8</sub>). Por sua vez, os cambissolos distróficos representados na Figura 5 distribuem-se em sua maior parte nos municípios vizinhos, distinguindo-se duas subunidades que diferem entre si pela declividade de 0-2%, mal drenado, argiloso e pedregoso (CD<sub>1</sub>) e de declividade superior a 30%, excessivamente drenado, arenoso e pedregoso (CD<sub>7</sub>).

Como unidades menos representativas, geralmente restritas a sítios localizados, são mapeados:

- solos litólicos distróficos, de declividade 8 – 30%, excessivamente drenado, arenoso, muito pedregoso (RD<sub>1</sub>);
- solos litólicos eutróficos, com declividade 8 – 30%, bem drenado, argiloso e pedregoso (RE<sub>1</sub>);
- regossolo distrófico, com declividade 2 – 8%, bem drenado e arenoso (ED<sub>3</sub>).

A caracterização dos solos na área permite assumir que a favorabilidade para a implantação do aterro sanitário associa-se preferencialmente sobre os latossolos vermelho-escuros eutróficos (LVE<sub>7</sub>), não sendo recomendados os solos tipo cambissolos os solos relativamente jovens como os litólicos e regossolos. Apesar dos outros tipos de latossolos presentes no município representarem uma possível alternativa para os objetivos traçados, eles foram descartados por estarem situados a uma distância excessiva da sede municipal.

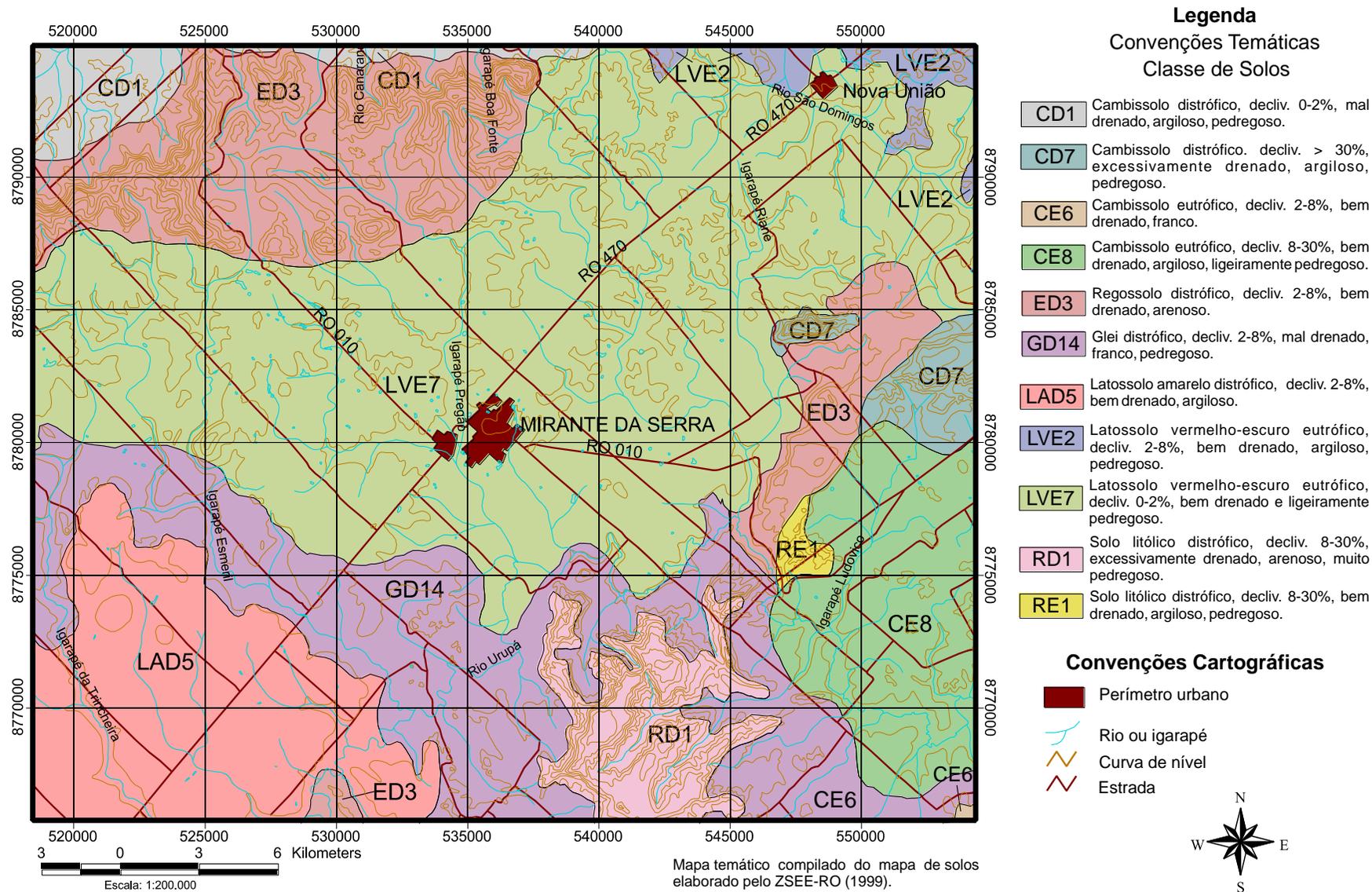


Figura 5. Mapa Classe de Solos do Entorno de Mirante da Serra.

### 3.6. Geologia

O levantamento geológico da região, executado pela CPRM (RIZZOTTO *et al.*, 2003) descreve três unidades geológicas principais na região, com o predomínio de litótipos do embasamento cristalino, denominado Complexo Jamari, seguido por seqüências sedimentares, representadas pelas formações Palmeiral e Pimenta Bueno. No extremo sudeste, portanto, fora do município, apresenta-se uma restrita área de sedimentos da Formação Cacoal (Figura 6)

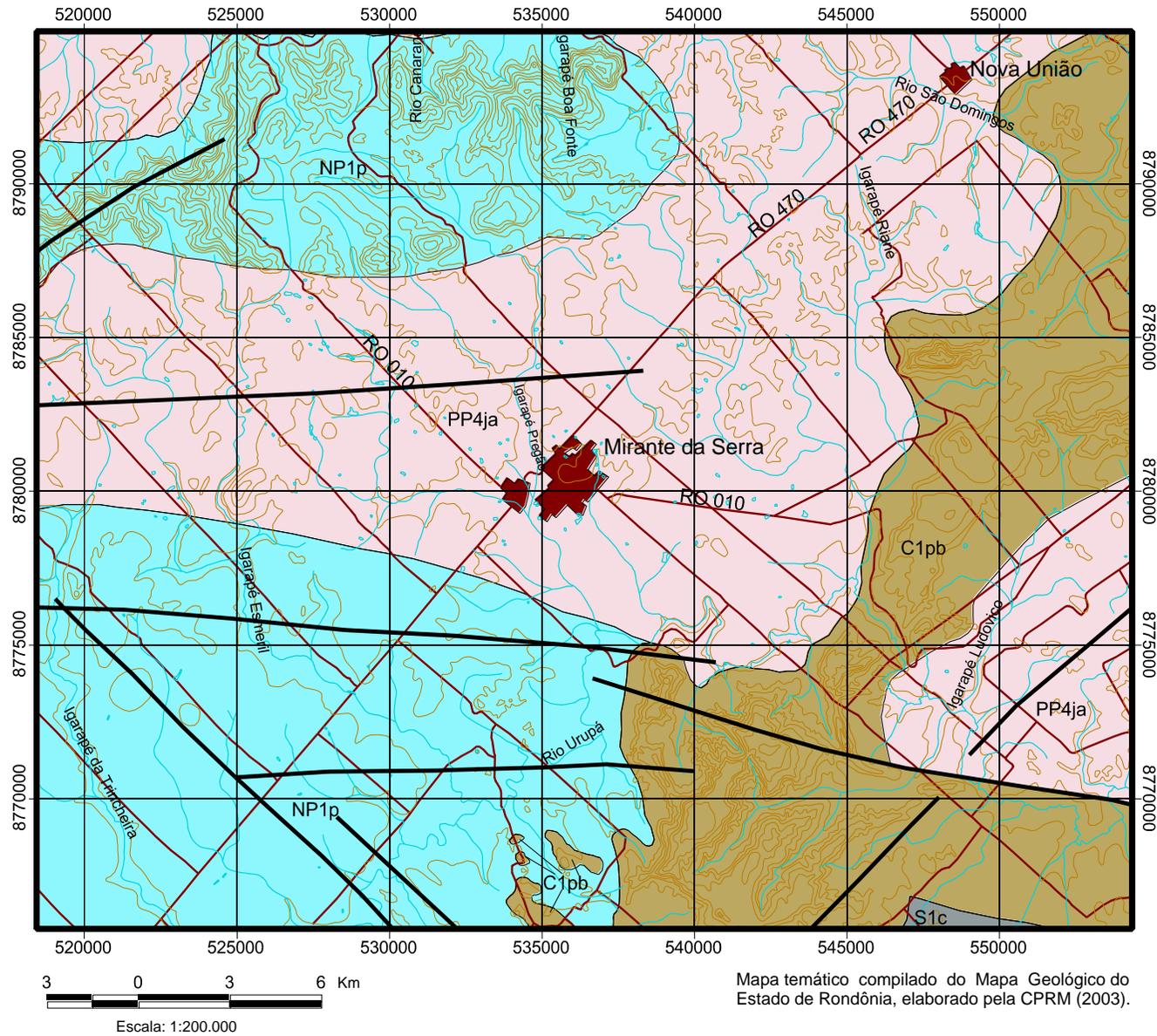
A unidade mais antiga da região está representada pelo Complexo Jamari, do Paleoproterozóico, constituído por ortognaisses tonalíticos e quartzo-dioritos dominantes (Foto 3). Ocorre na região central do município, na qual se insere a mancha urbana, exibindo um relevo aplainado.



Foto 3. Ortognaisse tonalítico. Linha 81.

Em seqüência cronológica, foram identificados litótipos da Formação Palmeiral (NP<sub>1p</sub>), de idade neoproterozóica, integrada regionalmente por arenitos arcosianos, quartzo-arenito e conglomerados oligomíticos. Apresentam uma vasta área de exposições nos quadrantes noroeste e sudoeste, exibindo um relevo pronunciado, com elevações alongadas orientadas preferencialmente para NE/SW. A Bacia Pimenta Bueno, de idade paleozóica, contempla duas unidades distintas: a Formação Cacoal (S<sub>1c</sub>), restrita a um sítio localizado no quadrante sudeste, dentro do município de Urupá e a Formação Pimenta Bueno, representada por uma faixa NE/SW disposta na porção leste da área estudada. Esta unidade está constituída por folhelhos, arenitos, siltitos, diamictitos e conglomerados, alguns dos quais pobremente expostos. Esta bacia possui uma importância considerável no contexto de recursos hídricos subterrâneos, principalmente quando predominam termos arenosos.

As aluviões recentes são observadas em drenagens de maior porte, tais como o rio Urupá e Igarapé Pregão, constituindo depósitos arenosos no leito dos rios e em bancos laterais. Não possuem expressão mapeável na escala do atual trabalho.



**Legenda**

**Convenções Temáticas**

- C1pb** Formação Pimenta Bueno: folhelho, arenito, siltito, diamictito, conglomerado.
- S1c** Formação Cacoal: associação de conglomerado, argilito, calcário dolomítico, arenito, conglomerático, arcócio, siltito e folhelho.
- NP1p** Formação Palmeiral: arenito arcósio, quartzo-arenito, conglomerado oligomítico.
- PP4ja** Complexo Jamari: ortogneisse tonalítico e quartzo-diorito dominantes.
- Falha ou Zona de Cisalhamento Indiscriminada

**Convenções Cartográficas**

- Perímetro urbano
- ~ Rio ou igarapé
- ~ Curva de nível
- ~ Estrada



Mapa temático compilado do Mapa Geológico do Estado de Rondônia, elaborado pela CPRM (2003).

Figura 6. Mapa Geológico do Entorno de Mirante da Serra.

Do ponto de vista geológico, as melhores alternativas para implantação de aterro sanitário estão associadas aos terrenos aplainados derivados da intemperização das rochas gnáissicas do Complexo Jamari, os quais se dispõem no entorno da sede municipal.

### **3.7. Uso Atual da Terra**

A análise de dados levantados pelo Zoneamento Socioeconômico-Ecológico de Rondônia, atualizados a partir de imagens de satélite e dados de campo obtidos pelo presente trabalho, revela que o maior uso atual da terra na área de entorno de Mirante da Serra está associado à implantação de atividades de pecuária, seguido por áreas de cultivo agrícola (Figura 7). Observam-se ainda restritas áreas que foram utilizadas pelo homem e sem uso produtivo atual, em franco processo de regeneração, com o desenvolvimento de uma vegetação secundária, tipo capoeira. Duas pequenas manchas de cerrado foram interpretadas em produtos de sensoriamento remoto.

A vegetação nativa do tipo floresta tropical mantém-se parcialmente intacta em porções localizadas dispersas no município, associadas principalmente as áreas de topografia mais acentuada, embora suas encostas já venham sofrendo processos de desmatamento. Ocorrem ainda em pequenos trechos ao longo de drenagens (matas ciliares) e nos limites fundiários dos lotes. No decorrer do presente trabalho, comprovou-se a significativa evolução do processo de ocupação e desmatamento ocorrido nos últimos anos, reduzindo sensivelmente a cobertura vegetal remanescente.

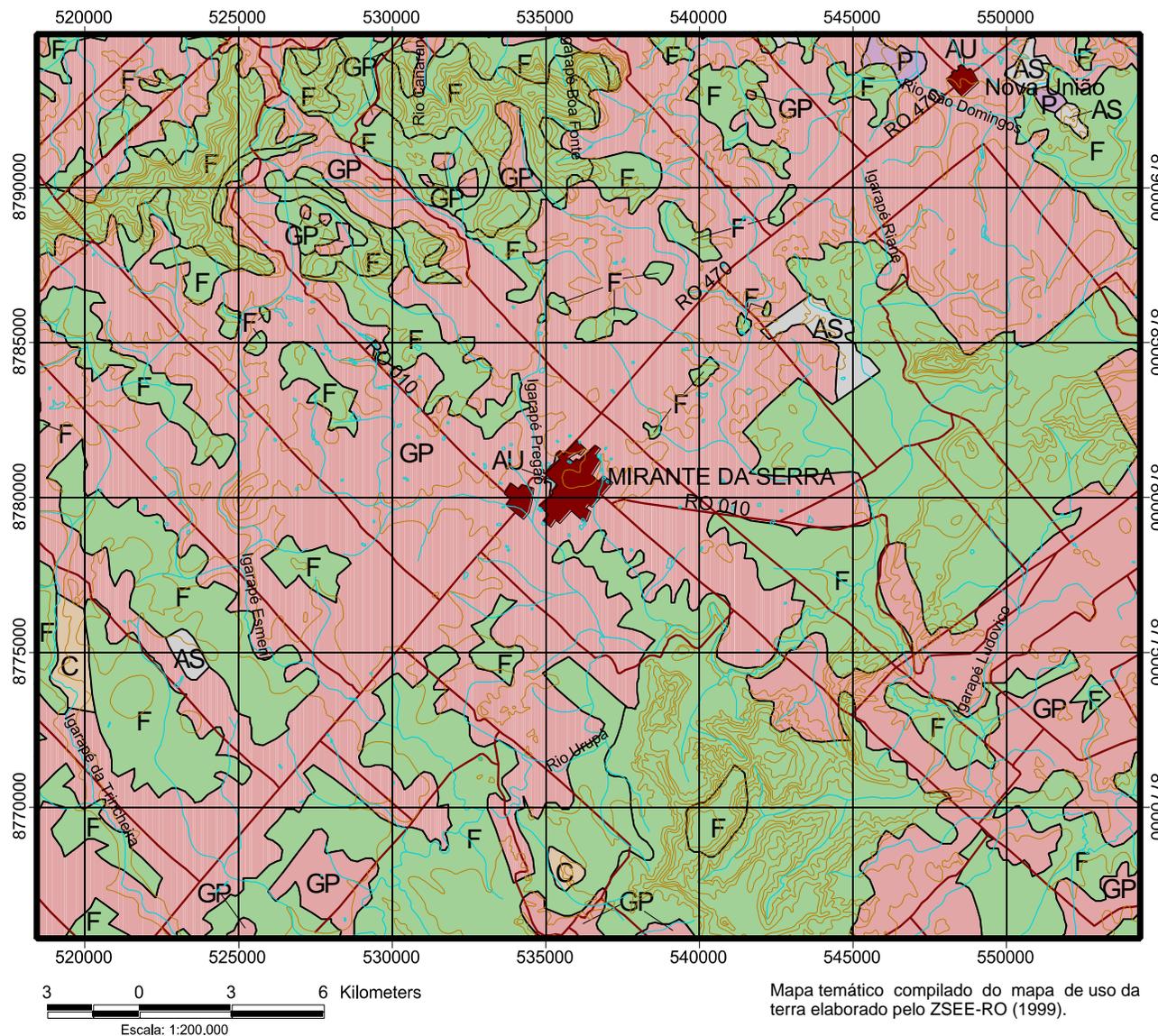
## **4. METODOLOGIA DE TRABALHO**

### **4.1. Considerações Iniciais**

A Constituição Brasileira em vigor desde o ano de 1988, estabelece em seu artigo 225 que “Todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem do uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. É direito de o cidadão ter um ambiente sadio e um dever de todos, preservá-lo.

Com fulcro nessa disposição, políticas públicas associadas ao meio ambiente estão sendo gradativamente implantadas no País. A adoção de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecida através de um Projeto de Lei que se encontra tramitando no Congresso Nacional, representará um marco importante no equacionamento da questão do lixo para os municípios brasileiros, erradicando gradativamente da paisagem os depósitos a céu aberto, destacando-se ainda os princípios da minimização da geração, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final. No teor da lei, prevê-se igualmente que os municípios estarão obrigados a elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Urbanos, favorecendo a cobrança de tarifas para a execução desses serviços. Em Rondônia, a aplicação da Lei nº. 1.145, aprovada em dezembro de 2002, que estabelece a Política Estadual de Resíduos Sólidos, proporcionará os instrumentos legais para uma atuação mais vigorosa do poder público estadual, ao mesmo tempo em que cria o seu sistema de gerenciamento.

A cultura brasileira quanto ao tratamento e a destinação final dos resíduos quase sempre implicam na adoção de soluções imediatistas, através do descarte em áreas a céu aberto, favorecendo a degradação ambiental. A escolha de áreas apropriadas para a implantação de aterros sanitários é uma medida indispensável a grande maioria dos municípios brasileiros; entretanto, essa escolha nem sempre oferece opções realmente adequadas em face da sua



**LEGENDA**

Convenções Temáticas

Áreas Antropizadas

- AS Área utilizada pelo homem sem uso produtivo atual e/ou em fase de desmatamento, sem uso definido.
- AU Área urbana
- GP Área agropastoril
- P Área de pastagem,

Áreas não Antropizadas

- C Área de cerrado
- F Área de floresta tropical

Convenções Cartográficas

- Perímetro urbano
- Rio ou igarapé
- Curva de nível
- Estrada



Mapa temático compilado do mapa de uso da terra elaborado pelo ZSEE-RO (1999).

Figura 7. Mapa de Uso da Terra do Entorno de Mirante da Serra.

escassez por serem áreas densamente urbanizadas, obrigando a busca de alternativas diferenciadas na questão do tratamento do lixo, tais como a incineração, a compostagem e a reciclagem.

DEMAJOROVIC (1996) preocupa-se com a expansão da produção de resíduos, exigindo um gerenciamento adequado, tanto em países do primeiro mundo onde devem ser enfatizadas a reciclagem e recuperação de materiais, como naqueles em desenvolvimento, com uma melhor disposição dos resíduos, evitando problemas de poluição do ar, do solo e da água. BROLLO (2001) ao discutir a questão, apresenta alguns princípios de políticas ambientais, um dos quais associado ao princípio de redução de resíduos na fonte, evitando sua geração através do uso de tecnologias adequadas, tratamento ou minimização em seu lugar de origem.

O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em centros maiores vem sendo gradativamente reformulado, objetivando a sistemática redução da produção de lixo na fonte, favorecendo conseqüentemente um menor consumo de energia, menor desperdício de matéria prima e impactos ambientais minimizados (BROLLO, 2001). Da mesma forma, a adequada disposição do lixo em aterros sanitários contribuirá para reduzir ou até mesmo evitar a contaminação ambiental.

Desta forma, os trabalhos necessários à seleção de áreas favoráveis à implantação de aterros sanitários implicam em uma série de atividades, além da compatibilização de vários fatores relacionados aos aspectos legais, socioeconômicos, às alterações do meio físico e aos custos inerentes ao empreendimento. A aplicação de critérios técnicos permite a individualização de áreas com menores custos de preparo, operação e encerramento de aterros. Significa também menores riscos ao meio ambiente e à saúde pública, além de evitar eventuais transtornos decorrentes da oposição popular.

A metodologia de trabalho e os critérios técnicos utilizados seguiram a orientação de inúmeros trabalhos já desenvolvidos sobre o tema entre os quais podem ser citados: Manual de Gerenciamento Integrado (IPT, 2000); Seleção de Áreas para Tratamento e Disposição de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana de Porto Alegre, RS (WAQUIL et al., 1995 e 1998); Critérios para Localização de Aterros Sanitários (METROPLAN, 1993); Subsídios à Avaliação de Áreas Potencialmente Favoráveis à Implantação de Aterros Sanitários no Município de Lauro Müller, SC (JUNGBLUT et al., 1995). Foram empregados também obras executadas no Estado de Rondônia, tais como Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos na Área de Porto Velho (KREBS e ADAMY, 1999); Seleção de Áreas para a Localização de Aterro Sanitário de Guajará Mirim e Presidente Médici (ADAMY et KREBS, 2001 e 2002); Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos e Implantação de Cemitério em São Felipe d'Oeste – RO (ADAMY, 2003).

Antes de se descrever a metodologia de trabalho, é importante destacar alguns aspectos básicos. As áreas indicadas devem apresentar plenas condições para a elaboração e implantação dos projetos, pois muitas vezes áreas tecnicamente adequadas não demonstram condições de negociação com os proprietários, fato este que inviabiliza a implantação do investimento. No atual trabalho, este fator não foi considerando levando em conta que todas as áreas analisadas foram disponibilizadas pelos próprios proprietários.

A seguir, serão descritas sucintamente as diversas atividades desenvolvidas para a seleção de áreas favoráveis à implantação dessa obra de engenharia em Mirante da Serra.

#### 4.2. Consolidação das Informações Disponíveis

Nessa etapa inicial, foram consolidadas e avaliadas todas as informações obtidas nos trabalhos denominados Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Rondônia (RIZZOTTO *et al.*, 2003) e Zoneamento Socioeconômico - Ecológico de Rondônia (SEPLAN / ITERON, 1999). Além deles, foram selecionadas fotografias aéreas, escala 1:120.000, obtidas no ano de 1974, imagem de satélite LANDSAT-TM, escala 1:250.000, banda 3, datada de 2001, e outros documentos cartográficos disponíveis na CPRM.

Em uma etapa subsequente, já desenvolvida no próprio município, foi realizada uma reunião com Secretários e técnicos da Prefeitura Municipal, sob a coordenação das Secretarias de Administração e Fazenda e Obras, esta última responsável direta pela condução das atividades relacionadas ao assunto em questão. Na oportunidade, foram abordados alguns aspectos relacionados às propostas de trabalho da atual administração municipal, particularmente visando à definição dos vetores de expansão urbana, a rede viária municipal e aspectos socioeconômicos, discutindo-se ainda o processo de coleta de lixo e uma possível reciclagem / reaproveitamento de materiais aí contidos, a elaboração do projeto do aterro sanitário e a necessidade da indicação de um novo local, adequado e compatível com as exigências ambientais. Nesta reunião, foram apresentadas as alternativas locais sugeridas pela administração municipal, em número de três, e para as quais já existia a anuência dos respectivos proprietários. Acordou-se que, os trabalhos de campo seriam limitados a estas áreas, além de uma avaliação técnica do atual depósito de lixo.

Procedeu-se ainda, a análise do espaço geográfico municipal, considerando o respectivo memorial descritivo, onde se comprovou os limites municipais, particularmente àqueles situados mais próximos a cidade de Mirante da Serra, dado a possível inviabilidade do aproveitamento de áreas apontadas pela fotointerpretação. Constatou-se, de imediato, a curta distância da cidade de Nova União (18 km), o que poderia favorecer a implantação de um aterro sanitário comum para as duas cidades, desde que houvesse indicação nas proximidades da rodovia RO-470.

Confirmou-se que os principais eixos de expansão urbana estão associados ao eixo da rodovia RO-470 e sua continuidade sudoeste (Linha 81) e a Linha 58. Nos primeiros anos de implantação do município presenciou-se um uma fase de crescimento mais intenso, associado à expansão da atividade agrícola e secundariamente pelo aproveitamento da madeira ainda existente. No momento atual, o desenvolvimento encontra-se relativamente estabilizado, com uma expansão gradual, sem períodos de crescimento mais notáveis.

As discussões promovidas com os técnicos da Prefeitura foram importantes para que se pudesse avaliar de forma mais precisa cada área selecionada para a implantação do aterro sanitário, considerando-se uma projeção futura mínima de 15 anos para a expansão urbana.

Considerou-se útil buscar junto ao IBGE, dados relacionados aos censos de 1990 e 2000 quanto à taxa média de crescimento anual do Estado como um todo e do próprio município, visando quantificar um acréscimo futuro do volume de lixo coletado na área urbana. Os dados disponíveis para Rondônia indicam os seguintes valores:

- De 1970 a 1980: 14,39%;
- De 1980 a 1991: 10,11%;
- De 1991 a 2000: 3,33%;

Em Mirante da Serra foram coletados os seguintes indicadores:

- População total em 1996: 12.635 habitantes

- População total em 2000: 13.142 habitantes
- Taxa de crescimento geométrico anual: 0.99%, ou seja, ocorreu um pequeno acréscimo no número de habitantes, inferior a média nacional.

Neste último censo, a população urbana de Mirante da Serra alcançou 5.723 habitantes, enquanto que na zona rural com 7.419 habitantes concentra-se a maioria dos seus munícipes, contrastando com os indicadores a nível nacional que aponta uma população predominantemente urbana, alcançando um índice de 82% e na América Latina de 85% (Figura 8). É possível estimar que, no decorrer de seu desenvolvimento sócio-econômico, deverá ocorrer uma gradual inversão destes valores, o que provocará um maior crescimento da mancha urbana, gerando conseqüentemente um maior volume de lixo, embora a quantidade volumétrica não representará grandes acréscimos.

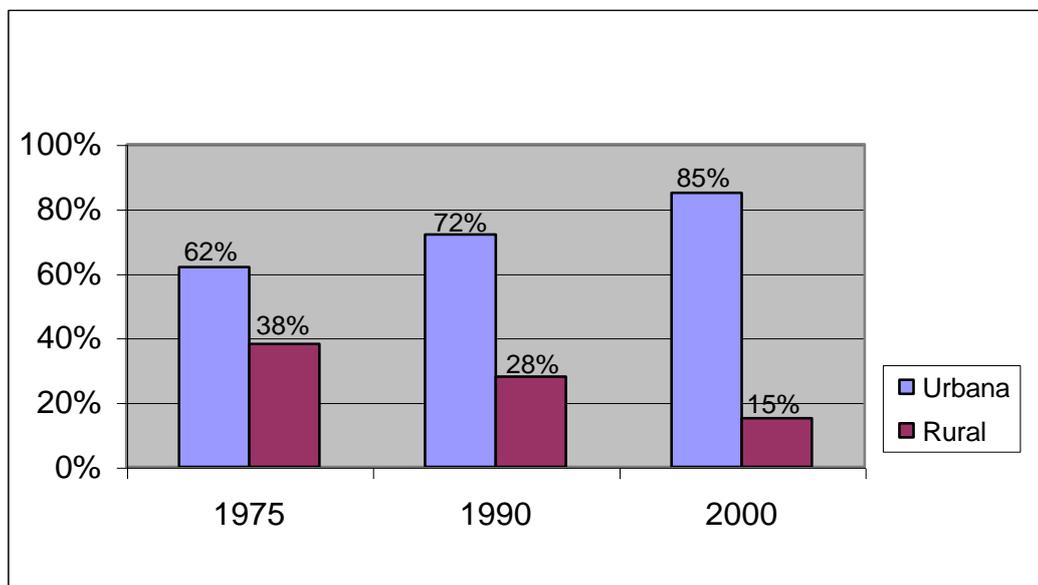


Figura 8. O êxodo rural. Crescimento populacional urbano na América Latina (%). Fonte OMS (2000).

Desta forma, não se prevê um aumento considerável do volume de lixo urbano ao longo das próximas décadas, permitindo que a área selecionada para aterro sanitário possa receber os resíduos sólidos urbanos por um largo espaço de tempo, dispensando-se encontrar áreas que possibilitem uma ampliação futura, se necessário fosse.

#### 4.3. Cálculo da Área Ideal

Segundo informações dos técnicos da Prefeitura, referendadas pelo Censo do IBGE (2000), a população urbana de Mirante da Serra presentemente é de 5.723 habitantes, levemente superior aos dados de 1996, denunciando uma pequena taxa anual de crescimento populacional.

O espaço ocupado pela mancha urbana é aproximadamente 3 km<sup>2</sup>, possuindo um formato aproximadamente retangular, desenvolvendo-se entre as Linhas 58 e 60 e a RO-470. A área urbana é dividida em dois setores, em cada um dos quais é efetuada a coleta de lixo a cada dois dias, sendo executado pela própria Prefeitura Municipal utilizando um caminhão caçamba de 6 m<sup>3</sup>, adaptado para essa atividade. Diariamente é recolhido cerca de 4-5 toneladas em peso de resíduos urbanos e disposto no atual lixão, estimando-se em cerca de 0,7 a 0,9 kg/dia/per capita, valor condizente com os indicadores médios das demais cidades de Rondônia.

Entende-se por geração *per capita* de resíduos a quantidade de lixo gerado diariamente por cada habitante. Na cidade do Rio de Janeiro, esse valor é de 0,9 kg/hab/dia (OMS, 2000).

A quantidade de resíduos domiciliares gerados na América Latina e Caribe varia, segundo a Organização Panamericana de Saúde – OPAS entre 0,3 a 0,6 kg/hab/dia, enquanto que a quantidade bruta gerada (do total de resíduos) é em média de 0.7 kg/hab/dia. Em São Paulo, segundo a Agenda 21 local, cada habitante produz cerca de 1 kg/dia de resíduos domiciliares. Sabe-se que, quanto maior o grau de desenvolvimento de um país e mesmo de um município, maior será a taxa de produção diária de resíduos sólidos/per capita, resultado de uma maior atividade econômica e dos hábitos de consumo decorrentes. No Canadá – 1,90; EUA – 1,50, Rio de Janeiro – 0.90; São Paulo – 0,88, Índia – 0,40. Comprova-se também que países mais desenvolvidos, com Produto Nacional Bruto maior, apresentam resíduos com menor percentual de matéria orgânica e maiores índices de materiais recicláveis, reflexo de hábitos e da quantidade de embalagens produzidas.

Para a seleção de uma área destinada à disposição de resíduos, se deve levar em consideração aspectos como investimento inicial e vida útil da obra. Segundo dados bibliográficos (IPT, 2000; METROPLAN, 1993), um aterro sanitário deve ter uma vida útil igual ou maior que 10 anos para que haja um retorno dos investimentos feitos em aquisição de área, equipamentos e obras civis em geral. Para o presente estudo, será projetada uma vida útil igual ou maior que 15 anos, atendendo as recomendações estabelecidas no Edital nº. 06/2000 do Fundo Nacional do Meio Ambiente.

Considerando-se esses condicionantes, se estabelecem as seguintes premissas:

- ✓ A área selecionada deverá atender a população de Mirante da Serra, estimada em 6.000 pessoas;
- ✓ Para uma população de 6.000 habitantes, o peso de lixo gerado diariamente é de 5,4 toneladas, estimando-se um valor de 0,9 kg/dia *per capita*, significando um volume estimado de 7,8 m<sup>3</sup>/dia;
- ✓ O volume de lixo produzido em um ano será de 2.847 m<sup>3</sup>;
- ✓ Estima-se uma adição de 20% de material de cobertura da pilha de resíduos sólidos, representando um volume anual final de 3.416 m<sup>3</sup> (2.847 m<sup>3</sup> + 20%)
- ✓ Para uma vida útil de 20 anos do aterro sanitário, teríamos um volume total a ser depositado correspondente a 68.320 m<sup>3</sup>;
- ✓ Estabelecido o volume total de lixo a ser disposto no futuro aterro sanitário, torna-se possível calcular a área necessária, determinando-se unidades individuais (células) de 2 m de altura. Assim, em um hectare (10.000 m<sup>2</sup>) poderá ser disposto um volume de 20.000 m<sup>3</sup>. Como o volume final é de 68.320 m<sup>3</sup>, seria necessária uma área próxima a 3,5 hectares ao longo de 20 anos. Adicionando-se um espaço de 1,0 hectare (25%) como área de implantação de outras atividades associadas, como pátio de manobras, área de paisagem, sistema de tratamento de líquidos percolados, área de apoio e infra-estrutura, setor de administração e vias de acesso internas, haverá a necessidade de **4,5 hectares** para a atividade proposta.

A alternativa indicada à Prefeitura Municipal representada por células de 2 m deverá considerar os seguintes aspectos:

1. Essa escolha implicará em uma área maior, com um custo inicial mais elevado, relacionado à aquisição e preparação do terreno, porém, o seu manejo, cobertura e riscos ambientais representarão custos menores;

2. A opção por duas células de 2 m de altura cada uma, totalizando 4 m envolverá uma área menor, com dispêndio inferior de recursos nas etapas iniciais, entretanto significará problemas associados à maior altura do depósito, como o recalque diferencial, fuga de chorume, erosão dos taludes, um sistema de monitoramento geotécnico e ambiental mais oneroso.

Em face da disponibilidade de áreas favoráveis a pequenas distâncias da cidade, bem como a dimensão da área necessária, recomenda-se optar pela alternativa com apenas uma célula, cujo manejo e disposição são menos onerosos e mais facilmente aplicáveis.

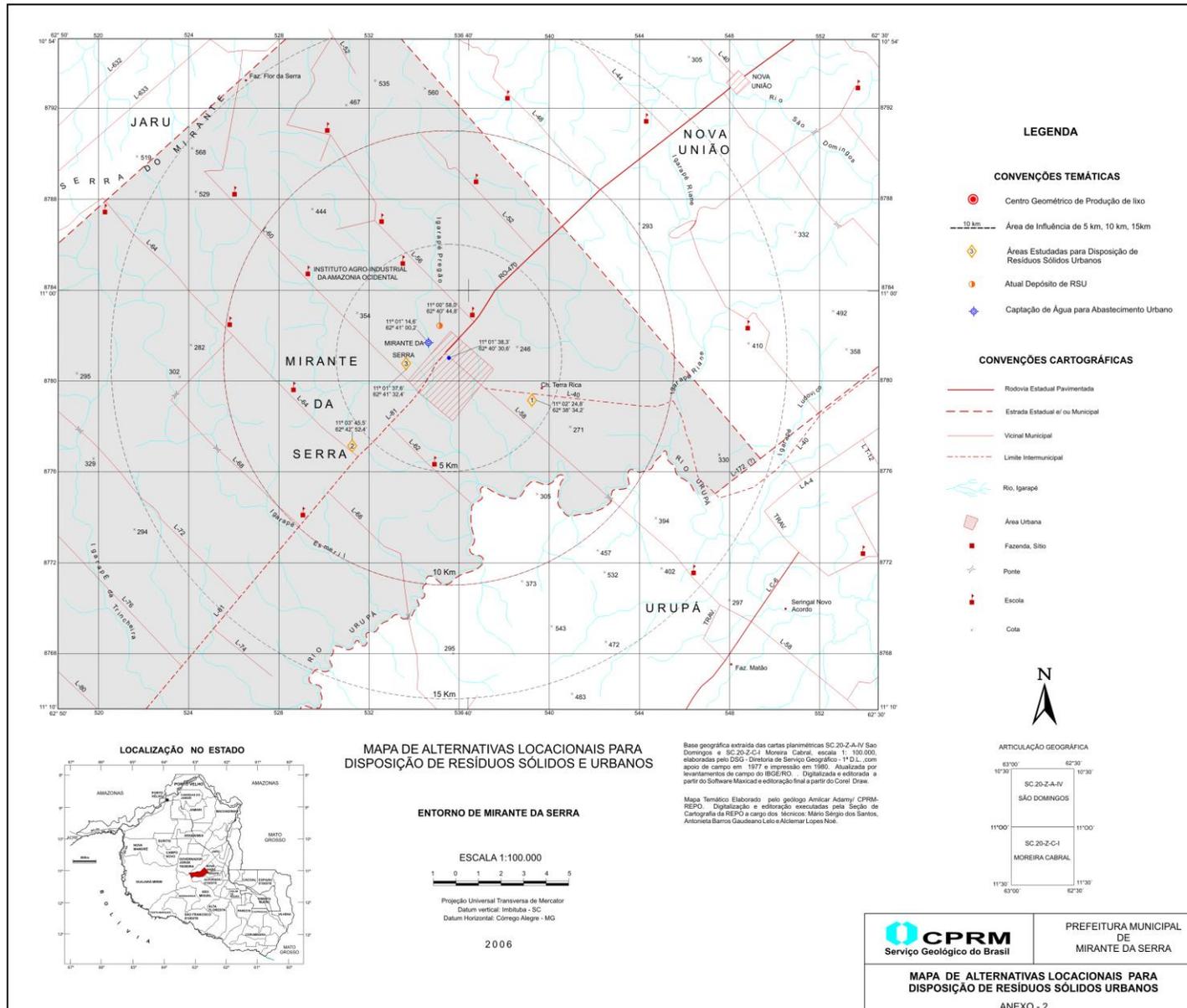
#### **4.4. Definição do Centro Produtor do Lixo**

Para a definição do centro produtor de lixo, partiu-se do pressuposto de que a geração de lixo e a distribuição da população fossem mais ou menos homogêneas ao longo de toda a área correspondente à mancha urbana principal. Este procedimento foi adotado para compensarem-se eventuais diferenças na quantidade de lixo gerada nos distintos setores da cidade, bem como pelo fato de existirem porções menos ocupadas e outras mais dissociadas da mancha urbana principal.

Por outro lado, os vetores de expansão urbana não apontam uma direção predominante, embora possa se supor que os trechos dispostos ao longo das linhas citadas acima apresentem maior favorabilidade para o desenvolvimento. Não se observam impedimentos naturais para que a cidade cresça uniformemente em todos os sentidos, entretanto é provável uma maior expansão da mancha urbana nos sentidos sudeste e nordeste, sendo mais impeditivo para sudoeste e noroeste devido à proximidade de drenagens como o Igarapé Pregão. .

Pelo exposto, para efeito de cálculo, considerou-se a área da mancha urbana principal como homogênea em relação à quantidade de lixo gerada. Também foi considerada a geometria da mancha urbana principal, que possui forma retangular. Desta forma, calculou-se o centro produtor de lixo nas proximidades do cruzamento da rodovia RO-470 e Linha 58 por existir uma maior densidade populacional e de gerar um maior volume de lixo.

Para a avaliação das áreas indicadas pela administração municipal, deve ser levado em conta o conceito de viabilidade econômica, adotando-se as distâncias de 5, 10 e 15 km do referido centro. Recomendações técnicas do IPT (2000) indicam que a distância ideal é de até 10 km. Em situações de compartilhamento da disposição do lixo por mais de um município, poder-se-ia atingir até 20 km. Na situação atual incluiu-se à distância de 5 km em face da população urbana não ser expressiva, gerando um pequeno volume de lixo, além da taxa geométrica de crescimento anual apontar para baixos valores (Censo IBGE, 2000), o que indica uma possível manutenção dos atuais níveis de geração de lixo por alguns anos. O lixo gerado poderá aumentar a partir de uma coleta de lixo plena da cidade e pelo crescimento da geração *per capita*, a partir do desenvolvimento sócio-econômico do município. Nesse contexto, foram traçados 3 (três) círculos de 5, 10 e 15 km, concêntricos ao centro produtor de lixo, e a partir deles foram inseridas as áreas indicadas (Figura 9). Constatou-se igualmente, que em distâncias superiores a 10 km haveria a interferência com os municípios vizinhos de Urupá e Nova União.



#### 4.5. Critérios Utilizados

A avaliação das áreas sugeridas valeu-se da utilização de critérios empregados em trabalhos anteriormente desenvolvidos em diversas regiões do país, bem como aqueles estabelecidos pela legislação vigente, tanto a nível federal como estadual (SEDAM, s/d), ou por instituições técnicas. Empregou-se também o estabelecimento de critérios eliminatórios e critérios seletivos. Devido às características peculiares do município abordado, foram realizadas algumas modificações na referida metodologia.

Os critérios eliminatórios utilizados são aqueles estabelecidos pela legislação ambiental, no que se refere à distância de cursos d'água (PORTARIA n.º 124 de 20/08/1980), reservas ecológicas (Resolução do CONAMA 004, de 18/04/1985), parcelamento do solo (Lei Federal n.º 6766/79), Normas Técnicas (ABNT, 1984) sobre aterros - NBR 13896 (ABNT, 1997) e NBR 10157 (ABNT, 1987), entre outras. WAQUIL et al. (1995), baseados em normas internas da FEPAM, propuseram os seguintes critérios:

- "o aterro deverá situar-se a mais de 200 m de nascentes, arroios, rios e outros mananciais d'água. Distância medida horizontalmente a partir da cota máxima de inundação";
- "situar-se no mínimo a 2 km de núcleos residenciais, por razões sanitárias";
- "a área para disposição dos resíduos sólidos deverá estar de acordo com a legislação de uso do solo vigente";
- "não deverá situar-se à margem de rodovias, mantendo uma distância mínima de 20 metros".

Além desses critérios eliminatórios, outros parâmetros são previstos pela Legislação Ambiental Federal, que impedem a instalação de aterros em áreas de proteção ambiental, parques, reservas, áreas com declividade superior a 30 %, vegetação de preservação e recursos hídricos interiores às áreas pré-selecionadas.

Esses critérios eliminatórios, quando aplicados em áreas densamente ocupadas, podem ser adaptados ao espaço físico disponível. No entanto, na atual situação, acredita-se não ser necessária qualquer adaptação para ajuste dos critérios previstos na legislação, apesar de uma ocupação plena do solo da região por atividades agropecuárias, não se observando uma pressão intensa para a ocupação dos espaços municipais, além de se dispor de extensas áreas livres em seu entorno.

Outro fator eliminatório é o tamanho das áreas selecionadas para este fim. O cálculo realizado no item 4.3 indica que no caso do município em estudo a dimensão mínima que a área deverá possuir para ser considerada adequada é de 4,5 ha. Por este motivo, as áreas avaliadas que possuem superfície menor foram descartadas.

Os critérios seletivos foram adotados com o objetivo de realizar-se a hierarquização das diversas áreas pré-selecionadas, levando-se em consideração suas deficiências e suas potencialidades para este tipo de uso. Desta forma, buscou-se a indicação da área que cause menor impacto ambiental e possua um baixo custo para implantação, operação e posterior desativação do aterro sanitário. Esses critérios referem-se aos aspectos do meio físico e aos aspectos socioeconômicos de cada local avaliado.

Os parâmetros relacionados ao meio físico dizem respeito ao tipo de solo (classe textural, permeabilidade e espessura), relevo, declividade, profundidade do lençol freático, natureza geológica do substrato, permeabilidade da rocha subjacente e potencial hídrico da área.

Os parâmetros socioeconômicos relacionam-se à vida útil da área para este tipo de uso, dimensões da área, distância de núcleos populacionais, grau de incômodo que causará à po-

pulação, tipo de uso atual da área, valor nominal da área e aceitação popular. Estes parâmetros permitirão uma avaliação dos custos de infra-estrutura para implantação, operação e desativação da obra, bem como caracterizar o grau de incômodo que esta atividade causará à população. Além dos critérios apresentados, as áreas avaliadas foram consideradas quanto a possíveis conflitos de uso devido a normatização de órgãos federais, estaduais ou municipais, tais como: ELETRONORTE (linhas de transmissão), Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, entre outros.

#### **4.6. Interpretação de Imagem de Satélite e Fotografias Aéreas**

Após a definição das áreas indicadas, procedeu-se em seguida a uma interpretação das fotografias aéreas abrangendo o entorno da cidade de Mirante da Serra, procurando-se obedecer aos limites de 5 e 10 km traçados a partir do centro produtor de lixo, descartando-se distâncias superiores a 10 km.. Foram interpretadas fotografias aéreas convencionais em preto e branco, escala 1:120.000, datadas de 1973, além da utilização parcial de fotos aéreas em escala 1:70.000, de 1963/1966, ambas disponíveis na CPRM. Esta atividade teve como objetivo principal à identificação do sistema de drenagem da área de entorno da sede municipal, efetuada da forma mais detalhada possível, permitindo a caracterização de uma vasta rede de drenagem no entorno da mancha urbana. Procedeu-se também a verificação das formas de relevo presentes na área, onde se destacam algumas elevações mais pronunciadas a noroeste da cidade, bem como a sudeste, fora do espaço municipal.

Como as fotos utilizadas datam da década de 70, não retratando o cenário atual em função de sensíveis mudanças ocorridas desde então pela ação antrópica, não foram contemplados aspectos relacionados à cobertura vegetal, ao tamanho da mancha urbana e as áreas degradadas por atividades rurais. Entretanto, por se constituírem de aspectos indissociáveis ao diagnóstico do meio físico, recorreu-se, então, a imagens de satélite LANDSAT-TM, mais recentes e que favoreceram igualmente a visualização de algumas vias de acesso introduzidas desde então.

#### **4.7. Trabalhos de Campo**

Após uma fase de estudo preliminar realizada em Porto Velho abrangendo principalmente atividades relacionadas a fotointerpretação e ao traçado da rede viária, procedeu-se ao detalhamento de campo em cada área-alvo. Para identificação dos locais visitados, utilizaram-se as fotografias aéreas em preto e branco, escala 120.000, obtidas no ano de 1973. Todos os pontos estudados foram plotados em uma base cartográfica de escala 1:100.000, elaborada na Residência da CPRM de Porto Velho, contendo a área estudada. As coordenadas geográficas de cada local foram obtidas utilizando-se um GPS marca Garmin, modelo 45. O traçado da rede viária foi estabelecido pelo mapa rodoviário do DER-RO e imagens de satélite, revelando-se insuficiente e incompleto, deficiência sanada a partir da base cartográfica fornecida pelo IBGE/RO, contendo praticamente toda a malha viária municipal atual, o que agilizou os trabalhos de campo.

Durante a realização desses trabalhos, foram enfatizados alguns parâmetros que favoreceram a avaliação e a hierarquização das áreas indicadas com maior favorabilidade para os objetivos pretendidos.

- ❖ **Condições de Trafegabilidade:** A leitura do Mapa Integrado (Anexo 3) revela que as Áreas 1 e 2 não apresentam problemas maiores de trafegabilidade em épocas chuvosas, sendo praticamente acessíveis durante o ano inteiro, particularmente por utilizarem vias de acesso em boas condições e periodicamente recuperadas. Entretanto, a Área 3, apesar de ser mais próxima oferece uma precária via de acesso, o que implicaria em um investimento considerável em sua melhoria.

- ❖ **Nível Freático:** constatou-se situações distintas nas áreas estudadas em relação à presença de água subterrânea. Na Área 1, o furo de trado executado com 5 m de profundidade até atingir a rocha subaflorante, não foi encontrado água subterrânea, não representando, portanto, obstáculo a sua utilização para o fim pretendido; na Área 2, verificou-se a existência de nascentes dentro da área sugerida, embora estivessem secas quando da avaliação. Por sua vez, a Área 3 possui um pequeno filete de água, o que caracteriza o descarte imediato da área. Dessa forma, a Área 1 apresenta as condições mais favoráveis quanto ao parâmetro indicado, evidenciado também pela existência de um poço amazonas em suas proximidades com 8 m de profundidade e que se encontrava seco.
- ❖ **Natureza do Solo:** a maioria dos pontos estudados apontou um solo de natureza latossólico, com o horizonte A orgânico delgado e o horizonte B, espesso, de textura argilo-arenosa e coloração variegada em tons vermelhos, amarelos e acinzentados, notadamente na Área 1. A Área 2 exibe um solo do tipo regossolo distrófico, bem drenado e arenoso, associado claramente a arcósios.
- ❖ **Substrato Rochoso:** o substrato rochoso de natureza ortognáissica (Complexo Jamari) está presente nas Áreas 1 e 3, variando, porém, a sua profundidade, que pode atingir mais de 5 m na Área 1 e aflorante superficialmente na Área 3. Na Área 2, afloram arenitos arcosianos intemperizados da Formação Palmeiral.
- ❖ **Vegetação:** a vegetação nativa identificada em fotos aéreas da década de 70 cobria praticamente todo o espaço municipal, caracterizado por uma floresta ombrófila densa a aberta, a qual gradativamente foi desaparecendo ao longo dos anos pela intensa ação antrópica promovida por atividades agropecuárias, atingindo a um índice superior a 60% de desmatamento, conforme constatada em imagens recentes do satélite LANDSAT. A Área 1 encontra-se totalmente ocupada por atividades agrícolas, enquanto que as áreas 2 e 3 ainda contemplam pequenas manchas de cobertura vegetal. Assim sendo, a viabilização da Área 1 é favorecida por dispensar a remoção de vegetação, não produzindo impacto ambiental adicional.

Para cada local selecionado foi preenchida uma ficha que contempla as principais características do meio físico, aspectos socioeconômicos e ambientais, constatados em campo. No Anexo 1, são apresentadas as fichas de cada local avaliado para aterro sanitário.

## 5. A DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

### 5.1. Considerações Preliminares

Para um melhor entendimento da questão ambiental relacionada a disposição de resíduos urbanos na cidade de Mirante da Serra, considera-se importante a uniformização de conceitos básicos tais como o que é lixo, "lixão", chorume, aterro controlado e aterro sanitário.

**Lixo** constitui os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis (IPT, 2000). Em geral, se apresentam em estado sólido, semi-sólido ou semi-líquido. Os resíduos sólidos são em geral classificados segundo sua origem, podendo ainda ser levada em conta sua natureza física, composição química ou ainda os riscos potenciais ao meio ambiente. Neste trabalho será contemplada apenas a origem como parâmetro de classificação, com algumas observações quanto ao potencial poluidor.

É considerado como **lixo domiciliar** aquele originado da vida diária das residências, sendo constituídos por restos de alimentos, produtos deteriorados, jornais, revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis, etc. Tem como características principais o alto percentual de umidade, médio a alto poder calorífico, alto teor de cinzas (quando submetido à queima) abundância de matéria orgânica e gorduras, oferecendo boas condições para a proliferação de bactérias e outros microrganismos.

O **lixo comercial** é aquele originado nos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços, tais como supermercados, lojas, bancos, restaurantes, hotéis, escolas, açougues, peixarias, padarias, etc. Em sua composição estão inclusos restos de comida, plásticos e vidro, além de um forte componente de papel, embalagens diversas e resíduos do asseio de funcionários, tais como papel-toalha, papel higiênico, etc. Oferece ótimas condições para a proliferação de bactérias patogênicas, significando riscos de contaminação do lençol freático.

O **lixo industrial** é aquele originado das atividades dos diversos ramos da indústria, tais como metalúrgica, química, petroquímica, papelreira, alimentícia, etc. A composição deste tipo de resíduo é extremamente variável, dependendo do tipo de atividade desenvolvida, podendo ser composto por restos de metais, tintas, óleos, graxas, cinzas, lodos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, fibras, madeiras, borrachas, escórias, etc. Em geral é considerado como lixo tóxico ou perigoso, devendo receber um tratamento especial em termos de disposição final.

O **lixo público** é o material originado da limpeza pública urbana, incluindo-se todos os resíduos de varrição das vias públicas, limpeza de praias, de galerias, de córregos e de terrenos, de limpeza de áreas de feiras livres, podas de árvores, além de restos de construção civil e de recapeamento de asfalto, areia, madeira e metais. Em geral, apresenta baixo risco de contaminação do lençol freático.

O **lixo hospitalar e de saúde** é constituído por resíduos sépticos, ou seja, os resíduos que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos. São produzidos em hospitais, postos de saúde, clínicas particulares, farmácias, laboratórios, clínicas veterinárias, institutos de medicina legal, etc. Este material é constituído por seringas, agulhas, gazes, bandagens, algodões, órgãos e tecidos removidos, meios de cultura e animais usados em testes, sangue coagulado, luvas descartáveis, remédios com prazos de validade vencidos, instrumentos de resina sintética, filmes fotográficos de raios X, etc. Estes resíduos, considerados perigosos, são em geral incinerados. Os resíduos hospitalares assépticos, constituídos por papéis, restos de preparação de alimentos, resíduos de limpeza geral ou outros materiais que não entram em contato com pacientes ou com resíduos sépticos, são considerados como domiciliares.

O **lixo de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários** constituem-se em resíduos sépticos, ou seja, aqueles que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos, trazidos aos portos, terminais rodoviários e aeroportos. Origina-se de materiais de higiene, asseio pessoal e restos de alimentação que podem veicular doenças provenientes de outras cidades, estados e países.

São considerados como **entulho** os resíduos da construção civil, como restos de obras ou demolições, solos de escavação e aterros, etc. O entulho é geralmente um material inerte, passível de reaproveitamento.

Dados do IBGE (1991, In: IPT, 2000) indicam que 76% do lixo produzido no Brasil é disposto a céu aberto, 13% em aterros controlados, 10% em aterros sanitários, 0,9% é enviado para usinas de compostagem / reciclagem e 0,1% para incineração, representando, portanto, um problema gravíssimo para a saúde da população e para o meio ambiente. Na década seguinte, o IBGE (2000), através da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico encontra um quadro modificado onde 63,6% dos municípios depositam seus resíduos em lixões, 18,4% em ater-

ros controlados, 13,8% em aterros sanitários e 5% em locais não definidos. Apesar da política governamental implantada nos últimos anos induzindo a uma nova visão no tratamento dado ao lixo urbano, não se verificou mudanças expressivas. Os resíduos sólidos de serviços de saúde são encaminhados para os depósitos comuns por 2.569 municípios, sendo que apenas 9,5% dos municípios destinam para locais especiais.

Esta mesma pesquisa evidenciou uma tendência a terceirização do serviço de coleta e disposição por parte dos municípios, principalmente por unidades de médio a grande porte que, em paralelo, passaram a efetuar cobrança por este serviço, entretanto, a maioria dos pequenos municípios procede a própria coleta e não cobram nenhuma taxa de seus municípios, como em Rondônia.

Em nosso estado, a maior parte dos municípios dispõe o lixo em vazadouros a céu aberto, notando-se, no entanto, uma significativa mudança na visão dos administradores públicos que pressionados ou não, buscam uma alternativa mais técnica e ambientalmente correta.

Um "**lixão**" representa uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, disposto em céu aberto, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (IPT, 2000). Os resíduos lançados causam problemas à saúde pública devido à proliferação de vetores de doenças, tais como moscas, mosquitos, baratas, ratos, aves, etc., além da geração de mau odor e, principalmente, a degradação do meio ambiente, através da contaminação dos recursos naturais, tais como o ar, os solos, as águas superficiais e subterrâneas. Nos lixões não ocorre qualquer tipo de controle sobre os resíduos dispostos, que são, em geral, lançados juntamente com os resíduos domiciliares, resíduos de saúde e industriais. Outras atividades indesejáveis verificadas comumente junto aos "lixões", inclusive em municípios de Rondônia, estão representadas pela criação de animais (gado, porcos, etc.) e a presença de catadores em busca de materiais recicláveis sem qualquer controle.

Um dos graves problemas associados aos lixões é a geração do **chorume**, que é um líquido de cor preta, de cheiro desagradável, resultante da decomposição da matéria orgânica contida no lixo. Possui alto potencial poluidor e, geralmente, contamina os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Uma alternativa utilizada por muitos municípios é o **aterro controlado**, que é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo com menores danos ou riscos à saúde pública e que minimiza os impactos ambientais. Este método utiliza princípios de engenharia para confinar resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho. Este tipo de disposição diminui os problemas de poluição, porém, não os elimina totalmente, por não dispor de uma impermeabilização de base nem de uma estação de tratamento de chorume e de um sistema de dispersão de gases. Atualmente tem sido muito utilizado devido ao seu baixo custo de implantação se comparado aos custos de um aterro sanitário.

O **aterro sanitário** é um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, embasado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, que permite a confinação segura em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública (IPT, 2000). Corresponde também à forma de disposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, através de confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente em solo argiloso (também são usadas mantas de material geotêxtil), segundo normas operacionais específicas, de modo a evitarem-se danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando-se os impactos negativos ao meio ambiente.

Um aterro sanitário é a mais adequada forma de disposição de resíduos no solo, apresentando, porém, os maiores custos de implantação, considerando a aplicação de técnicas de impermeabilização e contenção de líquidos percolados para impedir o contato direto dos mesmos com o solo e os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Esses líquidos percolados, conhecidos como “chorume”, são também submetidos a tratamento, geralmente em uma lagoa de estabilização, antes da sua introdução no sistema de drenagem superficial.

A Agenda 21, marcada pelos princípios de desenvolvimento sustentável, tem procurando intervir nessa questão apontando algumas propostas em busca de soluções para o problema do lixo em áreas urbanas, podendo ser citadas a prevenção através da redução do volume de resíduos na fonte, a reutilização, a recuperação, a reciclagem, o devido tratamento, a disposição final, a recuperação de áreas degradadas e a ampliação da cobertura dos serviços ligados aos resíduos. Essas medidas vêm sendo introduzidas gradativamente em alguns municípios, com um gerenciamento mais integrado dos resíduos sólidos.

Em geral, o comportamento da população na questão de resíduos sólidos urbanos é o de transferir a responsabilidade para o poder público, principalmente no que diz respeito à coleta, transporte e disposição final. Entretanto, apenas o lixo doméstico e o comercial são de responsabilidade legal das Prefeituras Municipais em gerenciá-lo, enquanto que o lixo hospitalar, industrial, agrícola (embalagens, agrotóxicos, ração, etc.) e entulhos cabem ao gerador a responsabilidade pelo gerenciamento.

Apesar de produzirem menor volume de resíduos, os maiores problemas na destinação final estão nos pequenos municípios. Grande parte da degradação ambiental é provocada pelo tratamento inadequado dos resíduos sólidos dos centros urbanos, especialmente quanto à sua deposição. A disposição no solo, a mais utilizada, leva em conta os custos relativamente baixos de investimento inicial e a disponibilidade de áreas livres para este uso.

Desta forma, é importante que os municípios estabeleçam uma diretriz clara e uniforme para administração dos resíduos sólidos urbanos, procurando igualmente capacitar às pessoas responsáveis pelos serviços desde o gari até o próprio coordenador da área, evitando a frequente descontinuidade política e administrativa comumente verificada na alternância do poder municipal, que favorece a fragilidade do tratamento dado ao lixo. O gerenciamento inadequado do lixo urbano gera a poluição do ar, a poluição das águas (chorume), a degradação superficial do solo, a poluição estética, a queima do lixo (disseminação de agentes oportunistas como vírus e bactérias) e a presença de animais e catadores.

## **5.2. Disposição Atual dos Resíduos Sólidos Urbanos**

Durante os trabalhos de campo e atendendo uma solicitação da administração municipal, foi realizada uma visita ao atual depósito de lixo da cidade de Mirante da Serra, visando proceder uma avaliação dos riscos ambientais daí decorrentes e apresentar sugestões para uma melhor operacionalização do local até a definição de uma nova área.

Com o crescimento da cidade e de sua população, ocorrida de forma rápida nos primeiros anos desde a implantação do município em 1992, o volume de lixo gerado aumentou de forma considerável, originando a necessidade de se encontrar um local para sua disposição. Esta busca, efetuada sem maiores parâmetros técnicos e sem um componente ambiental, foi concluída com a disponibilização do atual depósito, localizado a NE da cidade, distante 1,5 km através de um pequeno ramal, tendo por coordenadas geográficas 11° 00' 58,0" S e 62° 40' 44,8 W.

Este depósito, tornado operacional há mais de 10 anos, opera como um vazadouro a céu aberto, sem quaisquer técnicas de manejo e disposição, operando como um verdadeiro

lixão (Foto 4), com o simples despejo do material coletado na mancha urbana. Além da operação totalmente inadequada, o local revela-se praticamente exaurido após mais de uma década de uso, devido às dimensões reduzidas da área, apresentando ainda uma conformação topográfica indesejável, próximo à encosta do relevo local. Situa-se também a uma distância relativamente próxima da cidade e de proprietários rurais, sendo considerada uma área de intensa atividade agropastoril.



Foto 4. Atual depósito de RSU, operando como lixão.

Como referido anteriormente, a coleta do lixo urbano é efetuado diariamente por um caminhão tipo caçamba, adaptado para esta finalidade, aberto na parte traseira e sem proteção superior com uma lona ou material semelhante, favorecendo a queda de rejeitos ao longo do trajeto (Foto 5).

A disposição do lixo é efetuada de maneira caótica, formando monturos diariamente ampliados, onde se observam distintos tipos de rejeitos, desde residencial, com predomínio de matéria orgânica, comercial, composto em grande parte de embalagens, resíduos de serviços de saúde, animais mortos, utensílios domésticos abandonados, etc. Periodicamente, funcionários da Prefeitura Municipal queimam o lixo, reduzindo-o, provocando, porém, poluição do ar com fumaça. Produtos agrotóxicos oriundos de casas comerciais especializadas são dispostos em outro local na cidade de Ouro Preto; da mesma forma, entulhos da poda e varrição pública não são dispostos neste local. Os entulhos da construção civil são aproveitados de alguma forma na mancha urbana.



Foto 5. Veículo de transporte do lixo urbano.

Esta disposição sem qualquer medida de proteção ou cobertura favorece a proliferação de micro-vetores nocivos à saúde pública tais como roedores e moscas, além de aves. Depósitos mais antigos estão sendo recobertos parcialmente por uma vegetação secundária (capoeira) composta de gramíneas, arvoretas e arbustos, destacando-se a mamona. A geração de chorume derivado da decomposição da matéria orgânica também foi observada localmente (Foto 6), situação que se agrava em períodos de incidência de chuvas mais intensas pela existência a montante de uma pequena lagoa onde são dispostos os rejeitos de caminhões limpa-fossa e que extravasam em direção ao lixão devido à reduzida profundidade da lagoa.



Foto 6. Chorume derivado da decomposição da matéria orgânica.

Constatou-se ainda a presença de um pequeno número de catadores, reciclando ferragens, sem adotarem qualquer equipamento de proteção. Não existe também isolamento da área empregada para a disposição do lixo, permitindo o livre acesso de pessoas e animais, tendo sido verificada a presença de animais de pequeno porte.

Este cenário associado ao provável fluxo da água subterrânea em direção a uma pequena drenagem situada nas imediações sugere a real possibilidade de contaminação dos recursos hídricos tanto superficiais como subterrâneos, podendo atingir drenagens maiores a jusante. Medidas paliativas foram adotadas pela administração municipal visando minimizar os efeitos perversos ao meio ambiente, contudo, sendo insuficientes.

Uma área adequadamente selecionada traduz-se em menores riscos ao meio ambiente e à saúde pública, além de menores gastos com preparo, operação e o fechamento final do aterro. Previnem-se, desta forma, os efeitos relacionados à poluição dos solos e das águas subterrâneas do entorno da área afetada.

O atual cenário desse depósito recomenda a adoção de medidas de remediação por parte dos órgãos públicos, visando restaurar a sua integridade ambiental e recomposição paisagística, medidas essas contempladas no item 8.1 deste relatório.

### **5.3. Caracterização dos Resíduos Sólidos**

A gestão integrada dos resíduos sólidos de uma área urbana necessita caracterizar a composição do lixo gerado por seus habitantes. Em nosso país, é prática comum à despreocupação da administração pública e mesmo da comunidade quanto ao levantamento dessa informação, existindo apenas estimativas sem muita consistência. É fato notório a variação de cidade para cidade em função da atividade dominante (comercial, turística, industrial, agrícola, etc.), hábito e costume da população, principalmente relacionados à alimentação e clima. Essas características vão mudando no decorrer dos anos, sendo necessários levantamentos periódicos a fim de manter os dados atualizados.

Em países do Primeiro Mundo, a quantidade de matéria orgânica contida no lixo atinge valores baixos, devido à utilização maciça de embalagens descartáveis, responsáveis pela maior parcela dos detritos. No Brasil, segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS (2000), em torno de 56 a 65% do lixo produzido é constituído por matéria orgânica, seguido por embalagens. É consenso dos pesquisadores que a produção de matéria orgânica está ligada diretamente à condição sócio-econômica de qualquer país, pois quanto maior for o poder aquisitivo da população, maior será a produção e consumo de embalagens, diminuindo a quantidade de matéria orgânica, implicando em um melhor aproveitamento e menos desperdícios da matéria prima.

Em centros mais avançados, onde se observam grandes volumes de lixo e uma carência sempre presente de áreas adequadas para sua disposição, o lixo é caracterizado tecnicamente sob três grupos de parâmetros principais:

- ✓ Físicos: teor de umidade, peso específico, composição gravimétrica, compressividade, geração per capita;
- ✓ Químicos: poder calorífico, potencial de hidrogênio, teores de cinza, matéria orgânica, cálcio, fósforo, resíduo mineral solúvel e gorduras, relação carbono/nitrogênio;
- ✓ Biológicos: estudo dos agentes patogênicos e população microbiana.

Em Mirante da Serra, dado o baixo volume de lixo produzido e o atual nível de desenvolvimento urbano, o enfoque maior estaria condicionado ao dimensionamento do percentual de matéria orgânica, a composição gravimétrica e a presença de agentes patogênicos. Infor-

mações preliminares obtidas junto à Prefeitura Municipal dão conta que a natureza do lixo apresenta um percentual expressivo de matéria orgânica, porém sem estar quantificada numericamente. Este dado aproxima-se da média brasileira, rica em matéria orgânica, superando percentuais de 50%, contrastando com os dados existentes em países mais desenvolvidos onde os resíduos apresentam menores percentuais de matéria orgânica e maiores índices de materiais recicláveis, reflexo de hábitos e da quantidade de embalagens produzidas.

Na grande maioria dos municípios rondonienses e até mesmo brasileiros, a segregação informal através de catadores é largamente utilizada nos depósitos de lixo, representando uma alternativa de sobrevivência para a população pobre e desempregada, coletando material reciclável, posteriormente comercializado em nível local. De forma incipiente, este fato também se verifica em Mirante da Serra.

## **6. RESULTADOS OBTIDOS**

### **6.1. Consideração Iniciais**

Em Mirante da Serra, a comprovação de uma destinação inadequada e contaminante dos resíduos sólidos em um local contra-indicado, ensejaram ações para a procura de uma área tecnicamente favorável, com a adoção de medidas ambientalmente corretas em sua disposição. Nesse contexto, a administração municipal disponibilizou três áreas para que fosse procedida uma avaliação criteriosa, permitindo ao final selecionar uma delas como futuro aterro sanitário. Na avaliação das áreas, foram executadas duas etapas distintas e sucessivas - escritório e campo, permitindo coletar uma série de informações que balizaram a escolha definitiva.

Na hierarquização das áreas indicadas, procurou-se enfatizar o acesso viário existente para as mesmas, que oferecessem boas condições de trafegabilidade em qualquer época do ano, o que permitirá a redução dos custos de transporte.

Este município não cobra de seus munícipes nenhuma tarifa para a cobertura dos serviços de remoção do lixo de qualquer natureza, retirando de outras rubricas de seus orçamentos todos os custos necessários à sua realização, a semelhança de um grande número de pequenos municípios, trazendo conseqüentemente dificuldades na manutenção da qualidade dos serviços prestados.

### **6.2. Descrição das Áreas Estudadas**

#### **6.2.1. Área 1**

Trata-se de área localizada no Km 4,5 da Linha 40, a leste da mancha urbana, que oferece um bom acesso rodoviário em qualquer período do ano. As coordenadas geográficas obtidas localmente foram de 11° 02' 24,8" S e 62° 38' 34,2" W. Este lote rural apresenta as dimensões de 250 x 250 m, totalizando 6,25 ha, pertencendo ao senhor José Monteiro, que se mostra disposto a disponibilizá-lo ao município para a finalidade indicada.

As características do meio físico indicam uma ampla área, ocupada atualmente por atividades agropastoris, Geomorfologicamente representada por uma superfície de aplainamento (D2221), com média dissecação e destituída de morros residuais. Do ponto de vista geológico, integra os terrenos aplainados do Complexo Jamari, formado por ortognaisses e quartzodioritos (PP4ja). A natureza do solo corresponde a um latossolo vermelho-escuro eutrófico, de baixa declividade, bem drenado e argiloso e ligeiramente pedregoso (LVE7). A cobertura vegetal nativa, constituída por floresta ombrófila aberta conforme observado em fotografias aéreas da década de 70, foi totalmente removida, restando manchas residuais ao longo de pequenas drenagens (Foto 7).



Foto 7. Vista Geral da Área 1.

Essa área atende aos requisitos eliminatórios, tais como uma distância de 4,5 km da sede municipal considerada adequada, a inexistência de áreas de proteção e o afastamento satisfatório de corpos d'água. Em relação aos critérios seletivos também exhibe padrões aceitáveis, onde se destacam: a dimensão da área aproveitável superior a 5 ha; a presença de pastagem e culturas agrícolas de subsistência; a cobertura florestal nativa já removida; o solo de natureza latossólico vermelho-escuro, com baixa permeabilidade e espessura superior a 3 m (Foto 8); relevo aplainado, com leve declividade; baixo potencial hídrico e um substrato de rochas gnáissicas, de baixa permeabilidade. Constatou-se ainda a inexistência de água subterrânea quando das pesquisas de campo, permitindo supor uma baixa potencialidade hidrogeológica da área.

Na programação previamente estabelecida, planejou-se a execução de furos de trado, visando melhor avaliar as características físicas do solo associadas ao perfil, espessura e permeabilidade, além de identificar o nível freático e as possibilidades de água subterrânea. Entretanto, não se tornou possível efetuar-lo em todas as áreas estudadas, as quais serão objetos de uma análise individual. Na Área 1, o furo executado revelou um solo latossólico vermelho-escuro, de espessura até a 3,5 m, de baixa permeabilidade; passa gradativamente para um material argiloso mosqueado em tons amarelados, avermelhados e acinzentados predominantes, com a presença de fragmentos de rocha, cada vez mais freqüentes (Foto 9). Na profundidade de 5 m atinge a rocha subjacente, recuperando-se abundantes fragmentos de rocha e quartzo leitoso. Não foi constatada a presença de água subterrânea. É importante assinalar que nos dois dias anteriores a perfuração, houve intensa precipitação, que percolou cerca de 1,5 m do perfil, não avançando mais devido a incidência da estação seca e também pela baixa permeabilidade do solo.



Foto 8. Latossolo vermelho-escuro, de baixa permeabilidade.

Os pontos positivos do local estão associados à facilidade de acesso; a proximidade da sede municipal, favorecendo a implantação da infra-estrutura necessária; o relevo plano com leve declividade, a inexistência de cobertura vegetal, a inexistência de lençol freático e a baixa densidade demográfica. Por ser uma área com baixa ocupação, restringindo-se essencialmente a pastagens, a aceitação popular não representará dificuldades para uma eventual implantação. Além disso, a natureza de um latossolo vermelho-escuro, argiloso e baixa permeabilidade favorece sua utilização como material de cobertura para o lixo aí depositado.



Foto 9. Execução de furo de trado da Área 1.

Os aspectos negativos para a escolha desse sítio residem fundamentalmente na necessidade de abertura de 0,2 km de estrada, desde a Linha 40, considerando que o atual carreador não oferece condições de tráfego para veículos mais pesados. Neste processo, haverá a necessidade de negociação com o proprietário rural vizinho para o alargamento da via de acesso. Foi constatada ainda a presença de moradores nas proximidades, porém as distâncias existentes são adequadas para a implantação do aterro sanitário.

### **6.2.2. Área 2**

A Área 2, indicada pela administração municipal, está localizada no Km 0,2 da Linha 64, sentido noroeste, iniciada no Km 6,6 da Linha 81. Dista, portanto, 6,8 km da mancha urbana, no sentido sudoeste. Corresponde a uma área aproximada de 4 ha, disposta em um terreno parcialmente antropizado. As coordenadas geográficas da área são 11° 03' 45,5" S e 62° 42' 52,4" W.

As características físicas da área indicam um aplainamento artificial em sua parte frontal, motivada pela existência de uma pequena jazida de cascalho rochoso, empregado no revestimento das linhas vicinais, sendo constituídos por pedregulhos e seixos de quartzo leitoso, arenito e cataclastos, de formatos angulares a subarredondados. A partir dessa remoção, o terreno foi gradativamente sendo aplanado, conferindo um aspecto favorável para o local (Foto 10). Em caráter regional, o relevo ocupa superfícies aplainadas com esporádicos inselbergs e tors (D2221), uma das quais está situada à pequena distância da Área 2, representada por arenitos arcósios arroxeados a avermelhados, que constituem o substrato rochoso do espaço local. Do ponto de vista geológico, merece destaque ainda a ocorrência de falhamentos aproximadamente E-W, seccionando o embasamento e WNW/ESE dividindo este embasamento e as rochas arenosas mais jovens. Regionalmente, predominam solos latossólicos vermelho-escuros eutróficos, embora localmente também se desenvolvam solos regolíticos de textura arenosa, derivados de arenitos subaflorantes (Foto 11). A cobertura vegetal nativa foi removida na parte frontal devido ao aproveitamento do material cascalhífero, estando relativamente preservada na parte mediana e fundos do terreno, quando então se observa um relevo mais ondulado em forma de colinas, com a presença de pequenas cabeceiras de drenagens, atualmente secas. Moradores das imediações alertaram sobre a existência de córregos na continuidade distal do terreno e cujas águas são utilizadas para a dessedentação de animais, contemplando inclusive uma pequena barragem para sua acumulação. Quanto a presença de águas subterrâneas, apesar de não serem evidenciadas, em princípio a natureza do substrato favorece sua presença.

De uma maneira geral, a área atende a maioria dos critérios eliminatórios, excetuando-se a distância excessivamente próxima de um corpo d'água (< 100 m), o que poderia inviabilizar a escolha desta área. Considerando, no entanto, o reduzido número de áreas em processo de avaliação, manteve-se esta área como uma possível opção. Em seguida, foram analisados os critérios seletivos, comprovando-se, então, restrições quanto ao relevo ondulado da área, a natureza geológica do substrato, a cobertura vegetal e a inadequabilidade do material de cobertura.

A área em questão não demonstra restrições quanto aos vetores de expansão da mancha urbana, oferecendo boas condições de acesso pelas vicinais L-81 e L-64. A taxa de ocupação humana é baixa, podendo ocorrer, no entanto, dificuldades de aceitação com os proprietários do entorno.



Foto 10. Vista Geral da Área 2

Foram executados dois furos de trado no interior da área selecionada, não tendo sido possível aprofundá-los devido o caráter subafiorante do substrato rochoso, sendo que as profundidades atingidas foram 1,20 m e 0,20 m. O perfil descreve material intemperizado de natureza areno-argiloso, de média permeabilidade, contendo fragmentos de rocha, dominantes a partir das profundidades referidas quando se depara com a rocha local constituída por arenitos arcossianos avermelhados, de granulometria média e com níveis conglomeráticos.



Foto 11 . Solo regolítico derivado de arenitos arcossianos.

Com relação aos parâmetros que definirão a viabilidade técnica desta área, o estudo realizado indicou como pontos positivos: o acesso satisfatório por meio de vicinais em bom estado de conservação; inexistência de águas subterrâneas na parte frontal da área; uma distância segura da sede municipal e facilidade de negociação com o proprietário da área. Demonstra ainda facilidade para a implantação da infra-estrutura cabível, sendo necessário, no entanto, disponibilizar a energia elétrica estendendo as linhas de distribuição até a área sugerida. Como pontos negativos destacam-se a proximidade de drenagens de 1ª ordem; o relevo ondulado na parte mediana em direção aos fundos do lote; a proximidade de uma elevação, com encostas acentuadas, que poderão canalizar as águas pluviais (vide Foto 10); proximidade do substrato rochoso de média permeabilidade (Foto 12); solo raso e permeável; uma área útil reduzida e uma baixa aceitação popular.

O valor nominal da área é em torno de R\$ 10.000,00 por alqueire, segundo informações de funcionários públicos municipais.

### 6.2.3. Área 3

Uma terceira área foi avaliada no presente trabalho, a partir de uma indicação da Prefeitura Municipal, motivada pela disponibilização do proprietário rural. Está localizada a 2,2 km da cidade, utilizando inicialmente a Linha 81 por 1,1 km, seguida por uma curta distância de 1 km em um carreador privado por cerca de 1000 m, em precárias condições tanto em seu pavimento como as dimensões laterais restritas; torna-se praticamente intrafegável na estação das chuvas. As coordenadas geográficas da área são 11° 01' 37,6" S e 62° 41' 32,4" W. As dimensões da área atingem cerca de 2 alqueires (250 x 250 m).



Foto 12. Afloramento in situ de arenitos arcossianos (NP1p).

Do ponto de vista geomorfológico, a área está inserida no contexto de um Agrupamento Aberto de Colinas e Inselbergs baixos a médios, exibindo ainda vales e encostas bem acentuadas conforme se evidencia na Foto 13. Foi caracterizado também litótipos do Complexo Jamarí, predominantemente gnaisses, que estão afloram de forma abundante no terreno, e que poderiam representar dificuldades para o manejo operacional da área.



Foto 13. Vista Geral da Área 3.

Em caráter regional desenvolvem-se solos do tipo latossolo vermelho-escuro eutrófico, sendo que localmente observou-se solos litólicos distróficos, de declividade pronunciada (8-30%), excessivamente drenados, areno-argiloso e muito pedregoso. A cobertura vegetal foi praticamente erradicada e substituída por atividades agropastoris, principalmente pastagens.

Na parte central da área, flui uma pequena drenagem, de baixo volume d'água e cujas nascentes estão localizadas nas proximidades (Foto 14). Este fato inviabiliza a área, levando-nos a descartá-la, pois uma eventual disposição de resíduos sólidos urbanos poderia comprometer gravemente os recursos hídricos subterrâneos e por conseguinte as águas superficiais.



Foto 14. Pequeno igarapé na parte central da área 3.

O tipo de aproveitamento econômico observado nas imediações reflete o padrão regional, representado fundamentalmente pela agropecuária, com a criação de bovinos e culturas diversas em pequena quantidade, com a remoção quase total da cobertura vegetal nativa.

Da mesma forma, considerando alguns fatores diagnósticos do meio ambiente da área, onde merecem referencia o relevo acidentado, a presença de abundantes blocos e matações de rocha aflorante e a existência de um pequeno córrego com as nascentes situadas nas proximidades, julgou-se desnecessário proceder à execução de furos de trado, que iriam revelar um nível freático bastante raso.

A análise dos critérios eliminatórios identifica uma distância insuficiente de corpos d'água, embora os outros parâmetros estejam dentro das exigências legais. Os critérios seletivos avaliados também indicam feições desfavoráveis associados ao relevo, às dimensões reduzidas da área e inexistência de material de cobertura adequado.

Os fatores positivos inerentes ao local associam-se a disponibilidade de energia elétrica, substrato rochoso impermeável, a não necessidade de remoção de cobertura vegetal dado sua ocupação por pastagens, aceitação popular e facilidade de negociação com o proprietário do lote. Como fatores negativos, é facilmente destacável o relevo colinoso (Foto 15), a presença de águas superficiais na parte central do lote, índices de declividade acentuados, vias de acesso precário implicando em um alto custo na implantação da infra-estrutura necessária, possibilidade de contaminação das águas subterrâneas embora não devam ser expressivas, -a inexistência de material de cobertura adequado. O valor do lote sugerido pelo proprietário gira em torno de R\$ 50.000,00 (cinquenta mil reais), bastante irreal em face das condições físicas da área.



Foto 15. Visão lateral da Área 3, com relevo colinoso.

## 7. AVALIAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DAS ÁREAS

Em continuidade ao processo de avaliação das áreas estudadas e a posterior hierarquização das mesmas, objetivando estabelecer uma ordem de prioridade para a definição da opção escolhida, foi efetuada uma análise comparativa entre as 03 (três) áreas avaliadas, baseada nos critérios previamente estabelecidos quanto a favorabilidade do terreno.

Para a hierarquização dessas áreas adotou-se a metodologia proposta por KREBS, ADAMY e REIS (1999), ao realizarem idêntico trabalho de seleção de áreas no município de Porto Velho, RO, agregando-se ao mesmo algumas modificações introduzidas na indicação de áreas para a cidade de Guajará Mirim, Rondônia (ADAMY e KREBS, 2001) e São Felipe d'Oeste (ADAMY, 2003). Salienta-se que esse procedimento foi inicialmente adotado por JUNGBLUT, KREBS & VIERO (1995), em trabalho efetuado no município de Lauro Müller, em Santa Catarina. No caso do trabalho realizado em Porto Velho, foram incluídos alguns parâmetros que não haviam sido contemplados no trabalho de Lauro Muller, como por exemplo parâmetros associados às feições socioeconômicas.

A referida metodologia considera o grau de dificuldade que cada característica poderá representar por ocasião das diferentes etapas necessárias à construção de um aterro sanitário. Optou-se por adotar essa metodologia porque se acredita que para um trabalho realizado em um curto período de tempo é impossível se avaliar com detalhe todas as características do ponto de vista legal, físico e socioeconômico de cada área e, por conseguinte, não se poderá aplicar uma pontuação em termos de importância relativa e ponderada para cada parâmetro avaliado, tal como propõe WAQUIL et al. (1998). Implementou-se esse procedimento para se evitar erros de avaliação por ocasião da hierarquização das áreas, considerando que para conferir uma pontuação diferenciada para cada parâmetro analisado, tal como é sugerido por esses autores, seria necessária, pelo menos, uma melhor verificação das características geológicas e geotécnicas do substrato e dos perfis dos diferentes horizontes diagnósticos de solo, principalmente no que se refere a escavabilidade, à permeabilidade e à condutividade hidráulica. Dever-se-ia também detalhar melhor em cada área os aspectos relacionados à profundidade do lençol freático, à distância de cursos d'água, ao potencial hídrico, bem como ao uso atual do solo.

Na avaliação das áreas, introduziu-se uma alteração nos critérios utilizados em outras regiões do país, relacionada à vegetação de preservação onde sua existência representaria um critério eliminatório. Essa ponderação leva em conta a preocupação de preservação do meio ambiente, considerando ainda que a indicação de áreas é favorecida pela baixa densidade demográfica da região.

Na Tabela 1 representam-se as áreas estudadas, avaliando-se o grau de dificuldade que as características legais, socioeconômicas e do meio físico de cada uma dessas áreas poderão representar, por ocasião da realização das diversas etapas necessárias à implantação de um aterro sanitário. O valor atribuído a cada característica variou de 0 (zero) até 2 (dois) e fundamentou-se principalmente nas verificações realizadas em cada área durante os trabalhos de campo.

O valor 0 (zero) foi dado quando a característica corresponde a um critério eliminatório. O valor 1 (um), quando a característica indica que alguma etapa para construção do futuro projeto de aterro necessitará de técnicas especiais para compensar alguma deficiência, detectada nas verificações de campo. O valor 2 (dois) foi atribuído quando a característica é favorável à implantação de um aterro sanitário ou significa a necessidade de aplicação de técnicas convencionais de engenharia para a implantação de um empreendimento desse tipo.

De acordo com os resultados obtidos, expressos na Tabela 1, considerou-se como de maior favorabilidade a área com a maior pontuação, correspondendo a Área 1, enquanto que as demais áreas foram consideradas desfavoráveis pelas características do meio físico-biótico. Esta área é ainda favorecida por existir pré-disposição do proprietário em vendê-la a Prefeitura Municipal.

Na continuidade dos estudos visando uma possível implantação do aterro sanitário na Área 1, dever-se-á avaliar melhor as características geotécnicas do solo para fins de impermeabilização da base e cobertura da pilha de lixo. Deverão ser realizados alguns ensaios de permeabilidade e compactação em amostras obtidas com diferentes percentagens de cada material, até que se obtenha um material com características tecnológicas adequadas para a impermeabilização da base do aterro e por extensão, de recobrimento periódico do lixo.

Em todas as áreas estudadas, o uso predominante do solo é a pecuária, ocorrendo igualmente o cultivo de milho e café na área 1, gerando o desmatamento quase generalizado do entorno, restando apenas em alguns locais uma mata ciliar nas drenagens de menor porte ou nascentes e nas encostas e cumes das elevações, conforme verificado nas áreas 2 e 3.. Desta forma, deverá ser desenvolvida uma cortina vegetal adequada, principalmente na Área 1, isolando ambientalmente a área escolhida e não comprometendo a visão paisagística.

<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Aspectos Legais</b>			
*Afastamento da Mancha Urbana	2	2	1
*Áreas Especiais de Proteção	2	2	2
*Distância de Corpos d'Água	2	1	0
*Distância de Rodovias Federais ou Estaduais	2	2	2
*Distância de Estradas Municipais	1	1	2
*Vegetação de Preservação	2	1	2
<b>Aspectos Físicos</b>			
*Classe Textural de Solo	2	1	1
*Permeabilidade do Solo	2	1	1
*Espessura do Solo	2	1	1
*Relevo	2	1	1
*Declividade	2	1	1
*Profundidade do Nível Freático no Verão (Chuva)	2	1	1
*Natureza Geológica do Substrato	2	1	2
*Permeabilidade do Substrato	2	1	2
*Potencial Hídrico da Área	2	1	1
<b>Aspectos Socioeconômicos</b>			
*Dimensões da Área	2	2	1
*Uso Atual do Solo	1	2	2

*Distância ao Centro Produtor de Lixo	2	2	1
*Vida Útil do Aterro	2	1	1
*Vetor de Crescimento Urbano (Zoneamento)	2	2	2
*Facilidade de Acesso	2	2	1
Custo de Investimento	2	2	0
*Valor Nominal da Área	2	2	1
*Aceitação Popular	2	1	2
Disponibilidade de Material de Cobertura	2	1	1
<b>Soma Total</b>	<b>48</b>	<b>35</b>	<b>32</b>
 <b>Áreas Favoráveis</b>			
 <b>Áreas Medianamente Favoráveis</b>			
 <b>Áreas Desfavoráveis</b>			

Tabela 1. Hierarquização das Áreas para Aterro Sanitário.

## 8. MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA IMPACTOS AMBIENTAIS

Uma questão ambiental freqüentemente desconsiderada pela administração pública relaciona-se ao encerramento de um local utilizado para a disposição de lixo durante um determinado intervalo de tempo, o que proporciona a manutenção dos efeitos prejudiciais ao meio ambiente. A existência de um depósito de lixo no entorno da mancha urbana de Mirante da Serra, com o manejo e disposição inadequados, torna indispensável à adoção de medidas de remediação desse local, visando a sua recuperação ambiental e recomposição paisagística. Para abordagens a esse respeito, devem ser levados em conta alguns pressupostos básicos, envolvendo aspectos do meio físico, biótico, ambientais, sanitários e socioeconômicos.

O depósito de lixo utilizado pela Prefeitura Municipal há mais de 10 anos e que deverá ser desativado em face do comprometimento ambiental e da proximidade da mancha urbana, ocupa uma área variável entre 2 a 3 ha, disposta em uma meia encosta, que se direciona para uma drenagem de pequeno porte, localizada a uma distância aproximada de 500 m. Medidas corretivas de pequena monta, como o recobrimento parcial por solo foi implementado parcialmente nos depósitos mais antigos.

Como medidas remediativas, anteriores a desativação da área e que permitam a disposição controlada dos resíduos sólidos urbanos até a definição de nova área amparada em critérios técnicos adequados, são apresentadas a seguir algumas recomendações de fácil aplicação e de baixo custo operacional, contemplando a legislação ambiental e as exigências estabelecidas pelo Ministério Público, podendo ser implementadas em um curto prazo. Esclarece-se ainda que elas poderão ser tomadas em paralelo ao fechamento da área.

- **Abertura de Células:** no atual local de disposição de lixo, deverão ser abertas tantas células quantas forem necessárias, dispostas lateralmente, sugerindo-se uma dimensão individual de 20 x 50 x 2 m (2.000 m<sup>3</sup>, cada uma), sendo abertas sucessivamente até a adequação total do lixo disposto no local;
- **Implantação de Dreno de Gases:** após a abertura de cada célula e antes da disposição do lixo, é indispensável à implantação de um sistema de drenagem de gases, que

tem a função de drenar os gases provenientes da decomposição da matéria orgânica resultante do processo de digestão, composto principalmente por metano (60%), evitando-se sua migração através dos meios porosos e minimizando o risco de explosões. O sistema deve ser constituído por drenos verticais de tubos de concreto perfurados ou até mesmo tubos de PVC de 8 polegadas, colocados em pontos estrategicamente distribuídos por cada célula aberta. Os drenos deverão atravessar todo o depósito no sentido vertical, ou seja toda a espessura da célula (2 m), desde o solo até as camadas superiores, sendo envolvidos por uma camada de pedra brita grossa, exceto nos 50 cm superiores, onde se procederá a uma selagem com concreto ou argila. No interior do tubo poderá ser colocado seixo ou brita graduada, conferindo uma maior rigidez ao mesmo. Na parte superior, ou seja no topo, será afixada uma proteção em forma de campanário, evitando as águas pluviais. Nesse local, ao final da obra, será ateadado fogo através de um estopim (“coifa”);

- **Conformação Topográfica do Terreno:** deve-se buscar a regularização do terreno, nivelando-o e evitando a formação de depressões que poderiam propiciar a acumulação de água, iniciando-se pela parte mais alta;
- **Implantação de um Sistema de Drenos Pluviais:** trata-se de um sistema de canaletas dispostas em forma de “U” cobrindo as partes superiores do depósito, que visam evitar o ingresso de águas pluviais na massa de detritos, o que aumentaria a quantidade dos líquidos percolados;
- **Drenagem dos Líquidos Percolados (chorume):** a implantação de drenos horizontais para a percolação do chorume é considerada necessária em face do volume do lixo acumulado há mais de 10 anos, pela média permeabilidade do solo e pela caracterização física do lixo contendo uma proporção significativa de matéria orgânica. Tratam-se de canaletas dispostas na base da célula, em formato de espinha de peixe e com certa declividade, direcionando o chorume para um tanque de tratamento. Além disso, é recomendável a construção de uma vala marginal, contornando externamente o depósito, em formato de “U”, protegendo a sua parte inferior e as laterais parcialmente; esta vala deverá ter uma leve declividade (2%) e dimensões de 0,4 m de largura por 2,0 m de profundidade, atingindo o nível de base da célula. O interior da vala será preenchido por pedra brita entre 1,20 e 2,00 m de profundidade, enquanto que a parte superior (0,80 m) será preenchida com argila selando a vala, evitando a infiltração de águas pluviais, já que a mesma será destinada ao controle do chorume e das águas subterrâneas. O líquido percolado nesta vala será canalizado para o mesmo tanque coletor situado mais abaixo topograficamente onde deverá ser tratado;
- **Recobrimento do Lixo:** o lixo disposto nas células deverá ser recoberto periodicamente com 20 cm de material argiloso impermeável e posteriormente compactado. Esta ação visa minimizar a infiltração de águas pluviais, diminuindo a geração de percolados, bem como evitar a proliferação de vetores nocivos à saúde, tais como insetos, roedores e outros animais, além de reduzir o mau cheiro e a agressão estética ao meio ambiente. O recobrimento ideal é de periodicidade diária, admitindo-se no mínimo 2 vezes por semana;
- **Tratamento da Lagoa de Despejos dos Limpa-Fossas:** constatou-se *in loco* a séria agressão ambiental promovida pelo despejo dos caminhões limpa-fossa em uma pequena lagoa existente a montante do lixão, devido ao extravasamento dos líquidos contidos nos despejos tanto a nível superficial (rasa profundidade da lagoa) como subterrânea pela percolação em solo medianamente permeável (Foto 16). Em períodos chuvosos, esta lagoa transborda e o excesso de água contaminada escoava até o lixão, acumulando-se junto com o chorume gerado pela decomposição da matéria orgânica. Além,

disso, moradores das imediações relatam ainda a presença de resíduos destes despejos na linha vicinal, agravando este cenário. A ação mais recomendável seria a paralisação dos despejos neste local devido ao comprometimento ambiental, buscando-se uma nova alternativa. Se esta operação for mantida no local, a profundidade da lagoa deverá ser aumentada e sua base revestida com material argiloso compactado totalmente impermeável ou com mantas geotêxteis específicas para esta finalidade;



Foto 16. Lixão municipal, com a lagoa de despejos de lixo - fossas disposta na parte dos fundos da foto, permitindo extravasamento para as acumulações de chorume.

- **Revegetação da área:** toda a área com disposição de lixo e coberta com solo compactado e impermeabilizado, deverá ser revegetada com espécies adaptadas como gramíneas ou arvoretas que possuam raízes pouco profundas. Esse procedimento auxiliará a incorporação da área à paisagem natural da região, bem como minimizará a atuação de processos erosivos relacionados ao escoamento das águas superficiais em épocas de chuva intensa, favorecido pela exposição do solo devido ao desmatamento generalizado da área;
- **Isolamento da Área:** a área deverá ser isolada totalmente através de uma cerca de arame farpado e um portão de acesso, evitando-se o ingresso de pessoas e animais, sem estarem devidamente autorizados;
- **Monitoramento Ambiental e Geotécnico:** deverão ser executadas medidas que permitam a avaliação da qualidade ambiental e das condições geotécnicas dessas áreas, permitindo a aplicação de medidas mitigadoras, através do controle da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, do ar, do solo, da infestação de vetores, etc. Desta forma, deverá ser instalado um sistema de monitoramento através da construção de poços, instalação de piezômetros e análises físico-químicas e biológicas, possibilitando acompanhar os resultados advindos das medidas de recuperação das áreas. Como medida de controle ambiental, recomenda-se o acompanhamento periódico da qualidade das águas superficiais do igarapé existente nas proximidades através de análises químicas e bacteriológicas;

- **Taludes:** a formação de taludes de qualquer porte dentro do depósito deverá ser evitada ou reduzida ao mínimo necessário, dificultando o escoamento superficial das águas superficiais e reduzindo o processo erosivo.

A adoção dessas recomendações favorecerá a recuperação ambiental da área em médio prazo, comprometida que está pela decomposição gradual da matéria orgânica e pela possível contaminação dos recursos hídricos, permitindo ainda a recomposição paisagística em curto prazo.

É importante implementar sistemas e processos que permitam a minimização e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos, onde a sociedade terá um papel fundamental na busca de soluções, visando a redução dos riscos sanitários e ambientais, à melhoria da qualidade de vida e da saúde da população e ao desenvolvimento sustentável.

## 9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A nova postura adotada pelos órgãos públicos, pelo Ministério Público ou até mesmo pelos agentes financeiros tem contribuído decisivamente para um maior controle ambiental das atividades de disposição do lixo, alterando radicalmente o comportamento das autoridades municipais, antes despreocupadas com questões dessa ordem e que foram responsáveis por agressões ao meio físico, principalmente quanto à contaminação dos recursos hídricos.

Como conseqüência dessa nova postura do poder público, preocupado com a preservação do espaço físico, a administração municipal tem buscado soluções que obedeçam aos princípios do desenvolvimento em bases sustentáveis, alicerçados nos conceitos de socialmente justo, economicamente viável e ambientalmente adequado. O Município de Mirante da Serra, imbuído desses propósitos, que se traduzem em um ordenamento territorial mais adequado, propôs a realização de estudos do meio físico para que, em curto prazo, possa implantar o local definitivo de disposição de seus resíduos sólidos urbanos em forma de aterro sanitário, sem comprometer o meio ambiente.

Assim considerando, este estudo desenvolvido no entorno da sede municipal permitiu o estabelecimento das conclusões a seguir contempladas.

### Recuperação Ambiental de Áreas Degradadas

As áreas utilizadas para a disposição de lixo deverão ser ambientalmente recuperadas, em consonância com as medidas sugeridas ao longo deste estudo, favorecendo sua reinserção no entorno do espaço urbano, permitindo uma nova destinação futura. Trata-se de uma série de procedimentos, tecnicamente viáveis, de fácil aplicação e sem expressar custos proibitivos, que poderão ser adotadas em curto espaço de tempo, permitindo a recuperação ambiental e paisagística da área, sendo recomendável a participação de um profissional habilitado.

### Indicação de Áreas para Aterro Sanitário

A hierarquização das áreas avaliadas, indicadas pela Prefeitura Municipal, permitiu priorizá-las em termos de maior ou menor favorabilidade, indicando com maior pontuação e, portanto, mais propícia à implantação do aterro sanitário, a Área 1, localizada no Km 4,5 da Linha 40, que atende as principais exigências associadas ao meio físico. Do ponto de vista socioeconômico, poderão advir algumas dificuldades com o proprietário do lote vizinho, que deverá ceder uma estreita faixa de terreno para a melhoria do acesso entre a Linha 40 e a Área 1, estimada em 200 m lineares.

Apesar da favorabilidade das áreas, é imprescindível a execução de trabalhos complementares, associados principalmente à caracterização geotécnica do solo, tais como ensaios de permeabilidade visando sua utilização como material de impermeabilização da base do aterro e da própria cobertura da pilha de resíduos.

### **Recuperação Ambiental do Espaço Municipal**

Durante a realização dos trabalhos, comprovou-se o desmatamento generalizado do espaço municipal, onde a cobertura vegetal nativa localiza-se em alguns morros residuais e de aclive mais acentuado, ao longo de cursos d'água como resíduos de mata ciliar e algumas manchas isoladas. A análise de imagens de satélite tomadas em diferentes datas confirma a continuidade desse processo de remoção, reduzindo ainda mais a vegetação preservada. É recomendável a prática de políticas preservacionistas da cobertura vegetal ainda existente por parte da administração pública, bem como a recuperação das matas ciliares ao longo das drenagens, enfatizando-se as suas nascentes, igualmente afetadas e que poderão em curto prazo comprometer a disponibilidade de recursos hídricos tanto superficiais como subterrâneos, com o rebaixamento do nível freático. A recuperação das áreas vegetadas torna-se mais importante quando se considera a natureza do substrato do espaço municipal, fundamentalmente constituído por rochas gnáissicas, sabidamente portadoras de uma baixa potencialidade para águas subterrâneas e também pela inexistência de coberturas sedimentares espessas, o que torna o município dependente de suas águas superficiais e da preservação de sua qualidade físico-química.

### **Políticas Públicas de Saneamento Ambiental**

Embora não seja escopo desse trabalho, algumas recomendações são incorporadas ao presente estudo, visando oferecer subsídios ao poder público municipal para uma melhor gestão de seu espaço físico em termos de saneamento ambiental.

- Concepção de um modelo de gerenciamento de lixo municipal, procedendo-se inicialmente um diagnóstico mais preciso da situação existente na cidade, e a partir daí estabelecer ações prioritárias como a coleta total do lixo; um tratamento apropriado; o manejo e a disposição adequada em um local corretamente selecionado; programas de sensibilização e conscientização da população visando preservar a qualidade ambiental da cidade e mantendo-a limpa; incentivar medidas para diminuir a quantidade de lixo gerada e a coleta seletiva.
- Programas de educação ambiental para a população quanto ao tratamento dispensado ao lixo urbano, promovendo uma participação ativa da mesma, acondicionando adequadamente o lixo, colocando-o à disposição para a coleta nos dias e horários pré-estabelecidos e não lançar resíduos em logradouros, ruas, rios e outros locais impróprios. É importante enfatizar que a fase interna da coleta é de responsabilidade do gerador, enquanto que ao Poder Público cabe a fase externa associado aos serviços de limpeza. Os recipientes para acondicionar o lixo devem ser seguros e adequados, permitindo o fácil manuseio pelos garis. Podem ser recipientes com retorno, devolvidos aos usuários após serem esvaziados ou do tipo sem retorno, que seguem junto com os resíduos (ex.: sacos plásticos), os quais proporcionam maior produtividade ao recolhimento e melhor apresentação visual.
- A implantação de cestos coletores nas calçadas, facilitando ao transeunte a colocação de lixo de pequeno porte e habitualmente jogado no solo; recipientes metálicos ou de plásticos de maior porte nas ruas; recipientes basculantes; a aquisição de carrinhos próprios para a varrição de logradouros públicos.
- Estudo técnico visando introduzir a cobrança de uma pequena taxa pela remoção do lixo, já adotado por outros municípios, o que propiciaria uma melhor qualidade dos serviços e uma coleta mais freqüente, evitando ainda a destinação de recursos municipais de outra

natureza. Este conceito está previsto no Estatuto das Cidades, através do Princípio do Poluidor-Pagador, determinando que são os geradores de resíduos, os agentes econômicos, as empresas industriais e outras, que devem arcar com o custeio de sua remoção.

A quantidade do lixo produzido periodicamente em Mirante da Serra inviabiliza, em curto prazo, a implantação de uma mini-usina de compostagem, a partir do reaproveitamento de matéria orgânica. Uma alternativa a ser avaliada seria o aproveitamento conjunto deste material com o vizinho município de Nova União, necessitando, no entanto, um maior detalhamento socioeconômico. Um centro de triagem de recicláveis poderá ser introduzido, desde que a natureza do lixo recolhido seja mais bem caracterizada, inclusive de forma sazonal, associada a campanhas de esclarecimento da população visando uma melhor preservação desse material.

## 10. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ABNT. **Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos**. NBR 8.419. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1984.
- ADAMY, A. – Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos e Implantação de Cemitérios em São Felipe d'Oeste, Rondônia. Porto Velho: CPRM / Residência de Porto Velho. 2003.
- ADAMY, A. e KREBS, A. S. J. **KREBS - Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Guajará Mirim, Rondônia**. Porto Velho: CPRM / Residência de Porto Velho. 2001.
- BRASIL - **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico. 1988.
- BRASIL - **Resolução CONAMA n.º 4 de 18 de setembro de 1985**. D. O. U. de 20 de janeiro de 1986.1986.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria Executiva. Fundo Nacional do Meio Ambiente. **Fomento a Projetos de Ordenamento da Coleta e Disposição Final Adequada de Resíduos Sólidos: Manual para Apresentação de Propostas**. Brasília: MMA. Edital FNMA nº 02. 2000.
- BROLLO, M. J. & SILVA, M. M. **Política e Gestão Ambiental em Resíduos Sólidos, Revisão e Análise sobre a Atual Situação no Brasil**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, 2001, João Pessoa. Anais. P. 1-27.
- CAMPOS, J. C. V; DREWS, M. G. P.; SCANDOLARA, J. E. Avaliação do Potencial Hidrogeológico da Área Urbana do Município de Mirante da Serra, Estado de Rondônia. Porto Velho: CPRM / FUNASA. 1999., 29 p.
- CONAMA - **Resoluções CONAMA 1984 a 1991**. 4 ed. Brasília.1992.
- CONAMA. **Resolução nº 308**. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2002.
- CONAMA. **Resolução nº 335**. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2003.
- DEMAJOROVIC, J. A. **Evolução dos Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos e Seus Instrumentos**. Cadernos FUNDAP. 1996; 20-47-58.
- KREBS, A S. J.; ADAMY, A.; REIS, M. R. **Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos na Área de Porto Velho**. Porto Velho: CPRM / Residência de Porto Velho. 1999.
- JUNGBLUT. M., KREBS, A. S. J., VIERO, A. C. **Subsídios à Avaliação de Áreas Potencialmente Favoráveis à Implantação de Aterros Sanitários no Município de Lauro Müller, SC**. Porto Alegre: CPRM. 1v.(Série Ordenamento Territorial – Porto Alegre, v. 21). (Programa de informações Básicas para Gestão Territorial de Santa Catarina – PROGESC), 1995.
- IPT. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. São Paulo: IPT, 2000. 370p.
- METROPLAN - **Critérios para Localização de Aterros Sanitários**. Estudos Metropolitanos, n.2. Porto Alegre: METROPLAN. 1993.
- PHILLIPI JR., A. **Agenda 21 e Resíduos Sólidos**. In: Anais do RESID'99 – Seminário sobre Resíduos Sólidos. São Paulo: ABGE, 1999. p. 15-25.
- RIZZOTTO, G. J.; QUADROS, M. L. E. S.; CORDEIRO, A. V.; DALL'IGNA, L. G. **Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Rondônia**. Porto Velho: CPRM - Serviço Geológico do Brasil / Residência de Porto Velho. 2003.
- SCERNE, R. M. C.; SANTOS, A. O. da S.; SANTOS, M. M. dos; ANTONIO NETO, F. Aspectos Agroclimáticos do Município de Ouro Preto d'Oeste, RO: Atualização Quinquenal. Belém: CEPLAC / SUPOR. Boletim Técnico nº 17. 48 p. 2000.
- SEDAM. **Termo de Referencia para Áreas Passíveis de Instalação de Aterro Sanitário**. Porto Velho: SEDAM / Governo do Estado. s/d.
- SEPLAN / ITERON. **Zoneamento Socioeconômico – Ecológico do Estado de Rondônia**. Porto Velho: Governo do Estado de Rondônia. Relatório. 2000.

- WAQUIL, D. R. P.; GIUGNO, N. B.; ORLANDI FILHO. V. **Seleção de Áreas para o Tratamento e Disposição de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana de Porto Alegre. Etapa 1.** Porto Alegre: CPRM / METROPLAN. 1995.1 V.: il. (Série ordenamento Territorial – vol. 24).
- WAQUIL, D. R. P.; ANGHINONI, M. C. M.; ORLANDI FILHO V. **Seleção de Áreas para o Tratamento e Disposição de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana de Porto Alegre. Etapa 2.** Porto Alegre: CPRM / METROPLAN / FEPAM. 1998, 1 V.: il. (Série ordenamento Territorial – vol. 31).

## **ANEXO 1**

### **Fichas de Descrição dos Locais Selecionados Para Aterro Sanitário**

Área Nº : 1  
 Localização: Km 0,2 do Carreador NE/SW a partir do Km 4,5 da Linha 40

Data: 12.12.2005  
 Coord.: 11° 02' 24,8" S / 62° 38' 34,2" W

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	4.500 m	
Áreas Especiais de Proteção	Inexistem	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	> 1000 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)	> 5000 m	
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)	200 m	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	6 ha	
Distância ao Centro Produtor de Lixo	5000 m	
Direção Predominante do Vento		
Vegetação de Preservação	Área Antropizada	
Solo	Classe Textural	Latossolo Vermelho-Escuro Eutrófico
	Permeabilidade	Baixa
	Espessura	> 3 m
Relevo	Superfície de Aplainamento	
Declividade	2 – 8%	
Profundidade do Nível Freático	Não constatado (furo de trado > 5 m)	
Natureza Geológica do Substrato	Ortochaissés	
Permeabilidade do Substrato	Baixa	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Baixa	
Disponibilidade de Material de Cobertura	Disponível Localmente (material argiloso)	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	> 10 anos	
Zoneamento Urbano ( Vetor de Crescimento)	Distante da Expansão Urbana	
Uso Atual do Solo	Pastagem / Agropastoril	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura da Área	Inexistem	
Valor Nominal da Área	R\$ 10.000,00 / alqueire	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Boa	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Boa Aceitação	
Custo de Investimento em Construção e Infra-Estrutura	Médio a Baixo	
Distância de Núcleos Urbanos de Baixa Renda	> 4.500 m	
Acesso à Área Através de Vias com Baixa Densidade de Ocupação	Boa	

Análise da Área: Excelente favorabilidade da área. Propriedade do senhor José Monteiro.

Pontos Positivos: Dimensão Adequada da Área, com Vida Útil Superior a 10 anos  
 Relevo Aplainado, com Baixa Declividade  
 Presença de Latossolo vermelho Escuro Eutrófico, de Textura Argilosa, Adequado como Material de Cobertura  
 Corpos d'água com Distâncias Superiores a 1000 m  
 Não Identificação de Águas Subterrâneas  
 Presença de Pastagem, sem Necessidade de Remoção de Vegetação Nativa  
 Acesso em Boas Condições  
 Aceitação Popular

Pontos Negativos: Proximidade de Moradores  
 Recuperação e Alargamento de 200 m de Via de Acesso  
 Necessidade de Negociação com Segundo Proprietário Rural

Área Nº : 2  
 Localização: Km 0,2 da Linha 64, iniciada no Km 6,6 da Linha 81

Data: 13.12.2005  
 Coord.: 11° 03' 45,5" S / 62° 42' 52,4" W

CRITÉRIOS ELIMINATORIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	> 6.000 m	
Áreas Especiais de Proteção	Inexistem	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	100 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)	> 6.000 m	
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)	50 m	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	4 ha	
Distância ao Centro Produtor de Lixo	7.000 m	
Direção Predominante do Vento		
Vegetação de Preservação	Área Parcialmente Preservada	
Solo	Classe Textural	Latossolo Vermelho-Escuro / Litólico Distrófico
	Permeabilidade	Média
	Espessura	1 m
Relevo	Localmente Aplainado Artificialmente. Presença de Morros Isolados	
Declividade	Média a Alta (Morros)	
Profundidade do Nível Freático	Não Caracterizado	
Natureza Geológica do Substrato	Arenitos Arcosianos	
Permeabilidade do Substrato	Média	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Médio	
Disponibilidade de Material de Cobertura	Material não Adequado	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	10 anos	
Zoneamento Urbano ( Vetor de Crescimento)	Distante da Expansão Urbana	
Uso Atual do Solo	Saibreira / Vegetação Parcialmente Preservada	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura da Área	Inexistem	
Valor Nominal da Área	R\$ 10.000,00 / alqueire	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Boa	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Baixa	
Custo de Investimento em Construção e Infra-Estrutura	Médio a Alto	
Distância de Núcleos Urbanos de Baixa Renda	> 6.000 m	
Acesso à Área Através de Vias com Baixa Densidade de Ocupação	Bom	

Análise da Área: Área Desfavorável

Pontos Positivos: Condições Excelentes de Acesso  
 Facilidade de Negociação com o Proprietário  
 Dimensões Adequadas da Área

Pontos Negativos: Proximidades de Nascente  
 Relevo Ondulado, com Morros Próximos  
 Solo Raso e Substrato Rochoso Sub-Superficial  
 Média Permeabilidade  
 Rejeição da Comunidade  
 Possibilidade de Contaminação das Águas Superficiais  
 Dificuldades Operacionais de Manejo do Solo e do Substrato Rochoso

Área Nº : 3  
 Localização: Km 1 de Carreador NW iniciado no Km 1,1 da Linha 81

Data: 13.12.2005  
 Coord.: 11° 01' 37,6" S / 62° 41' 32,4" W

CRITÉRIOS ELIMINATORIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)		2.000 m
Áreas Especiais de Proteção		Inexistem
Distância a Corpos d'Água (> 200m)		Córrego no Meio da Área
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)		2.500 m
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)		> 100 m
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)		Aproximadamente 6 ha
Distância ao Centro Produtor de Lixo		2.500 m
Direção Predominante do Vento		
Vegetação de Preservação		Área Antropizada. Mancha de Vegetação Ciliar e Topo de Elevação
Solo	Classe Textural	Latossolo Vermelho-Escuro Eutrófico
	Permeabilidade	Média
	Espessura	Variável (1-3 m, em média)
Relevo		Ondulado / Presença de Morros
Declividade		8 – 30 %; Nas encostas > 30%
Profundidade do Nível Freático		< 1 m
Natureza Geológica do Substrato		Ortochnaises
Permeabilidade do Substrato		Baixa
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha		Baixa a Média
Disponibilidade de Material de Cobertura		Material areno-argiloso Insatisfatório
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)		< 10 anos
Zoneamento Urbano ( Vetor de Crescimento)		Distante da Expansão Urbana
Uso Atual do Solo		Pastagem
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura da Área		Inexistem
Valor Nominal da Área		R\$ 50.000,00 / terreno
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados		Precária. Carreador Intransitável
Aceitação Popular e de Suas Entidades		Alta
Custo de Investimento em Construção e Infra-Estrutura		Alto
Distância de Núcleos Urbanos de Baixa Renda		Satisfatória
Acesso à Área Através de Vias com Baixa Densidade de Ocupação		Carreador Habitado

Análise da Área: Área não Recomendada. Totalmente Desfavorável

Pontos Positivos: Lote com Disponibilidade para Venda  
 Boa Aceitação Popular  
 Disponibilidade de Energia Elétrica  
 Substrato Rochoso Impermeável  
 Presença de Pastagens, Evitando Remoção da Vegetação Residual

Pontos Negativos: Relevo Pronunciado com Morros  
 Declividades Acentuadas  
 Existência de Águas Superficiais no Meio do Terreno  
 Investimento Razoável na Melhoria da Via de Acesso (Carreador)  
 Alto Custo em Implantação e Manejo do Aterro Sanitário  
 Inadequabilidade Local do Material de Cobertura

## **ANEXO 3**

### **Mapa de Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos em Mirante da Serra**