

Ministério de Minas e Energia
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
CPRM - Serviço Geológico do Brasil
Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT

**AVALIAÇÃO DE SÍTIOS ALTERNATIVOS PARA A DISPOSIÇÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MACHADINHO D´OESTE - RO**



República Federativa do Brasil
Ministério de Minas e Energia
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
CPRM - Serviço Geológico do Brasil
Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT
Residência de Porto Velho

**AVALIAÇÃO DE SÍTIOS ALTERNATIVOS PARA A DISPOSIÇÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MACHADINHO D´OESTE - RO**

Amílcar Adamy

Porto Velho
2012

Capa: Sítio 30 - MP 27

APRESENTAÇÃO

A nova Constituição Brasileira, promulgada em cinco 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.

Em 2010, é promulgada a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumento, estabelecendo ainda as diretrizes quanto à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos; indica também uma data limite para que as administrações municipais implantem em seus municípios estruturas físicas compatíveis com os termos da referida lei.

Nesse contexto, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, através da Residência de Porto Velho, e em atendimento à solicitação da Prefeitura Municipal de Machadinho d’Oeste, Estado de Rondônia, que busca encontrar uma adequada disposição dos resíduos sólidos urbanos dentro dos princípios de desenvolvimento sustentável e dos termos da legislação específica, empreendeu estudos no entorno da cidade-sede do município, com o objetivo de avaliar áreas que correspondam a tais propósitos.

Os trabalhos foram desenvolvidos pelo geólogo Amílcar Adamy, que contou com a colaboração nos trabalhos de campo do Tecnólogo em Gestão Ambiental, Iatson Portes, vinculado a Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMMA. Na elaboração do relatório final, foram importantes as contribuições dos analistas em geociências Antônio Nascimento Silva Júnior, Maria Rosalva Campos Coelho e Maíza Moreira Ribeiro Martarole / REPO, nos campos dos produtos cartográficos, análises laboratoriais e editoração, respectivamente.

A realização deste trabalho só foi possível devido à ação conjunta da CPRM e da Prefeitura Municipal de Machadinho d’Oeste através da secretaria municipal acima citada, 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 28 (vinte e oito) locais para implantação de aterro sanitário, dispostos em diferentes porções no entorno da cidade de Machadinho d’Oeste, selecionados pela CPRM, além de duas áreas indicadas pela administração municipal, totalizando 30

(trinta) sítios alternativos. No decorrer dos trabalhos, os estudos mais detalhados se restringiram àquelas mais favoráveis, representando seis sítios.

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.

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.....	03
1. INTRODUÇÃO	07
2. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO	09
3. DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO.....	11
3.1. Geologia	11
3.2. Relevo	15
3.3. Solos	18
3.4. Cobertura Vegetal	20
3.5. Clima	23
3.6. Recursos Hídricos	24
3.7. Uso Atual da Terra.....	25
4. METODOLOGIA DE TRABALHO	26
4.1 Considerações Iniciais.....	26
4.2 Consolidação das Informações Disponíveis	28
4.3 Cálculo da Área Ideal	31
4.4 Critérios Utilizados	33
4.5. Trabalhos de Campo	34
5. A DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	36
5.1. Aspectos da Legislação Temática Vigente	36
5.2. Conceitos Gerais	36
5.2. Disposição Atual dos Resíduos Sólidos Urbanos	41
5.3. Caracterização dos Resíduos Sólidos.....	45
6. RESULTADOS OBTIDOS	46
6.1. Diretrizes Básicas	46
6.2. Ensaio Geotécnicos	47
6.3. Análise de Solos	57
6.4. Descrição das Áreas Estudadas	64

6.4.1	Sítios Favoráveis	64
6.4.2	Sítios Optativos	80
6.4.3.	Sítios Descartados	84
6.4.4	Sítios Não Visitados	ε 86
7.	AVALIAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DAS ÁREAS	87
8.	MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA IMPACTOS AMBIENTAIS	91
9.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	93
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96

ANEXOS

Anexo 1 Mapa de Sítios Alternativos

Anexo 2.Fichas de Descrição dos Locais Selecionados para Aterro Sanitário.

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 consequente 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 preocupação mais abrangente com a esgotabilidade 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 à 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.

Da mesma forma, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizado pelo IBGE no ano de 2000 revelou dados inquietantes quanto à forma de tratamento dado pela grande maioria dos municípios brasileiros na disposição dos resíduos sólidos urbanos associados a verdadeiros lixões, particularmente nos municípios de pequeno porte.

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 ecologica-

mente 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.

Nos últimos anos a CPRM – Serviço Geológico do Brasil têm desenvolvido inúmeros trabalhos associados à seleção de áreas para disposição de resíduos sólidos urbanos, tema que vem despertando uma atenção especial dos órgãos públicos do meio ambiente e propiciando a abertura de linhas de créditos do governo federal preocupado em encontrar soluções definitivas para a questão do manejo do lixo urbano.

A Residência de Porto Velho / CPRM em consonância com as diretrizes governamentais têm apoiado as iniciativas de alguns municípios do estado que tem buscado encontrar áreas adequadas tecnicamente para esse fim, atuando de forma decisiva em alguns municípios de Rondônia, tais como Porto Velho, Ariquemes, Guajará Mirim, Pimenta Bueno, entre outros, bem como no município de Rio Branco, no vizinho estado do Acre, onde foram estabelecidas soluções que atendem aos requisitos técnicos emanados pelos órgãos competentes e/ou por instituições de pesquisa reconhecidas nacionalmente.

Em decorrência desta atividade, foram estabelecidos contatos entre a CPRM e a administração municipal de Machadinho d'Oeste, visando equacionar a atual disposição do lixo urbano, disposto em local inadequado e que vinha sendo questionado pelo Ministério Público. A hipótese inicial de trabalho apresentado pela CPRM tinha por objetivo adotar a metodologia empregada em outros municípios, partindo-se para a indicação de alternativas locais em um número suficiente que oferecesse opções maiores para a administração pública. Durante a execução dos trabalhos em campo, a Prefeitura Municipal apresentou mais duas áreas por ela selecionadas, para que fossem estudadas e avaliadas em conjunto com as demais.

O Município de Machadinho d'Oeste, criado pela Lei Estadual nº. 198 datada de 11 de maio de 1988, desmembrado dos municípios de Ariquemes, Jaru e Ji-Paraná, possui uma área atual de 8.509,27 km² (2002), estando localizado na região leste do Estado de Rondônia. Em 1992, cedeu parte do seu território para a criação do Município de Rio Crespo e em 1994 para o Município de Vale do Anari. Dois distritos importantes vinculam-se ao município, representados pelas vilas 5º BEC e Tabajara, com satisfatório desenvolvimento socioeconômico.

Uma ligação rodoviária importante é estabelecida com o vizinho Estado do Mato Grosso (RO-205), em sentido leste, onde se observa uma expressiva frente pioneira de uso e ocupação do solo, com a implantação de novos núcleos urbanos, apoiados no aproveitamento da madeira e atividades agropecuárias. Uma rede viária municipal razoavelmente distribuída, seccionada por linhas vicinais de orientação variável, oferece um bom acesso aos seus habitantes na maior parte do ano, dificultado no período mais intenso das chuvas sazonais. A economia

regional é sustentada pelo exercício de atividades agropecuárias, notadamente a criação de bovinos, além da indústria extrativa vegetal associada ao aproveitamento de madeira.

A sede urbana, implantada na parte leste do município, posiciona-se ao longo do cruzamento das rodovias RO-257 e RO-133, próxima à bacia do rio Belém, estimando-se uma população urbana de 16.173 habitantes conforme dados do Censo 2010/IBGE; por sua vez, a Vila 5º BEC, situada a 30 km da sede municipal, abriga uma população estimada de 5.000 habitantes, que também deverá ser integrado ao futuro aterro sanitário. A população total do município atinge a 31.135 habitantes segundo este mesmo censo, com uma taxa de urbanização em torno de 52% referente ao ano de 2010. 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 médio 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, 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 e avaliação 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 Machadinho d'Oeste, 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

As áreas estudadas situam-se no entorno da cidade de Machadinho d'Oeste, estendendo-se por uma extensão radial de até 20 km, compreendendo boa parcela do espaço geográfico municipal. Limita-se com os municípios rondonianos Vale do Anari, Rio Crespo, Cujubim e Porto Velho, estendendo-se até o limite estadual com o Estado do Mato Grosso, a leste (Figura 1). Os principais eixos de desenvolvimento estão associados às rodovias estaduais RO-

257 / 133 e 205, que o interligam a rodovia federal BR-364, localizada para oeste. Do ponto de vista econômico, integra o polo regional do Município de Ariquemes.

Como referenciado acima, a rede viária municipal encontra-se bem estabelecida com um traçado básico aproximadamente ortogonal (N-S e E-W), definida a partir da política de ocupação rural implantada pelo INCRA, a qual foi adaptada posteriormente em função da morfologia regional representada por extensas áreas de relevo acentuado e pela penetração humana. Permite um acesso fácil e rápido praticamente a todos os seus quadrantes, o que atende satisfatoriamente às necessidades da população rural, dificultadas sensivelmente no período mais crítico da estação chuvosa, isolando frequentemente populações rurais mais distantes.

A principal via de acesso municipal é representada pela rodovia estadual RO-133, de leito pavimentado entre a sede municipal e a Vila 5º BEC; segue-se a rodovia RO-257, não pavimentada, que liga as cidades de Machadinho d'Oeste e Ariquemes, em um percurso de 150 km. Em seu segmento norte, a rodovia RO-133 estabelece acesso à cidade de Cujubim e, posteriormente, a rodovia BR-364. Estradas vicinais recortam o espaço municipal, destacando-se as linhas MA-32 e MA-43, entre outras. Deve ser destacado igualmente, o rio Machado que secciona o espaço municipal no sentido SW-NE, de considerável volume d'água no período chuvoso, permitindo a navegabilidade por embarcações menores. Trata-se de um importante afluente pela margem esquerda do rio Machado e que foi largamente utilizado em décadas passadas pela inexistência de acesso rodoviário. Como terceira opção, a sede municipal possui um aeródromo, passível de utilização por aeronaves de pequeno porte.

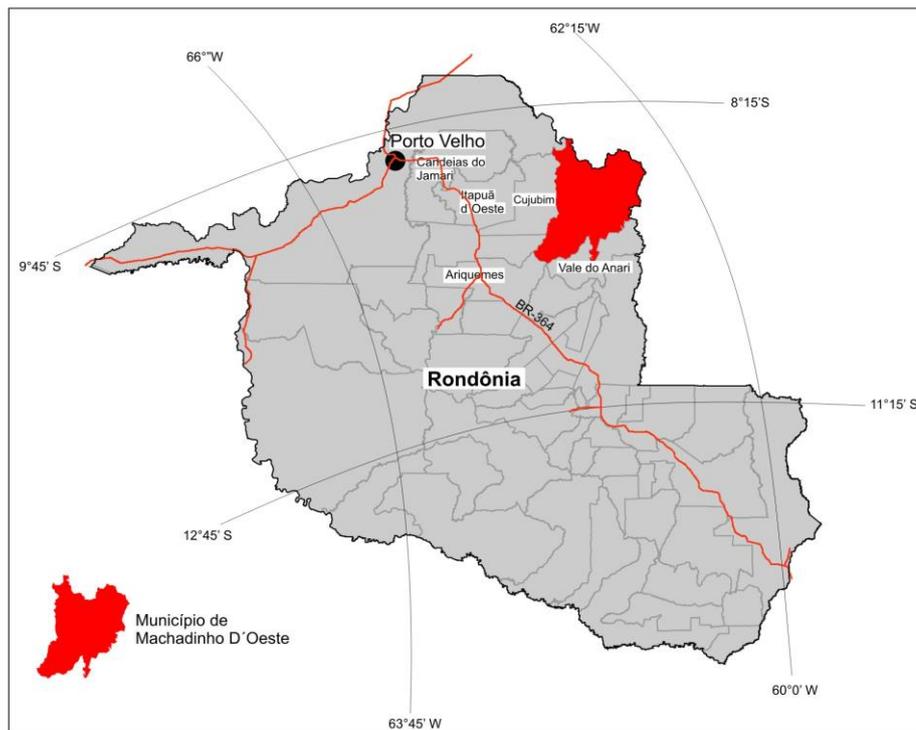


Figura 1. Localização do Município de Machadinho d'Oeste.

3. DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

3.1. Geologia

O levantamento geológico da região, executado pela CPRM (QUADROS et al., 2011), realizado em escala 1:250.000, trouxe modificações importantes para a geologia regional a partir da reinterpretação de dados anteriores, além de introduzir novas unidades litoestratigráficas, obtendo-se, ao final, um produto geológico de maior detalhe, mais representativo e de precisão mais acurada nos respectivos limites geológicos,

Em decorrência da melhor qualidade do mapa geológico hoje disponível, o entorno da cidade de Machadinho d'Oeste evidencia diversas unidades litoestratigráficas, das quais merece destaque as rochas de derivação granítica das suítes intrusivas Serra da Providência e Santa Clara e as coberturas lateríticas, terció-quadernárias (Figura 2).

As rochas mais antigas (paleoproterozoicas), presentes em áreas restritas, estão associadas ao Domínio Roosevelt-Juruena, representadas pela Suíte Plutônica Vitória (PP4yv), representada por rochas gnáissicas de tendência intermediária e pelo Granito São Romão (PP4ysr), constituído por metamonzogranitos e metasienogranitos). Ao Domínio Jamari, foram identificadas terrenos rochosos do Complexo Quatro Cachoeiras e do Grupo Roosevelt. O Complexo Quatro Cachoeiras ocorre preferencialmente ao longo do rio Machadinho ou em suas proximidades, estando distribuído em duas subunidades distintas, que contemplam rochas metapelíticas (PP4qcp) e rochas calcissilicáticas (PP4qcc); por sua vez, o Grupo Roosevelt caracteriza-se por metarenitos e metassiltitos, observados unicamente a leste da sede municipal, pela margem direita do rio Machadinho.

Como responsáveis diretos pela morfologia regional de morros e colinas dissecadas, ocorrem as unidades rochosas mesoproterozoicas das suítes intrusivas Serra da Providência e Santa Clara, aflorantes em vastas porções do território municipal. A Suíte Intrusiva Serra da Providência, está representada pelos maciços Machadinho, União e Aquariquara, O Maciço Machadinho exhibe quatro fácies distintos: fácies 1, formado por monzonitos e sienogranitos (MP1ypc1); fácies 2, de monzogranitos porfiríticos com megacristais ovoides de K-feldspato (MP1 ypc2); fácies3 contendo charnockitos (MP1ypc3) e o fácies 4, representado por rochas básicas como gabros e noritos (MP1ōpc4) (Figura 3). O Maciço União está presente com dois fácies distintos – fácies 1, contemplando monzogranitos porfiríticos ou não e sienogranito e o fáceis 3, com metagabros e metadiabásios; por sua vez, o Maciço Aquariquara, também identifica dois fácies distintos - fácies 2, constituído por metamonzogranitos e metasienogranitos mi-lonizados e gnaissificados e o fácies 3, com os mesmos litótipos sem a textura porfirítica. Os

litótipos da Suíte Intrusiva Santa Clara se assemelham as unidades anteriores, contemplando monzogranito e sienogranito, porfírico, de granulação média a grossa.

De distribuição restrita a região extremo sul da área de estudo, afloram sedimentos fluviais de natureza arenítica a conglomerática, frequentemente portando estratificação cruzada acanalada, associados à Formação Palmeiral (Np1pa). Caracterizam-se ainda por apresentar um relevo acentuado em forma de tabuleiros, de encostas declivosas.

As coberturas sedimentares terció-quaternárias, lateritizadas (NQi), em conjunto com as rochas graníticas, constituem o substrato geológico dominante regionalmente, evidenciando o desenvolvimento do perfil laterítico, representado pelos horizontes saprolítico, mosqueado e de crosta ferruginosa, cobertos por um espesso latossolo de cor amarelado, com níveis de petroplintitos (Figura 4). Ocorrem igualmente, em áreas mais restritas, as crostas lateríticas ferruginosas concrecionárias, também recobertas por latossolos (figuras 5 e 6).

Finalmente, depósitos aluvionares (Q2a) são caracterizados na rede de drenagem, tanto mais possantes quanto maior for o respectivo curso d'água. Constituem sedimentos inconsolidados de granulometria variável, desde cascalho a argila, dispostos no leito atual e na planície aluvial.

A indicação de áreas favoráveis para o objetivo proposto deve levar em consideração aspectos estruturais presentes nas unidades rochosas, evitando-se terrenos afetados por lineamentos tectônicos, capazes de servirem como dutos preferenciais aos líquidos gerados pela decomposição de matéria orgânica ou percolação de poluentes. Estruturalmente, o município se caracteriza por falhas ou zonas de cisalhamento encobertas ou indiscriminadas, de direção NW-SE e E-W predominantes. Secundariamente, zonas de cisalhamento indiscriminadas de direção NNE-SSW foram também mapeadas, porém localizadas pela margem direita do rio Machadinho. Desta forma, terrenos afetados por estes lineamentos deverão ser evitados, mantendo-se a distâncias seguras de eventuais processos de percolação de fluidos.

Do ponto de vista geológico, as melhores alternativas para implantação de aterro sanitário estão associadas aos terrenos aplainados das coberturas sedimentares lateritizadas, que ocupam extensas áreas nos quadrantes sudoeste e sudeste da região mapeada.

MAPA GEOLÓGICO

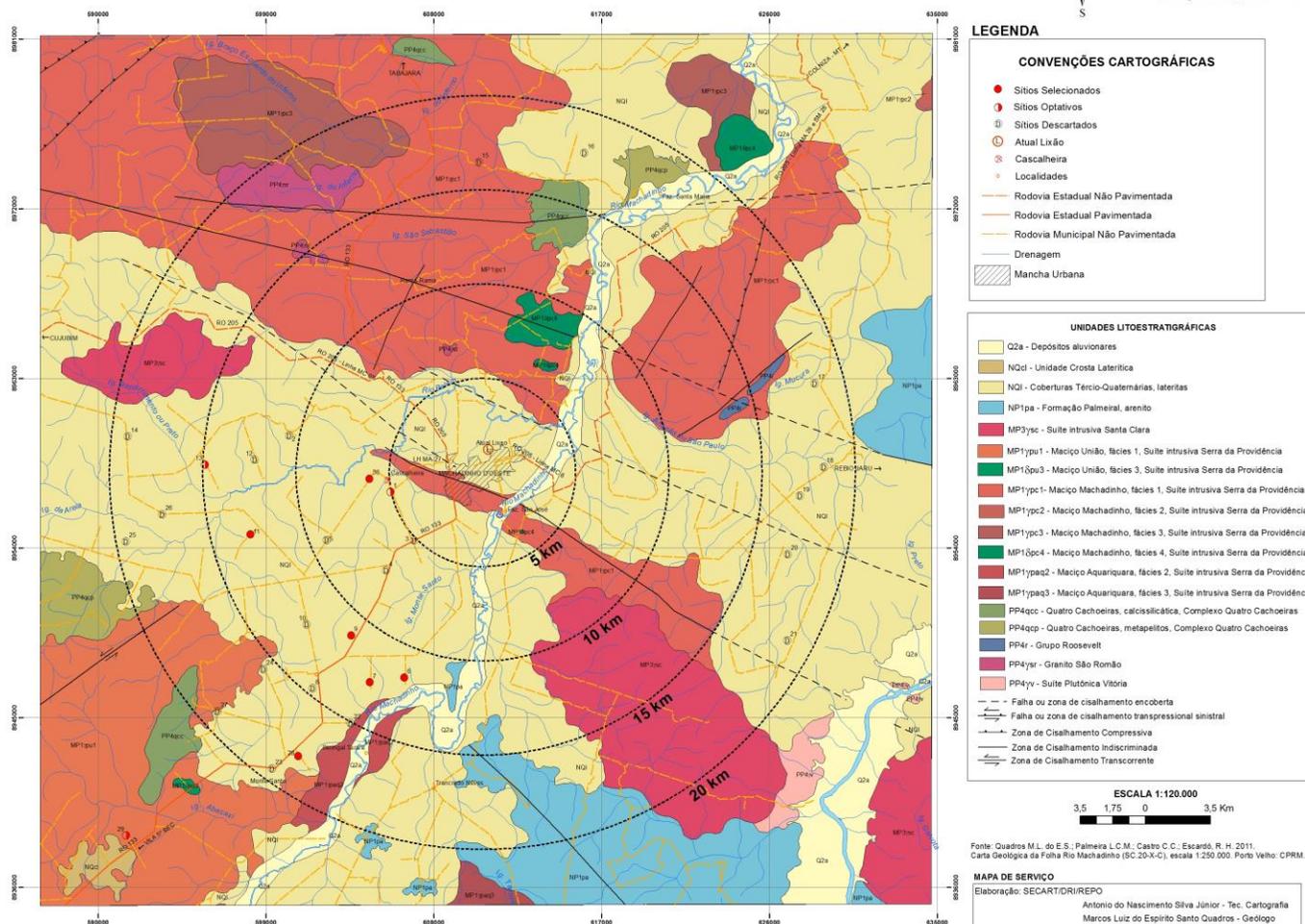


Figura 2. Mapa Geológico da Área Estudada.



Figura 3. Matacões e blocos de rochas monzograníticas do Maciço Machadinho – fácies 1. Proximidades da área urbana.



Figura 4. Crosta laterítica próxima a Vila 5º BEC



Figura 5. Cobertura latossolos. Área 9.



Figura 6. Cascalheira. Linha MP-73. Crosta laterítica ferruginosa.

3.2. Relevo

Do ponto de vista geomorfológico, a área do entorno de Machadinho d'Oeste está caracterizada fundamentalmente por unidades denudacionais, associadas a um intenso processo erosivo (SEPLAN / ITERON, 2000). A unidade definida como Superfície de Aplanamento ocupa a maior parte do espaço geográfico municipal, bem como na área abrangida pelo presente estudo, formando áreas de arrasamento sobre rochas antigas (Figura 7), caracterizada por uma dissecação de intensidade variável (alta a baixa) onde se preservam elevações residuais (*inselbergs, tors e hillocks*) às vezes em número expressivo, constituindo-se assim em diversas subunidades geomorfológicas, descritas como D2211, D2221, D2222, D2231 e D2331 (Figura 8).



Figura 7. Relevo aplainado. Área 1.

A unidade Superfície de Aplanamento – Nível II, com altitudes inferiores a 300 metros, desenvolve-se principalmente sobre rochas antigas arrasadas do Complexo Jamari, caracterizada por uma dissecação de intensidade variável (alta a baixa) e pela presença ou não de *inselbergs*, *tors* e *hillocks*. Agrupamentos de morros e colinas foram espacializados em diversos trechos da área estudada, constituindo um relevo aberto ou denso de colinas e *inselbergs* de altitudes diferenciadas desde baixa a média (D31) até média a alta (D31), não possuindo grandes amplitudes contínuas.

Planícies aluviais e depressões, desenvolvidas ao longo das drenagens e de suas planícies de inundação foram identificadas na rede de drenagem regional, destacando-se aquelas presentes ao longo dos rios Machadinho e Belém, considerados os rios principais do município (A32).

Do ponto de vista geomorfológico, os melhores terrenos para a implantação de aterro sanitário estão abrangidos pela superfície de aplanamento, de dissecação baixa e ausência ou esporádicos *inselbergs* e *tors* (D2211), mapeada na região sudoeste, estabelecida entre os rios Machadinho e Belém, que demonstra uma maior 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.

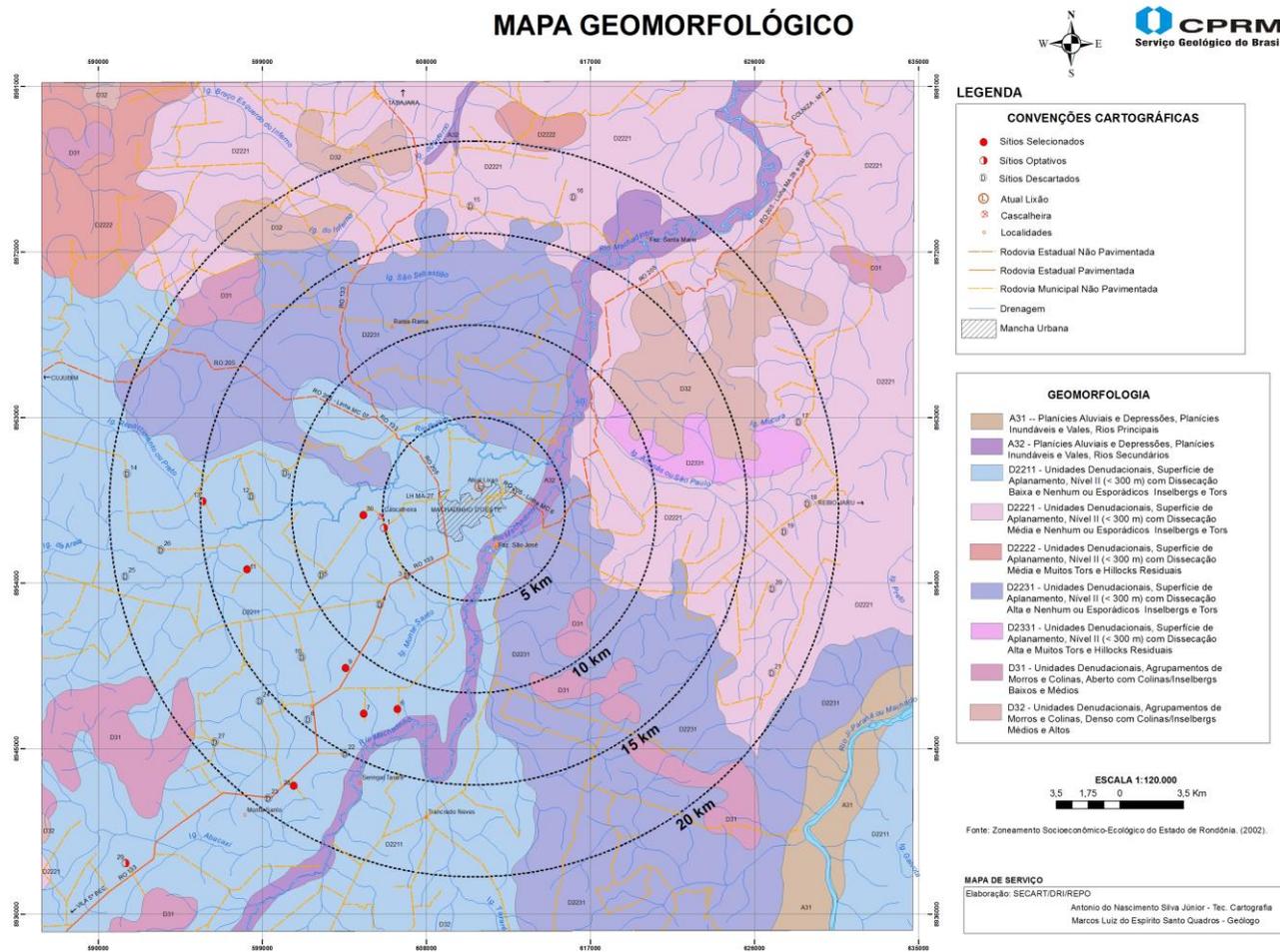


Figura 8. Mapa Geomorfológico da Área Estudada.

3.3. Solos

A identificação dos tipos de solos existentes no entorno de Machadinho d'Oeste é indispensável para uma boa caracterização das alternativas locais disponibilizadas visando à implantação de um aterro sanitário. Considerando o mais recente mapeamento da região efetuado através do Zoneamento Socioeconômico-Ecológico de Rondônia – ZSEE/RO (SEPLAN/ITERON, 2000), foram caracterizadas duas classes principais de solo, definidos como latossolos e solos glei. Os latossolos caracterizam-se por uma grande variabilidade textural, abrangendo praticamente toda a área do entorno da sede municipal (Figura 9).

Como classe principal, os latossolos se desenvolvem em diferentes tipos de relevo mapeados na região, desde as áreas mais aplainadas (0-2%), suave-onduladas (2-8%), bem como as áreas mais onduladas, com declividades entre 8-30%, quando então, se tornam ligeiramente pedregosos. São caracterizados os seguintes tipos de latossolo: latossolos amarelos distróficos (declividade variável entre 0-2%, 2-8% e 8-30%) (Figura 10), latossolos vermelho-amarelos distróficos, com declividade igualmente variável (0-2%, 2-8% e 8-30%) e latossolos vermelho-escuros eutróficos, de caráter bastante restrito e de declividade alta (8-30%). De uma maneira geral, são solos bem drenados e de textura argilosa.

Os latossolos constituem solos bem intemperizados, com uma baixa diferenciação de cor e da textura em suas camadas superficiais e sub-superficiais, mais resistentes à erosão e de baixa fertilidade natural (ácidos).

Os solos glei, identificados ao longo do rio Machadinho, são distróficos, de baixa declividade (0-2%), mal drenados e argilosos. A representatividade desses solos é baixa e de pouco interesse para os objetivos do estudo.

A caracterização dos solos na área permite assumir que a favorabilidade para a implantação do aterro sanitário associa-se preferencialmente sobre os latossolos vermelho-amarelos distróficos, de declividade entre 2-8%, bem drenados (LLD20). A fonte de referência (ZSEE-RO) indica uma textura arenosa para este tipo de solo, entretanto, as evidências encontradas em campo apontam para uma textura mais argilosa, de baixa permeabilidade, posteriormente confirmada pela análise granulométrica de amostras de solo coletadas nos sítios escolhidos.

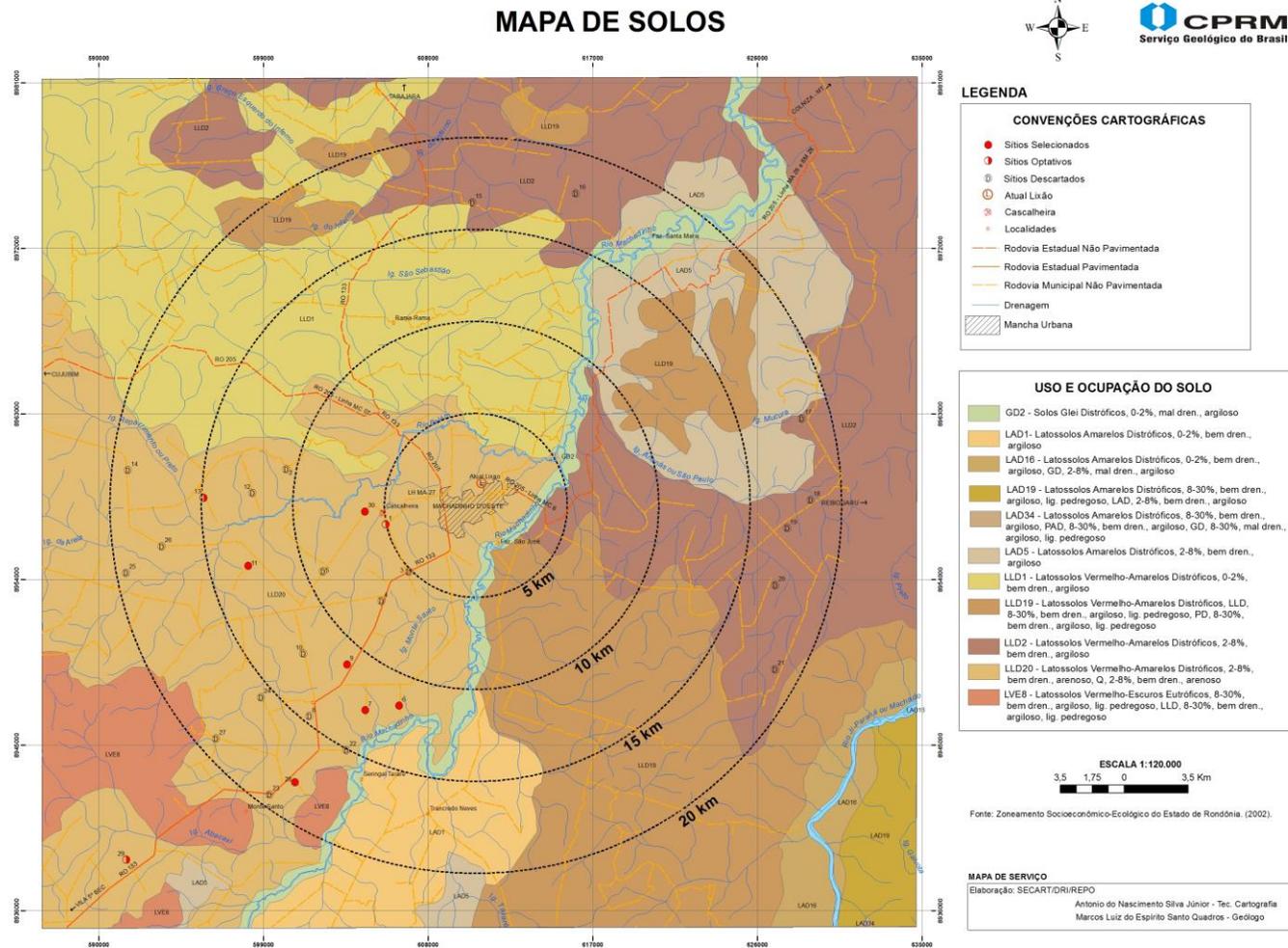


Figura 9. Mapa de Solos da Área Estudada.



Figura 10. Latossolo amarelo distrófico. Área 30.

3.4. Cobertura Vegetal

O Município de Machadinho d'Oeste apresenta uma alta taxa de antropização, com remoção da cobertura vegetal, constatada em imagens de satélite (Figura 11) e comprovada durante os trabalhos de campo. Salienta-se que áreas florestadas observadas em imagens de satélite que serviram de análise para o ZSEE-RO (SEPLAN/ITERON, 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 em áreas de relevo mais pronunciado ou pela margem direita do rio Machado. 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.



Figura 11. Desmatamento no entorno da sede municipal. Imagem Landsat 2012 (Google)

De acordo com os critérios utilizados durante o Zoneamento Socioeconômico-Ecológico do Estado de Rondônia - ZSEE-RO (SEPLAN / ITERON, 2000), observa-se o predomínio das áreas antropizadas, com a utilização predominantemente para atividades agropastoris, notadamente ao longo das principais vias de acesso (Figura 12). Ao se estabelecer uma análise paralela entre o mapa produzido pelo ZSEE-RO 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.

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, em limites fundiários de lotes ou em áreas de acesso mais precário (Figura 13), contudo, em geral, as árvores de maior valor comercial já foram objeto de remoção para emprego na indústria madeireira.

Na área estudada, podem ser observadas as seguintes classes de vegetação, parcialmente descaracterizadas pela ação antrópica (desmatamento);

- Aa: floresta ombrófila aberta aluvial / floresta de áreas inundáveis;

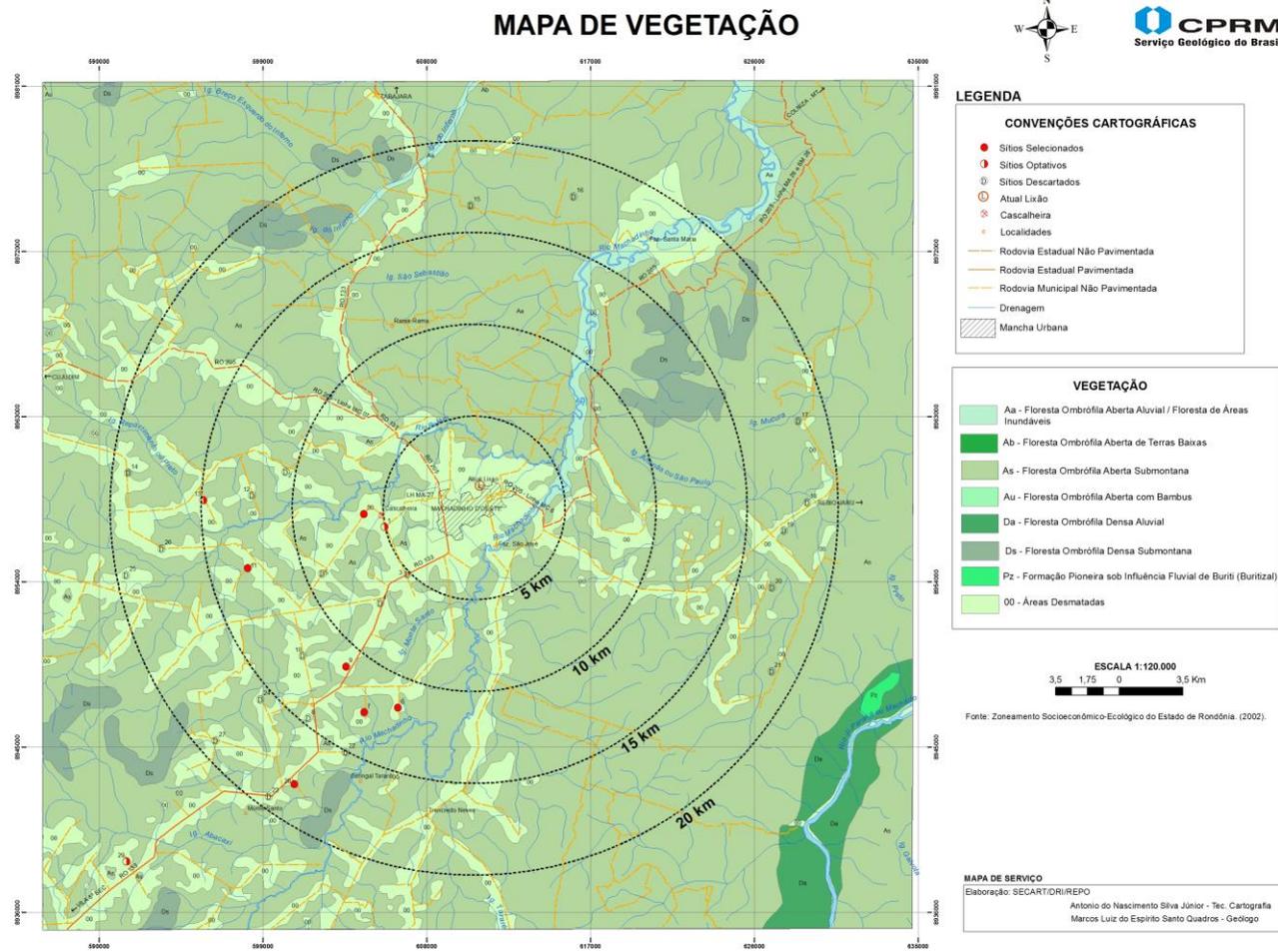


Figura 12. Mapa de Cobertura Vegetal da Área Estudada.

- As: floresta ombrófila aberta submontana;
- Ab: floresta ombrófila aberta de terras baixas;
- Au: floresta ombrófila aberta com bambus;
- Da: floresta ombrófila densa aluvial;
- Ds: floresta ombrófila densa submontana;
- Pz: formação pioneira sob influência fluvial de buriti (buritizal);
- 00: áreas desmatadas.



Figura 13. Floresta ombrófila densa submontana residual em fundo de lote.

3.5. Clima

O regime climático observado no município em estudo apresenta as mesmas características observadas em regiões tropicais amazônicas, representadas por alternância entre estação seca e estação chuvosa, correspondendo ao tipo Aw – clima tropical chuvoso.

A estação seca ocorre entre os meses de maio a outubro, com baixos índices pluviométricos, nítida deficiência hídrica no solo, altas temperaturas e uma umidade relativa do ar mais baixa, embora os valores registrados sejam elevados.

A estação chuvosa equivale ao período novembro a abril, quando são registrados altos índices de precipitação pluvial, correspondendo a cerca de 80% do total da chuva. Nesse período, o solo apresenta um excedente hídrico, embora sejam comuns variações anuais. A umidade relativa do ar alcança valores extremamente elevados (superior a 80%), nitidamente associados à distribuição sazonal da precipitação anual.

A precipitação pluvial assume uma importância considerável no manejo de um aterro sanitário, devido a possibilidade de infiltração de volumes expressivos de água pluvial nas células de resíduos, e a conseqüente percolação de líquidos contaminantes para os terrenos adjacentes. Da mesma forma, uma adequada proteção lateral deve ser implantada no aterro sanitário, dado a possibilidade de introdução da água das chuvas a partir do escoamento superficial, notadamente em terrenos com declividade mais pronunciada.

3.6. Recursos Hídricos

No município de Machadinho d'Oeste, a implantação de uma rede hidrográfica está condicionada ao relevo predominante. Assim, em áreas de topografia mais pronunciada, as drenagens são mais abundantes, de interflúvios mais próximos, porém de traçado mais curto e, em geral, mais dissecadas e de caráter permanente; por outro lado, em áreas mais aplainadas, com diferenças menores de cotas topo-vale, os cursos d'água são mais espaçados, de interflúvios maiores, mais longos, menos dissecados e, frequentemente, assumem um caráter intermitente das águas.

Drenagens de maior porte seccionam o espaço municipal, destacando-se o rio Machadinho e seu afluente da margem esquerda, rio Belém, estando à sede municipal próxima da confluência destes dois importantes rios. Em sentido leste, ainda dentro do território municipal, flui o rio Machado ou Jiparaná, importante afluente da margem direita do rio Madeira.

Na região do entorno da cidade de Machadinho d'Oeste, caracterizada predominantemente por um relevo aplainado, a densidade de cursos d'água de 1ª e 2ª ordem é menor, exceto em terrenos restritos de relevo mais acentuado, associado a um lineamento serrano NW-SE, constituído por rochas graníticas, mais resistentes ao intemperismo.

Considerando o intenso antropismo incidente regionalmente, com a remoção da cobertura vegetal primitiva, políticas públicas de proteção à drenagem superficial devem ser mantidas e/ou implantadas em curto prazo, tais como a preservação das nascentes e das matas ciliares, visando manter a qualidade e a quantidade de água disponível, mormente da bacia do rio Belém, próxima ao perímetro urbano e responsável pelo abastecimento de água para a população urbana, evitando-se a uma eventual utilização como desaguadouro de lixo urbano e dos efluentes domésticos e industriais.

Do ponto de vista de potencialidade hidrogeológica, a região não oferece boas perspectivas devido ao seu substrato rochoso, associado aos litótipos graníticos das suítes Serra da Providência e Santa Clara, além das coberturas sedimentares lateríticas, de

textura argilosa. Deve ser mencionado que em todas as perfurações efetuadas na zona rural para caracterização das áreas selecionadas para a disposição do lixo, o nível freático não foi encontrado, sugerindo uma baixa potencialidade hidrogeológica. Na área urbana, as vazões observadas em poços tubulares são de pequena monta, estando recoberto por uma cobertura terció-quadernária, de espessura variável. Uma parcela da população urbana, não dimensionada, 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 à proximidade de fossas domésticas.

Dados obtidos junto a Prefeitura Municipal revelam que o abastecimento de água realizado pela empresa estatal CAERD atende a maior parte do perímetro urbano, captando água superficial no Rio Belém, que dista cerca de 3 km da mancha urbana, além de dois poços tubulares responsáveis pelo abastecimento de parcela da população. Poços tipo cacimba também são utilizados para fornecimento de água para os moradores da sede municipal, com profundidades variáveis entre 15 a 25 m, mantendo-se com vazões mais reduzidas na estação seca. 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 Machadinho d'Oeste é indispensável em médio prazo.

Poços tubulares são registrados no perímetro urbano, constando de quatro poços de profundidades entre 50 a 80 m, com água de boa qualidade. Um quinto poço (Posto Jowal) possui um sabor salobro da água, assumindo frequentemente cor leitosa (infiltração de areia fina) ou com manchas escuras, devido à presença de ferro, associada à presença em sub-superfície de camadas de arenitos ferruginizados ou concreções lateríticas ferruginosas.

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 inundação e/ou alagamento no perímetro urbano, exatamente por estar em uma posição topográfica mais protegida e pela distância segura de drenagens de maior porte.

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 Machadinho d'Oeste está associado à implantação de atividades agropastoris, predominantemente destinadas à pecuária, seguido por áreas de cultivo agrícola. 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.

A cobertura vegetal nativa do tipo floresta ombrófila mantém-se parcialmente preservada em porções localizadas dispersas no espaço municipal, associadas principalmente às áreas de topografia mais acentuada, embora suas encostas já estejam sendo submetidas ao um desmatamento progressivo. Ocorrem ainda em pequenos trechos ao longo de drenagens (matas ciliares), nos limites fundiários dos lotes e em áreas ínvias. 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, instituída através da Lei Federal nº 12.305, datada de 2 de agosto de 2010, representa 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 estão 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 13 de dezembro de 2002, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, proporciona os instrumentos legais para uma atuação mais vigorosa

sa 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 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 associados 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, KREBS & VIERO, 1995). Foram empregados também obras executados no Estado de Rondônia, tais como “Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos na Área de Porto Velho” (KREBS, ADAMY & REIS, 1999); “Seleção de Áreas para a Localização de Aterro Sanitário de Guajará Mirim e Presidente Médici” (ADAMY & KREBS, 2001), bem como no vizinho estado do Acre, através do trabalho “Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos em Rio Branco, Acre” (ADAMY, 2006).

Antes de se descrever a metodologia de trabalho, é importante destacar que as áreas indicadas devem apresentar plenas condições para a elaboração e implantação dos projetos, considerando que muitas vezes áreas tecnicamente adequadas não demonstram condições de negociação com os proprietários, fato este que inviabiliza a implantação do investimento.

A seguir, serão descritas sucintamente as diversas atividades desenvolvidas para a seleção de áreas favoráveis à implantação dessa obra de engenharia em Machadinho d’Oeste.

4.2. Consolidação das Informações Disponíveis

Nessa etapa inicial, foram consolidadas e avaliadas todas as informações obtidas em trabalhos anteriores, destacando-se a Carta Geológica da Folha Rio Machadinho (QUADROS *et al.*, 2011) e Zoneamento Socioeconômico - Ecológico de Rondônia (SEPLAN / ITERON, 2000). 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. De posse das fotografias aéreas, efetuou-se uma interpretação do entorno da sede municipal, objetivando pré-selecionar áreas favoráveis a implantação do empreendimento, obtendo-se mais de duas dezenas de sítios preliminarmente adequados e que teriam um caráter orientativo para as atividades de campo.

Em uma etapa subsequente, desenvolvida no próprio município, foi realizada uma reunião com o Secretário Municipal de Meio Ambiente e técnicos dessa secretaria, responsáveis 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 apresentados os sítios alternativos pré-selecionados pela equipe do projeto, oriundas da fotointerpretação, além de alternativas sugeridas pela administração municipal. Acordou-se que, os trabalhos de campo contemplariam as áreas distantes até 20 km da sede municipal, priorizando-se aquelas limitadas pelos rios Machadinho e Belém, possuidoras de uma configuração morfológica mais favorável e de melhores condições de acesso. Foi sugerida ainda uma visita técnica ao atual depósito de lixo (lixão) para avaliar as reais condições do local, visando à apresentação de sugestões para sua remediação e encerramento.

Procedeu-se ainda, a análise do espaço geográfico municipal, considerando o respectivo memorial descritivo, comprovando-se os limites municipais e as respectivas distâncias aos municípios adjacentes. Confirmou-se que os principais eixos de expansão urbana estão associados ao eixo das rodovias RO-205 e RO-133. 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 as áreas pré-selecionadas para a implantação do aterro sanitário, considerando-se uma projeção futura mínima de 15 anos para a expansão urbana. Além disso, a área selecionada deverá possuir uma localização adequada que permita atender o lixo gerado tanto na sede municipal, como também na Vila 5º BEC, distante 30 km.

Considerou-se imprescindível buscar junto ao IBGE, dados relacionados aos censos de 1990 e 2000 quanto à taxa média geométrica de incremento anual da população residente 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 1950 a 1960: 6,39%
- De 1960 a 1970: 4,76%
- De 1970 a 1980: 16,03%;
- De 1980 a 1991: 7,89%;
- De 1991 a 2000: 2,22%.

É importante assinalar que este crescimento verificou-se notadamente na zona urbana, exceto no período 1970/1980, quando predominou o incremento populacional na zona rural.

Em Rondônia, vem se acentuando gradativamente a tendência de urbanização da população residente, passando de 43,25% em 1960, 58,21% em 1991 e 64,09% em 2000. No Município de Machadinho d'Oeste, a população urbana determinada pelo Censo 2000 alcançou 10.962 habitantes e a rural de 11.755 habitantes, com leve predomínio da zona rural (51,75%), contrastando fortemente com os indicadores a nível nacional que aponta uma população predominantemente urbana (aproximadamente de 82%), semelhante ao índice observado na América Latina – 85% (Figura 14).

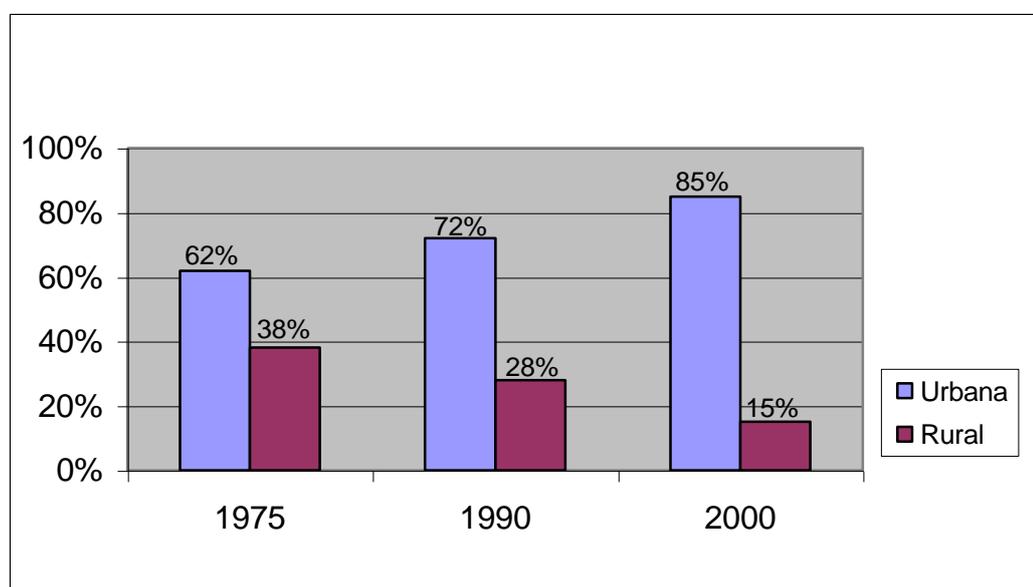


Figura 14. O êxodo rural. Crescimento populacional urbano na América Latina (%). Fonte OMS (2000).

Os dados atuais apontam uma população de 31.135 habitantes, com um incremento de 37% em 10 anos; observa-se também uma inversão quanto ao domicílio da população, com predomínio crescente da ocupação urbana. É possível estimar que, no decorrer de seu desenvolvimento socioeconômico, 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 seja acrescida intensamente.

Dados mais confiáveis, coletados pelo Censo do IBGE/2010 ainda não foram disponibilizados, impedindo uma maior precisão das informações contidas neste documento.

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, o que evitará a procura de novas áreas ou uma ampliação futura da área selecionada.

4.3. Cálculo da Área Ideal

Segundo informações verbais dos técnicos da Prefeitura, não referendadas pelo Censo realizado pelo IBGE em 2010, a população urbana de Machadinho d'Oeste nos dias atuais é estimada em 17.000 habitantes, contrastando fortemente com aquela identificada pelo Censo do IBGE (2000) de 10.962 habitantes. Por sua vez, a Vila 5º BEC, segundo as mesmas estimativas, apresenta uma população de 5.000 habitantes. Dessa forma, para a determinação da área para aterro sanitário deverá considerar uma população conjunta aproximada de 22.000 habitantes.

O espaço ocupado pela mancha urbana é aproximadamente 12,5 km², possuindo um formato aproximadamente retangular, desenvolvendo-se ao longo do eixo das rodovias RO-133 e RO-205, estendendo-se linearmente até o início da linha vicinal 32.

A coleta de lixo é efetuada diariamente na parte central da cidade, enquanto que nos bairros ocorre em dias alternados, sendo executada por empresa terceirizada com a utilização de dois compactadores; são coletadas diariamente 14 toneladas de lixo. Na Vila 5º BEC, a coleta de lixo é realizada duas vezes por semana, recolhendo-se cerca de 4 toneladas/diárias.

Estima-se uma taxa de 0,85 kg/dia/per capita, próximo dos 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 Pan-americana 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 (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.

Embora não caracterizada plenamente, a composição do lixo coletado aponta um índice médio de 60% para matéria orgânica. Os resíduos da construção civil, incrementados nos últimos anos, são estimados em 14 toneladas/diárias, cuja maior destinação está associada ao aproveitamento na área urbana, através do preenchimento de cavidades ou áreas deprimidas, restando uma fatia menor para o lixão atual.

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 20 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 Machadinho d'Oeste e Vila 5º BEC, estimada em 22.000 pessoas;
- ✓ Para uma população de 22.000 habitantes, o peso de lixo gerado diariamente é de 22 toneladas, estimando-se um valor de 1,0 kg/dia *per capita*, significando um volume aproximado de 31,9 m³/dia;
- ✓ O volume de lixo produzido em um ano será de 11.643 m³;
- ✓ Estima-se uma adição de 20% de material de cobertura da pilha de resíduos sólidos, representando um volume anual final de 13.971,6 m³;
- ✓ Para uma vida útil de 20 anos do aterro sanitário, teríamos um volume total a ser depositado correspondente a 279.432 m³;
- ✓ 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 hum hectare (10.000 m²) poderá ser disposto um volume de 20.000 m³. Como o volume final é de 279.432 m³, seria necessária uma área próxima a 14 hectares ao longo de 20 anos. Adicionando-se um espaço adicional (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 infraestrutura, setor de administração e vias de acesso internas, haverá a necessidade total de **17,5 hectares** para a atividade proposta.
- ✓ Uma segunda alternativa seria de utilizar células com altura de 4 m, possibilitando duplicar a capacidade de recebimento de resíduos urbanos. Assim, em hum hectare poderá ser manejado 40.000 m³ de lixo, reduzindo a área necessária para 7 hecta-

res, aos quais se acresce 25% de espaço de manobra, totalizaria 9 hectares para a implantação do aterro sanitário. A área necessária será aproximadamente a metade da estimada na primeira alternativa; entretanto, serão gerados problemas associados ao recalque diferencial, fuga de chorume, erosão de taludes, sistema de gerenciamento geotécnico e ambiental mais oneroso.

4.4. 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 17,5 hectares (uma célula) ou de 9 hectares (duas células).

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 população, tipo de uso atual da área, valor nominal da área e aceitação popular. Estes parâmetros permitirão uma avaliação dos custos de infraestrutura 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 à 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.

4.5. Trabalhos de Campo

Após uma fase de estudo preliminar realizada em Porto Velho abrangendo principalmente atividades relacionadas às condições naturais do meio físico e ao traçado da rede viária, procedeu-se ao detalhamento de campo em cada área-alvo. Para identificação dos sítios pré-selecionados, foram utilizadas fotografias aéreas em preto e branco, escala 120.000, obtidas no ano de 1973. 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, completado por informações obtidas da base cartográfica fornecida pelo IBGE/RO e por dados 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:** as vias de acesso existentes revelam que a maioria dos sítios considerados mais favoráveis (8 sítios) não apresentam problemas maiores de trafegabilidade, mesmo na estação das chuvas, sendo praticamente acessíveis durante o ano inteiro, particularmente por utilizarem estradas em boas condições e periodicamente recuperadas. A exceção ocorre por conta do Sítio 13, localizado na Linha MP-33, de acesso dificultado na estação das chuvas.
- ❖ **Nível Freático:** foram constatadas situações semelhantes nas áreas estudadas em relação à presença de água subterrânea. Em todas as áreas estudadas (seis sítios), os furos de trado executados para determinação da profundidade do nível freático (5-6 m) não atingiram o referido nível, não representando, portanto, obstáculo a sua utilização para o fim pretendido. Da mesma forma, não foram observados nascentes ou cursos d'água no interior das áreas, exceção feita ao Sítio 6, que contém uma nascente em suas proximidades e que deverá ser considerada quando de sua utilização.
- ❖ **Natureza do Solo:** os pontos estudados caracterizam um solo de natureza latossólico, vermelho-amarelos distróficos, de declividade entre 2-8%, bem drenados (LLD20), com o horizonte A orgânico delgado e o horizonte B espesso, de textura argilosa e coloração variegada em tons vermelhos, amarelos e acinzentados.
- ❖ **Substrato Rochoso:** o substrato rochoso é caracterizado por uma cobertura sedimentar terció-quaternária, frequentemente lateritizada, presente em todas as áreas mais favoráveis, ocupando um relevo em forma de superfície aplainada e de baixa dissecação.
- ❖ **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. Manchas residuais estão restritas as matas ciliares e ao fundo dos lotes, observando-se também o desenvolvimento de uma vegetação secundária (capoeira) em algumas das áreas, tais como os sítios 7 e 28.

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 2, são apresentadas as fichas de cada local avaliado para aterro sanitário.

5. A DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

5.1. Aspectos da Legislação Temática Vigente

A Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Estão sujeitas à observância desta lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Esta lei também estabelece conceitos tais como:

- área contaminada: local onde há contaminação causada pela disposição, regular ou irregular, de quaisquer substâncias ou resíduos;
- destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos; a prevenção e a precaução; o poluidor-pagador e o protetor-recebedor; a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambientais, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública; o desenvolvimento sustentável; a ecoeficiência; a cooperação entre os diversos agentes sociais públicos e privados, entre outros.

A lei ainda prevê a implantação dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, como pré-requisito para terem acesso a recursos federais para a realização da limpeza urbana e ao manejo dos resíduos sólidos. Soluções consorciadas in-

termunicipais para a gestão dos resíduos sólidos serão priorizadas para obterem acesso aos recursos da União, indicando áreas ambientalmente adequadas para a disposição final. Municípios com população inferior a 20.000 habitantes poderão apresentar um plano de gestão integrada simplificado, na forma de regulamento.

Em 2002, o Estado de Rondônia, através da Lei nº 1.145, de 12 de dezembro de 2002, institui a Política, cria o Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Estado de Rondônia, e dá outras providências. Atribui a Secretaria de Desenvolvimento Ambiental - SEDAM, o exercício de sua competência de controle ambiental, sendo responsável pela aplicação da lei; procederá ao licenciamento ambiental de um local para disposição de resíduos sólidos, a partir do cumprimento das seguintes etapas: apresentação dos documentos conforme o Decreto Estadual nº 7903/1997 para início do processo administrativo; requerimento de licença pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, que serão analisados pela SEDAM, realização de vistorias técnicas quando necessárias, solicitação de esclarecimentos e complementação pelo órgão ambiental e audiências públicas.

Deve ser considerada ainda a Resolução 308 de 21 de março de 2002 / CONAMA, que estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos, de forma a simplificar os procedimentos, contemplando a disposição diária de até 20 t (vinte toneladas) de resíduos sólidos urbanos. A apresentação de EIA/RIMA será dispensada para os aterros contemplados por esta resolução.

5.2. Conceitos Gerais

Para um melhor entendimento da questão ambiental relacionada à disposição de resíduos urbanos na cidade de Machadinho d'Oeste, 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, semissólido ou semilíquido. 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 aterros 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. Dados mais recentes, coletados pelo IBGE no ano de 2010 ainda não estão disponíveis para divulgação.

Esta mesma pesquisa evidenciou uma tendência à 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 à própria coleta e não cobram nenhuma taxa de seus municípios, como na maioria dos municípios de 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 confinamento 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 à 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), a presença de animais e a atuação permanente ou não de catadores.

5.3. Disposição Atual dos Resíduos Sólidos Urbanos

Na etapa de campo foi realizada uma visita ao atual depósito de lixo da cidade de Machadinho d'Oeste, visando proceder a 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 anos desde a implantação do município em 1988, o volume de lixo gerado aumentou de

forma significativa, originando a necessidade de se encontrar um local para sua disposição. Esta busca, efetuada sem a adoção de parâmetros técnicos e sem uma diretriz de natureza ambiental, foi concluída no início da década de 1990, com a disponibilização do atual depósito, localizado atualmente no perímetro urbano, junto ao cemitério municipal, tendo por coordenadas geográficas 61° 59' 22,90" W e 9° 24' 49,31" S.

Este depósito, tornado operacional há mais de 23 (vinte e três anos), com dimensão aproximada de dois hectares, opera como um vazadouro a céu aberto, sem técnicas de manejo e disposição, operando como um verdadeiro lixão, com o simples despejo do material coletado na mancha urbana (Figura 15). Como procedimento paliativo do manejo local, foram efetuadas algumas escavações no interior do depósito para o recebimento de lixo, contudo não estão sendo utilizadas rotineiramente (Figura 16). Observa-se ainda que o terreno é relativamente plano, favorecendo a operação de despejo. Segundo informações de funcionários da administração municipal, eventualmente utiliza-se um trator de esteira para a concentração do lixo depositado gerando pequenos monturos, cujo objetivo é ordenar a disposição, bem como ampliar a vida útil deste local, não se identificando, no entanto, qualquer cobertura protetora, visando minimizar os impactos ambientais negativos.



Figura 15. Disposição caótica do lixo.



Figura 16. Escavação para despejo de lixo.
Acumulação de água pluvial e chorume.

Neste local, são dispostos os resíduos de origem diversa, tais como comercial, residencial, embalagens de agrotóxicos, ossadas e carcaças animais, resíduos de serviços de saúde, e serviços de limpa fossa (Figura 17). Assume-se um teor estimado de matéria orgânica em torno de 60% do total, observando-se ainda grande quantidade de papelão, posteriormente reaproveitado, bem como embalagens tipo pet; os produtos de poda e varrição oriundos de atividades de limpeza das vias urbanas também aí estão dispostos.



Figura 17. Despejo de limpa-fossa em pequenas depressões.

Os entulhos derivados da construção civil, que geram em torno de 14 toneladas diárias, são encaminhados parcialmente para o lixão, reaproveitando-se parte dele na própria cidade através da regularização de vias públicas ou na recomposição topográfica de depressões urbanas.

Com o propósito de minimizar os impactos ambientais derivados de uma disposição inadequada e a própria redução do lixo, promove-se periodicamente a sua combustão, comprovada por focos de fumaça observados *in loco*, poluindo o ar. A presença de catadores é diária, buscando reaproveitar material reciclável, tais como garrafas pet, papelão, entre outros (Figura 18). Foram observados diversos depósitos de garrafa pet, que serão comercializados pelos catadores, como forma de autosustento (Figura 19).



Figura 18. Presença de catadores no lixão.



Figura 19. Reciclagem de garrafas tipo pet.

Esta disposição sem qualquer medida de proteção ou cobertura favorece a proliferação de micro-vetores nocivos à saúde pública tais como roedores e insetos. Grande quantidade aves (urubus) proliferam no local, devido ao volume expressivo de matéria orgânica e restos de animais e ossadas (Figura 20). A emissão de odores fétidos derivados da decomposição de matéria orgânica é uma constante, afetando sensivelmente aos moradores dos bairros próximos.



Figura 20. Proliferação de urubus.

O atual cenário desse verdadeiro lixão e a sua proximidade de moradores, recomenda a sua paralisação e a busca de uma área tecnicamente mais adequada, além da adoção de medidas de remediação por parte dos órgãos públicos, visando restaurar a sua integridade ambiental e recomposição paisagística.

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.

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 orgâni-

ca, seguido por embalagens. É consenso dos pesquisadores que a produção de matéria orgânica está ligada diretamente à condição socioeconômica 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, compressibilidade, 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 Machadinho d'Oeste, dado ao 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. Informações 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, estimando-se um percentual entre 50 a 60%. 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 neste município.

6. RESULTADOS OBTIDOS

6.1. Diretrizes Básicas

Conforme os estudos executados no município, a comprovação de uma destinação inadequada e contaminante dos resíduos sólidos em um local contraindicado, bem

como a proximidade da área habitada, ensejaram ações para a procura de uma área tecnicamente favorável, com a adoção de medidas ambientalmente corretas em sua disposição. Nesse contexto, a parceria estabelecida entre a CPRM e a administração municipal, identificou uma série de sítios alternativos nos quais 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 determinar as condições naturais do meio físico, além de caracterizar o acesso viário disponível para as mesmas, que oferecessem boas condições de trafegabilidade em qualquer época do ano, favorecendo a redução dos custos de transporte do lixo coletado.

Deve ser destacado que a administração municipal não cobra de seus munícipes nenhuma tarifa para os serviços de remoção do lixo de qualquer natureza, retirando de outras rubricas de seus orçamentos todos os custos necessários à sua realização. Este procedimento é idêntico ao praticado pela grande maioria dos pequenos municípios do território brasileiro, gerando, em consequência, dificuldades na manutenção da qualidade dos serviços prestados.

6.2. Ensaios Geotécnicos

A caracterização das áreas pré-selecionadas para a disposição de resíduos sólidos urbanos está intrinsecamente associada à definição de parâmetros físicos tais como a permeabilidade, profundidade do nível freático e a classe de solo. No que se refere à permeabilidade, trata-se de definir as características que influenciam na facilidade de infiltração, percolação e acumulação de água. Ela pode ser estabelecida de forma indireta através da classe textural do solo, porosidade e estrutura, referindo-se predominantemente ao conjunto dos horizontes B e C. A textura do solo está associada às proporções de areia, silte e argila existentes, onde o tamanho das partículas correlaciona-se as dimensões dos poros deste solo, que por sua vez, determinam o movimento da água através do mesmo; desta forma, quanto maiores às partículas do solo, maiores serão os poros e mais rápida a absorção.

A estrutura dos solos diz respeito à tendência das partículas individuais, principalmente aquelas de argila, de se agregarem e formarem aglomerados maiores, podendo ser reconhecida pela forma como o solo se fragmenta. Em atividades expeditas de campo, é possível estimar a permeabilidade de um solo através de sua cor, onde solos avermelhados e amarelados indicam solos mais permeáveis por existir condições de oxidação

e movimentos de água e ar, enquanto que solos acinzentados a escuros são menos permeáveis por indicarem falta de aeração e movimentos mais restritos de água e ar.

De uma maneira geral, consideram-se os solos predominantemente argilosos, de estrutura compacta (lisa e sólida) e porosidade entre 50 a 80 % como de permeabilidade baixa; enquanto que os solos arenosos, de porosidade até 42% e de estrutura não compacta (rugosa e granulada) como apresentando permeabilidade alta.

Além destes critérios mais gerais para caracterizar a permeabilidade de um terreno, é indispensável à execução de ensaios de infiltração da água e de percolados e a respectiva absorção do solo, para que se possa utilizar qualquer classe de solo como depositário de resíduos sólidos urbanos.

Para atender esta exigência, foi prevista a execução de furos de trado de baixa profundidade nas áreas mais favoráveis (seis) visando à obtenção de informações que determinassem a adequabilidade necessária ou não para o fim pretendido.

O teste de infiltração utilizado para determinar a permeabilidade ou condutividade hidráulica da zona não saturada nas áreas pré-selecionadas para implantação do aterro sanitário do município de Machadinho d'Oeste foi o ensaio de rebaixamento, de acordo com a metodologia recomendada pela ABGE (1996). Esse ensaio consistiu em se perfurar o solo com um trado mecânico, com broca de 10,16 mm (4") de diâmetro, até a profundidade de 2,00 metros. A partir de então, inseriu-se um tubo de PVC com 0,5 metros de comprimento dentro do furo. O furo foi então preenchido com água até sua borda durante 10 minutos, até a saturação. Em seguida, interrompeu-se o fornecimento de água, tomando-se este como o instante zero. A intervalos curtos no início, e mais longos em seguida, acompanhou-se o rebaixamento do nível d'água. O método recomenda que o ensaio seja concluído quando o rebaixamento atingir 20% da carga inicial aplicada ou 30 minutos de ensaio. Por margem de segurança, os ensaios foram realizados durante 40 minutos. A Figura 21 ilustra como o método foi executado.

A condutividade hidráulica foi obtida então através da fórmula:

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} \times \frac{d_1^2}{8h_0 \sqrt{d_0 L}}$$

Onde:

Δt = tempo de duração do ensaio;

Δh = Variação do nível d'água durante o ensaio;

d = diâmetro da perfuração;

L = comprimento do intervalo testado ($1 \geq L \leq 3$ m)

h_0 = distância do início do ensaio até a metade de L

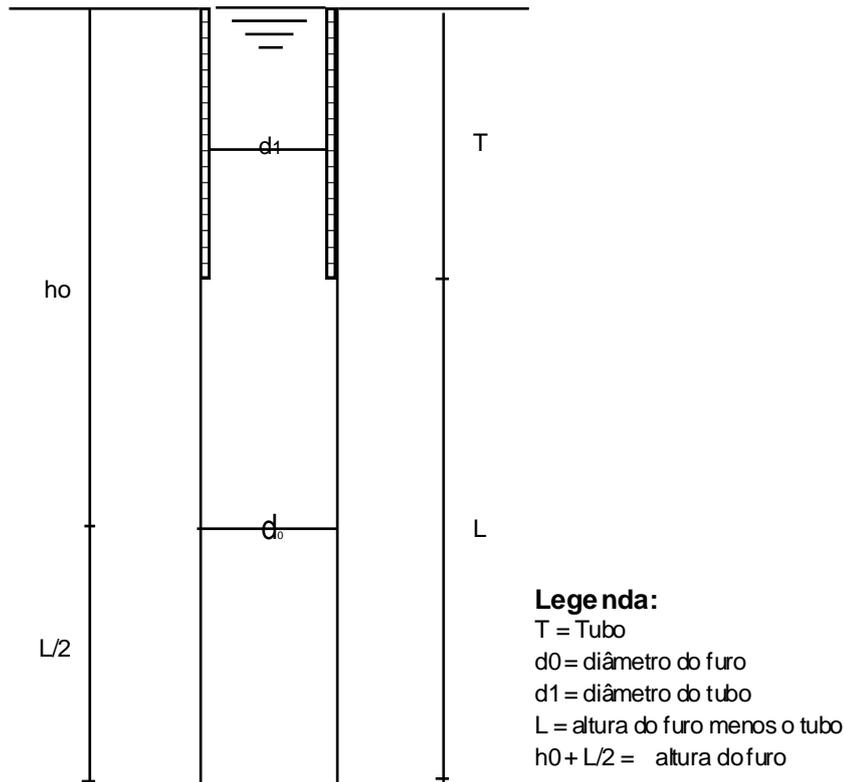


Figura 21. Ensaio de rebaixamento para cálculo da condutividade hidráulica na zona não saturada (ABGE, 1996).

A Tabela 1 apresenta os valores de condutividade hidráulica apresentados por Fetter (1988) para diversos materiais geológicos.

Tabela 1. Valores de condutividade hidráulica (K) em cm/s para alguns materiais geológicos (FETTER, 1988).

MATERIAL	K(cm/s)
Cascalho bem selecionado	1 a 10^{-2}
Areia bem selecionada	10^{-1} a 10^{-3}
Silte arenoso, areia fina	10^{-3} a 10^{-5}
Silte, areia siltica, argila arenosa	10^{-4} a 10^{-6}

As tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 apresentam os valores dos parâmetros obtidos nos testes de infiltração realizados na zona rural do município, enquanto que os quadros 1, 2, 3, 4, 5 e 6 apresentam os resultados obtidos para a condutividade hidráulica na zona não saturada em valores de cm/seg ou m/dia.

Tabela 2. Parâmetros analisados e seus respectivos valores identificados no teste de infiltração 1 realizado na Sítio 6, situado no KM 1 da linha MP-59.

Teste 1	Coordenadas UTM: 0606422 / 8147118		
Tempo (min)	Varição do NA (cm)	Parâmetros	Valores
1	36,0	$d_0 =$	12 cm
2	58,0	$d_1 =$	10 cm
3	74,0	$L =$	200 - 50 = 150 cm
4	86,0	Tubo =	50 cm
5	95,0	Prof. =	200 cm
6	106,0	$h_0 =$	(50 + 75) cm
7	113,0	$h_0 =$	125 cm
8	125,0	$\Delta h =$	200 cm
9	138,0	$\Delta t =$	14 min = 840 s
10	160,0		
14	200,0		
20	Seco		
30	Seco		
40	seco		
Obs.: Linha MP-59			

Quadro 1. Valor da condutividade hidráulica na zona não saturada identificado no Sítio 6.

$$T_1:$$

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} \times \frac{d_1^2}{8h_0 \sqrt{d_0} \cdot L}$$

$$K = \frac{200}{840} \times \frac{100}{8 \times 125 \sqrt{12} \times 150}$$

$$K = 0,2381 \times \frac{100}{1000 \times 42,4264}$$

$$K = 0,2381 \times \frac{100}{42426,4}$$

$$K = 5,61 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

$$K = 0,4847 \text{ m/dia}$$

Tabela 3. Parâmetros analisados e seus respectivos valores identificados no teste de infiltração 2 realizado no Sítio 7, situado no KM 1,4 da linha MP-57.

Teste 2		Coordenadas UTM: 0604573 / 8946868	
Tempo (min)	Varição do NA (cm)	Parâmetros	Valores
1	10	$d_0 =$	12 cm
2	19	$d_1 =$	10,5 cm
3	28	$L =$	200 - 50 = 150 cm
4	32	Tubo =	50 cm
5	38	Prof. =	200 cm
6	43	$h_0 =$	(50 + 75) cm
7	48	$h_0 =$	125 cm
8	51	$\Delta h =$	95 cm
9	54	$\Delta t =$	40 min = 2400 s
10	56		
15	66		
20	75		
30	86		
40	95		
Obs.:			

Quadro 2. Valor da condutividade hidráulica na zona não saturada identificado no Sítio 7.

$$T_2:$$

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} \times \frac{d_1^2}{8h_0 \sqrt{d_0} \cdot L}$$

$$K = \frac{95}{2400} \times \frac{(10,5)^2}{8 \times 125 \sqrt{12} \times 150}$$

$$K = 0,0395 \times \frac{110,25}{1000 \times \sqrt{1800}}$$

$$K = 0,0395 \times \frac{110,25}{42426,4}$$

$$K = 0,000102 \text{ cm/s ou } 1,02 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

$$K = 0,088 \text{ m/dia}$$

Tabela 4. Parâmetros analisados e seus respectivos valores identificados no teste de infiltração 03, realizado no Sítio 9, situado no KM 105 / RO-233.

Teste 3		Coordenadas UTM: 0603570 / 8949357	
Tempo (min)	Varição do NA (cm)	Parâmetros	Valores
1	1,5	$d_0 =$	11,5 cm
2	2,5	$d_1 =$	10 cm
3	4	$L =$	200 - 50 = 150 cm
4	5	Tubo =	50 cm
5	6,5	Prof. =	200 cm
6	8	$h_0 =$	(50 + 75) cm
7	9	$h_0 =$	125 cm
8	10	$\Delta h =$	28 cm
9	11	$\Delta t =$	40 min = 2400 s
10	12		
15	16		
20	20		
30	24		
40	28		

Quadro 3. Valor da condutividade hidráulica na zona não saturada identificado no Sítio 9.

$$T_3:$$

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} \times \frac{d_1^2}{8h_0 \sqrt{d_0} \cdot L}$$

$$K = \frac{28}{2400} \times \frac{10^2}{8 \cdot 125 \sqrt{11,5} \times 150}$$

$$K = 0,0116 \times \frac{100}{1000 \sqrt{1725}}$$

$$K = 0,0116 \times \frac{100}{41533,1}$$

$$K = 0,0000279 \text{ cm/s ou } 2,79 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$$

$$K = 0,0241 \text{ m/dia}$$

Tabela 5. Parâmetros analisados e seus respectivos valores identificados no teste de infiltração 04, realizado no Sítio 11, situado no KM 0,6 da linha MP-91.

Teste 4		Coordenadas UTM: 0598160 / 8954707	
Tempo (min)	Varição do NA (cm)	Parâmetros	Valores
1	3	$d_0 =$	11,5 cm
2	6	$d_1 =$	10 cm
3	9	$L =$	200 - 50 = 150 cm
4	12	Tubo =	50 cm
5	15,5	Prof. =	200 cm
6	17	$h_0 =$	(50 + 75) cm
7	18,5	$h_0 =$	125 cm
8	20,5	$\Delta h =$	48,5 cm
9	22,5	$\Delta t =$	40 min = 2400 s
10	24		
15	31		
20	35,5		
30	43		
40	48,5		

Quadro 4. Valor da condutividade hidráulica na zona não saturada identificado no Sítio 11.

$$T_4:$$

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} \times \frac{d_1^2}{8h_0 \sqrt{d_0} \cdot L}$$

$$K = \frac{48,5}{2400} \times \frac{10^2}{8 \times 125 \sqrt{11,5} \times 150}$$

$$K = 0,0202 \times \frac{100}{1000 \sqrt{1725}}$$

$$K = 0,0202 \times \frac{100}{41533,1}$$

$$K = 0,0000486 \text{ cm/s ou } 4,86 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$$

$$K = 0,0420 \text{ m/dia}$$

Tabela 6. Parâmetros analisados e seus respectivos valores identificados no teste de infiltração 05, realizado no Sítio 28, situado no KM 0,4 / linha MP-53.

Teste 5	Coordenadas UTM: 0600730 / 8942954		
Tempo (min)	Varição do NA (cm)	Parâmetros	Valores
1	1,5	$d_0 =$	11,75 cm
2	3	$d_1 =$	9,75 cm
3	4	$L =$	200 - 50 = 150 cm
4	5,5	Tubo =	50 cm
5	6,5	Prof. =	200 cm
6	7,5	$h_0 =$	(50 + 75) cm
7	9	$h_0 =$	125 cm
8	9,5	$\Delta h =$	28 cm
9	11	$\Delta t =$	40 min = 2400 s
10	12		
15	15,5		
20	19		
30	24		
40	28		

Quadro 5. Valores da condutividade hidráulica na zona não saturada identificados no Sítio 28.

$$T_5:$$

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} \times \frac{d_1^2}{8h_0 \sqrt{d_0} \cdot L}$$

$$K = \frac{28}{2400} \times \frac{9,75^2}{8 \cdot 125 \sqrt{11,75} \times 150}$$

$$K = 0,0116 \times \frac{95,062}{1000 \sqrt{1762,5}}$$

$$K = 0,0116 \times \frac{95,062}{41982,1}$$

$$K = 0,0000264 \text{ cm/s ou } 2,64 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$$

$$K = 0,0228 \text{ m/dia}$$

Tabela 7. Parâmetros analisados e seus respectivos valores identificados no teste de infiltração 6, realizado no Sítio 30, situado na linha MA-27.

Teste 6		Coordenadas UTM: 0604546 / 8957670	
Tempo (min)	Varição do NA (cm)	Parâmetros	Valores
1	0,5	$d_0 =$	12 cm
2	1	$d_1 =$	10,5 cm
3	2	$L =$	200 - 50 = 150 cm
4	2,5	Tubo =	50 cm
5	3	Prof. =	200 cm
6	3,5	$h_0 =$	(50 + 75) cm
7	4,5	$h_0 =$	125 cm
8	5	$\Delta h =$	18 cm
9	5,5	$\Delta t =$	40 min = 2400 s
10	6		
15	8		
20	10		
30	14		
40	18		

Quadro 6. Valor da condutividade hidráulica na zona não saturada identificado no Sítio 30.

$T_6:$

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} \times \frac{d_1^2}{8h_0 \sqrt{d_0} \cdot L}$$

$$K = \frac{18}{2400} \times \frac{10,5^2}{8 \cdot 125 \sqrt{12} \times 150}$$

$$K = 0,0075 \times \frac{110,25}{1000 \sqrt{1800}}$$

$$K = 0,0075 \times \frac{110,25}{42426,4}$$

$$K = 0,0000194 \text{ cm/s ou } 1,94 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$$

$$K = 0,0167 \text{ m/dia}$$

Em geral, os valores encontrados para a condutividade hidráulica nos sítios estudados corresponderam a índices favoráveis para a utilização como aterro sanitário, oscilando entre 0,0880 m/d a 0,0167 m/d, sendo enquadrados como material de textura argiloarenosa, segunda a classificação de FETTER (1988).

O sítio 6 constitui-se em única exceção, apresentando um valor mais elevado de 0,484 m/d, que equivale a uma areia fina ou silte arenoso, onde se observou um rápido rebaixamento da água saturada, chegando a secar em 14 minutos. Amostras de solo coletadas no local indicam uma textura argiloarenosa, semelhante aos demais sítios, podendo esse rebaixamento rápido estar associado a um duto secundário (vazios de antigas raízes, por exemplo). Recomenda-se, portanto, o descarte do sítio, ou a execução de um novo furo de trado.

Por outro lado, o estudo da condutividade hidráulica da área 30 foi parcialmente prejudicado pela incidência de precipitação pluvial durante a perfuração, saturando o solo e reduzindo a taxa de infiltração, provavelmente induzindo a valores mais baixos da condutividade hidráulica.

Os valores mais baixos da condutividade hidráulica foram encontrados nos sítios 9 e 28 (0,0241 m/d e 0,0228 m/d, respectivamente), seguidos pelo sítio 11 e 7 (0,0420 m/d e 0,0880 m/d, respectivamente). Em números absolutos, o sítio 30 destacou-se pelo menor valor encontrado (0,0167 m/d), contudo, este valor deve ser mais bem avaliado devido à incidência de chuvas durante o teste. Finalmente, o sítio 6 deve ser abandonado por seu alto valor de condutividade hidráulica.

A Figura 22 apresenta a localização aproximada dos pontos onde os testes foram realizados, estando dispostos sobre imagem de satélite para uma melhor visualização dos mesmos.



Figura 22. Localização das áreas onde foram realizados os testes de infiltração em Machadinho d'Oeste, visando caracterizar a condutividade hidráulica na zona não saturada.

6.3. Análise de Solos

Durante a execução das atividades de campo, foi procedida a coleta de amostras de solo em todos os sítios mais favoráveis, visando subsidiar a posterior avaliação das mesmas, fundamentada no critério de granulometria do solo local.

Nas tabelas 8, 9, 10, 11, 12, 13 são caracterizadas as análises granulométricas das amostras de solo coletadas nos sítios estudados, enquanto que nos gráficos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 demonstram-se em forma de gráfico os percentuais identificados nas mesmas amostras. Comprova-se a natureza silte/argila de todas as amostras, com percentuais superiores a 80%, destacando-se o Sítio 30, com um teor de silte/argila de 91,91%, que poderia justificar a baixa condutividade hidráulica da área, constada durante o ensaio geotécnico. É interessante mencionar ainda o percentual de 87,16% de silte/argila constatado no Sítio 6, deixando evidente que condutividade hidráulica mais alta deve estar associada a fatores não próprios do solo. Denota-se assim, a favorabilidade das seis áreas estudadas em termos de granulometria e consequente condutividade hidráulica

para a implantação de aterro sanitário, além de se revelar adequada em caráter preliminar como material de cobertura periódica da pilha de resíduos.

Tabela 8. Análise granulométrica da amostra de solo coletada no Sítio 6.

Número da Amostra				MO - AA 06		
Material: Solo				Pesos		
				Inicial (g)	Final (g)	Erro
				123,03	123,03	0,00%
Classe nominais WENTWORTH, 1922	Retida nas Peneiras			Material (g)	Frequência	
	mm	Phi	Mesh		Simples	Acumulada
Cascalho Médio	4,000	-2	5	0,00	0,00	0,00
Cascalho Fino	2,000	-1	9	0,00	0,00	0,00
Areia Muito Grossa	1,000	0	16	1,80	1,46	1,46
Areia Grossa	0,500	1	32	4,90	3,98	5,45
Areia Média	0,250	2	60	2,90	2,36	7,80
Areia Fina	0,125	3	115	3,80	3,09	10,89
Areia Muito Fina	0,062	4	250	2,40	1,95	12,84
Silte/Argila	< 0,062	> 4	< 250	107,23	87,16	100,00
Totais ==>				123,03	100,00	100,00

Gráfico 1. Percentuais de classes granulométricas da amostra de solo do Sítio 6.

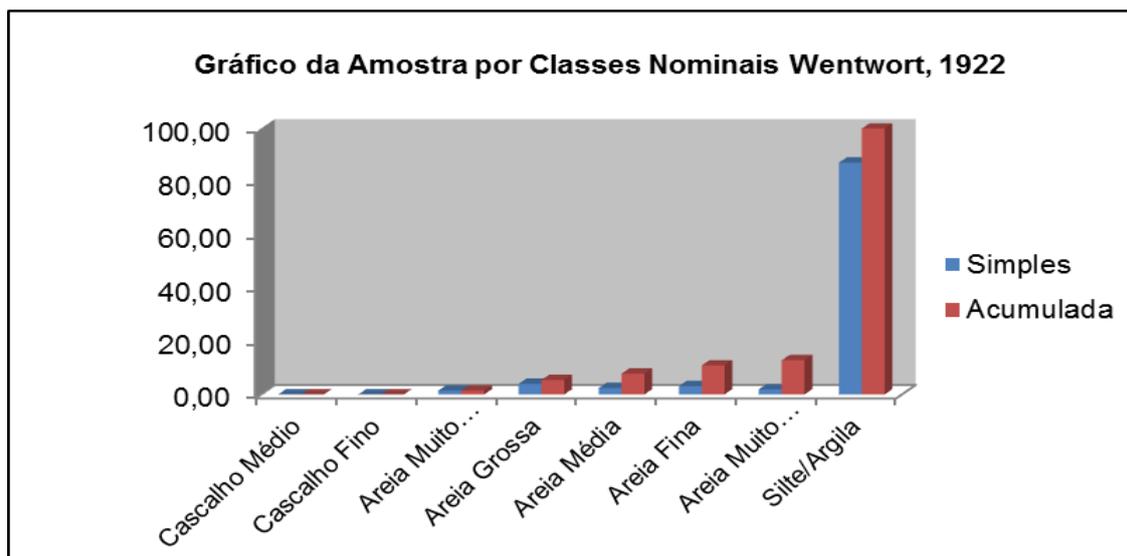


Tabela 9. Análise granulométrica da amostra de solo coletada no Sítio 7.

Número da Amostra				MO - AA 07		
Material: Solo				Pesos		
				Inicial (g)	Final (g)	Erro
				115,72	115,72	0,00%
Classe nominais WENTWORTH, 1922	Retida nas Peneiras			Material (g)	Frequência	
	mm	Phi	Mesh		Simple	Acumulada
Cascalho Médio	4,000	-2	5	0,00	0,00	0,00
Cascalho Fino	2,000	-1	9	0,00	0,00	0,00
Areia Muito Grossa	1,000	0	16	3,70	3,20	3,20
Areia Grossa	0,500	1	32	8,20	7,09	10,28
Areia Média	0,250	2	60	3,60	3,11	13,39
Areia Fina	0,125	3	115	4,10	3,54	16,94
Areia Muito Fina	0,062	4	250	2,80	2,42	19,36
Silte/Argila	< 0,062	> 4	< 250	93,32	80,64	100,00
Totais ==>				115,72	100,00	100,00

Gráfico 2. Percentuais de classes granulométricas da amostra de solo do Sítio 7.

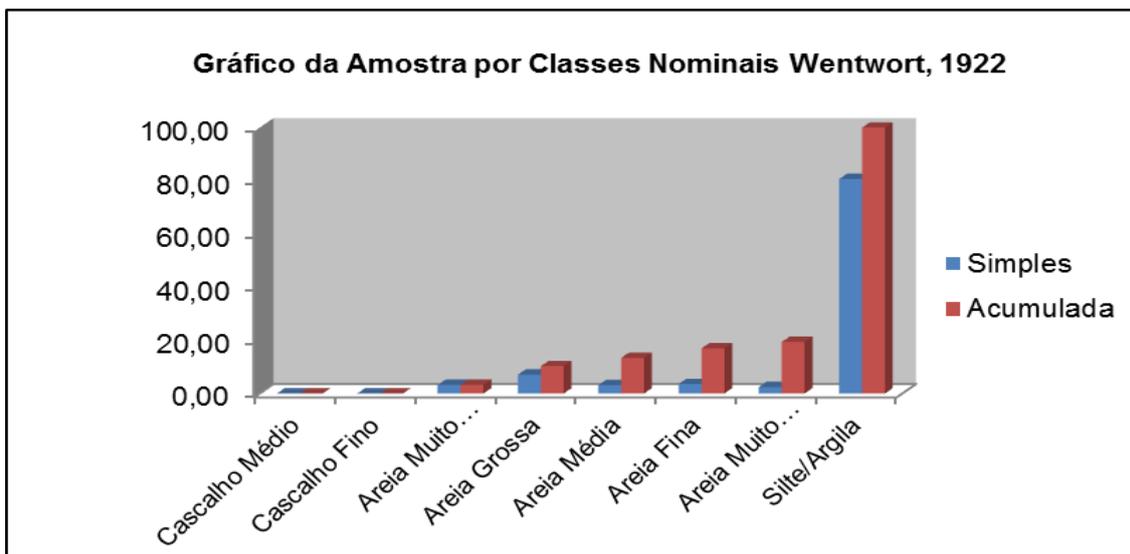


Tabela 10. Análise granulométrica da amostra de solo coletada no Sítio 9.

Número da Amostra				MO - AA 09		
Material: Solo				Pesos		
				Inicial (g)	Final (g)	erro
				115,72	115,72	0,00%
Classe nominais WENTWORTH, 1922	Retida nas Peneiras			Material (g)	Frequência	
	mm	Phi	Mesh		Simple	Acumulada
Cascalho Médio	4,000	-2	5	0,00	0,00	0,00
Cascalho Fino	2,000	-1	9	0,20	0,17	0,17
Areia Muito Grossa	1,000	0	16	1,70	1,47	1,64
Areia Grossa	0,500	1	32	4,20	3,63	5,27
Areia Média	0,250	2	60	2,90	2,51	7,78
Areia Fina	0,125	3	115	4,10	3,54	11,32
Areia Muito Fina	0,062	4	250	2,60	2,25	13,57
Silte/Argila	< 0,062	> 4	< 250	100,02	86,43	100,00
Totais ==>				115,72	100,00	100,00

Gráfico 3. Percentuais de classes granulométricas da amostra de solo do Sítio 9.

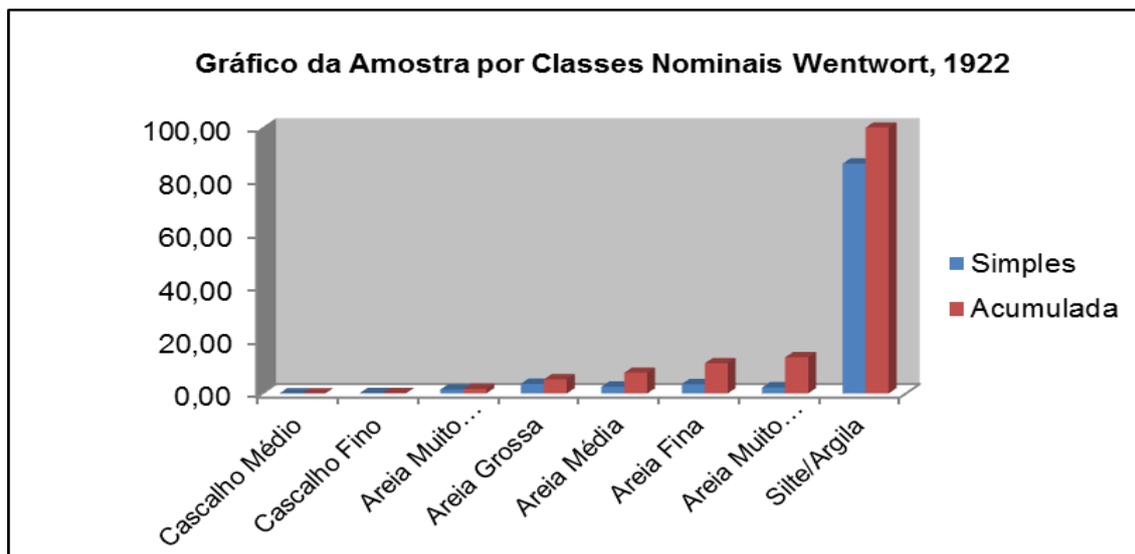


Tabela 11. Análise granulométrica da amostra de solo coletada no Sítio 11

Número da Amostra				MO - AA 11		
Material: Solo				Pesos		
				Inicial (g)	Final (g)	Erro
				114,67	114,67	0,00%
Classe nominais WENTWORTH, 1922	Retida nas Peneiras			Material (g)	Frequência	
	mm	Phi	Mesh		Simple	Acumulada
Cascalho Médio	4,000	-2	5	0,00	0,00	0,00
Cascalho Fino	2,000	-1	9	0,00	0,00	0,00
Areia Muito Grossa	1,000	0	16	1,90	1,66	1,66
Areia Grossa	0,500	1	32	4,00	3,49	5,15
Areia Média	0,250	2	60	2,10	1,83	6,98
Areia Fina	0,125	3	115	2,70	2,35	9,33
Areia Muito Fina	0,062	4	250	1,70	1,48	10,81
Silte/Argila	< 0,062	> 4	< 250	102,27	89,19	100,00
Totais ==>				114,67	100,00	100,00

Gráfico 4. Percentuais de classes granulométricas da amostra de solo do Sítio 11.

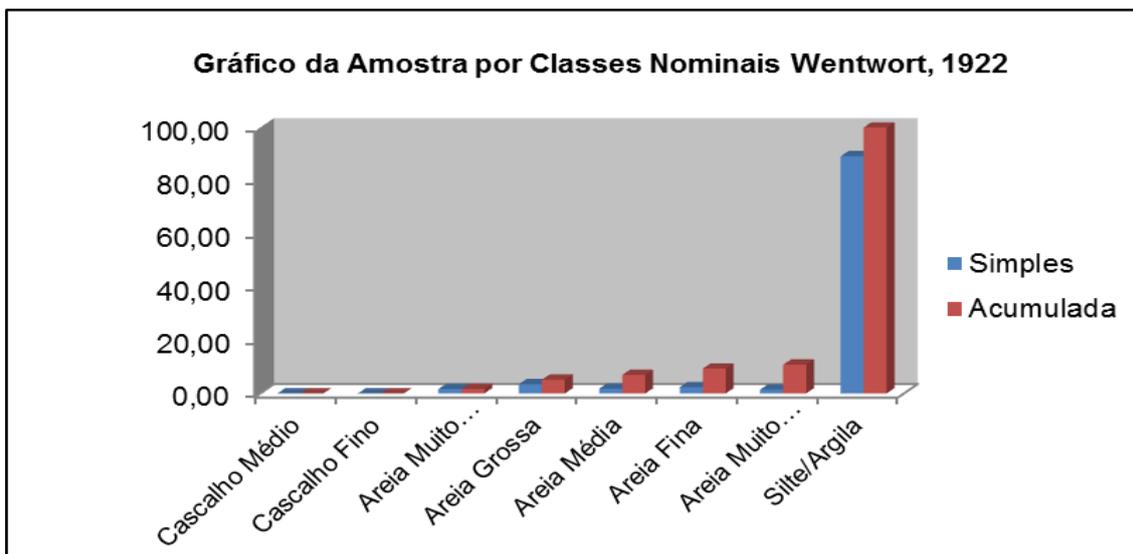


Tabela 12. Análise granulométrica da amostra de solo coletada no Sítio 28.

Número da Amostra				MO - AA 28		
Material: Solo				Pesos		
				Inicial (g)	Final (g)	Erro
				130,67	130,67	0,00%
Classe nominais WENTWORTH, 1922	Retida nas Peneiras			Material (g)	Frequência	
	mm	Phi	Mesh		Simple	Acumulada
Cascalho Médio	4,000	-2	5	0,00	0,00	0,00
Cascalho Fino	2,000	-1	9	0,10	0,08	0,08
Areia Muito Grossa	1,000	0	16	3,80	2,91	2,98
Areia Grossa	0,500	1	32	9,30	7,12	10,10
Areia Média	0,250	2	60	4,50	3,44	13,55
Areia Fina	0,125	3	115	4,60	3,52	17,07
Areia Muito Fina	0,062	4	250	2,40	1,84	18,90
Silte/Argila	< 0,062	> 4	< 250	105,97	81,10	100,00
Totais ==>				130,67	100,00	100,00

Gráfico 5. Percentuais de classes granulométricas da amostra de solo do Sítio 28.

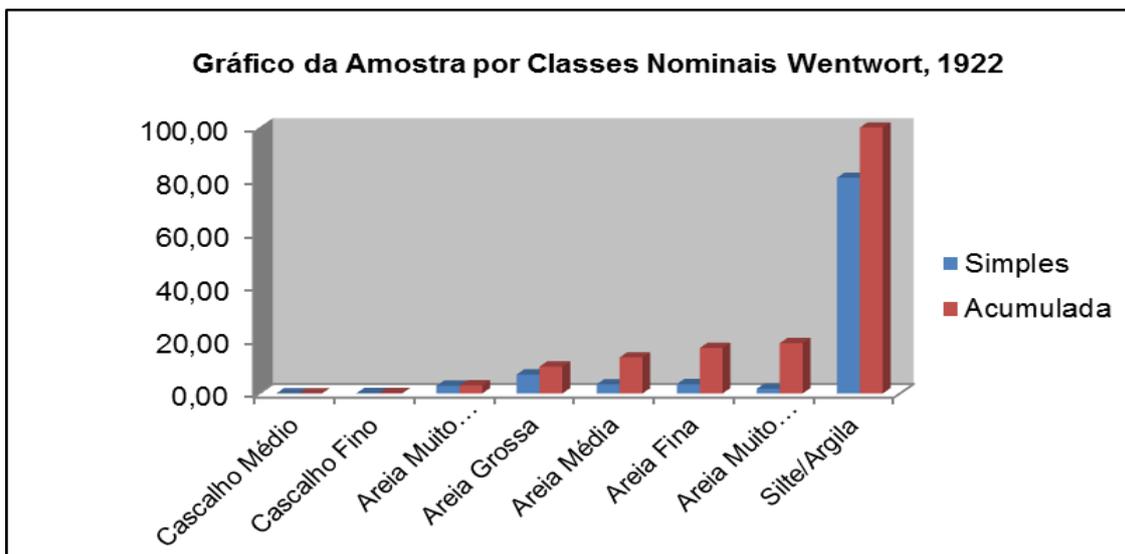
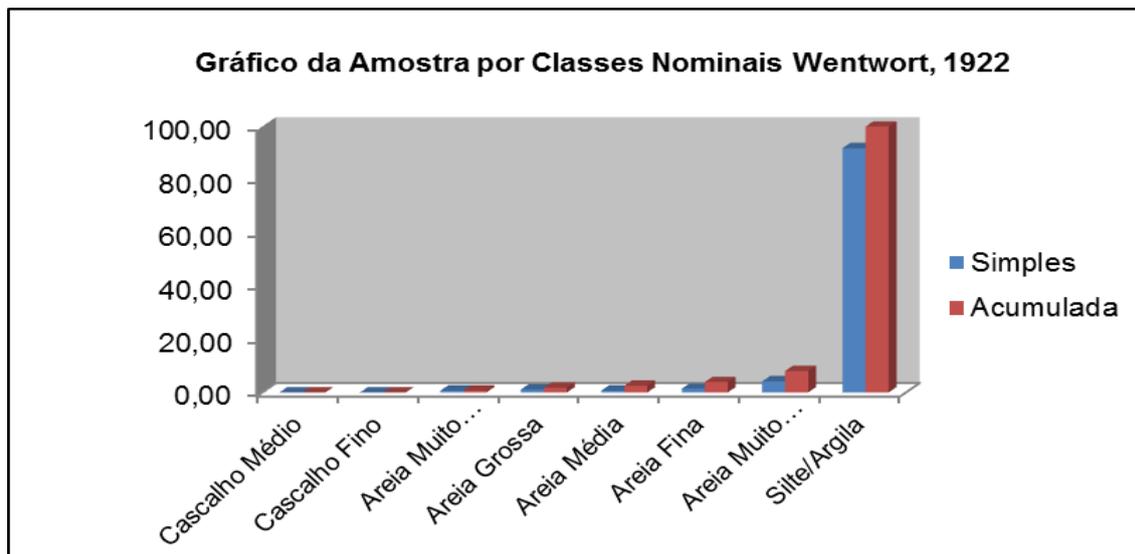


Tabela 13. Análise granulométrica da amostra de solo coletada no Sítio 30.

Número da Amostra				MO - AA 30		
Material: Solo				Pesos		
				Inicial (g)	Final (g)	Erro
				114,91	114,91	0,00%
Classe nominais WENTWORTH, 1922	Retida nas Peneiras			Material (g)	Frequência	
	mm	Phi	Mesh		Simple	Acumulada
Cascalho Médio	4,000	-2	5	0,00	0,00	0,00
Cascalho Fino	2,000	-1	9	0,00	0,00	0,00
Areia Muito Grossa	1,000	0	16	0,80	0,70	0,70
Areia Grossa	0,500	1	32	1,30	1,13	1,83
Areia Média	0,250	2	60	0,80	0,70	2,52
Areia Fina	0,125	3	115	1,60	1,39	3,92
Areia Muito Fina	0,062	4	250	4,80	4,18	8,09
Silte/Argila	< 0,062	> 4	< 250	105,61	91,91	100,00
Totais ==>				114,91	100,00	100,00

Gráfico 6. Percentuais de classes granulométricas da amostra de solo do Sítio 30.



6.4. Descrição das Áreas Estudadas

O estudo prévio do entorno da sede municipal de Machadinho d'Oeste através de fotografias aéreas pré-selecionou 26 sítios adequados preliminarmente, aos quais foram incorporados mais dois sítios identificados em campo e outros dois indicados pela administração municipal, totalizando 30 (trinta) sítios para avaliação. Como etapa inicial de campo, foram visitados praticamente todos os pontos pré-selecionados, com exceção de nove sítios devido à distância da sede municipal e dificuldades de acesso (sítios 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25). As áreas restantes (21) foram submetidas a uma avaliação de campo, conduzindo as seguintes conclusões: 12 (doze) sítios foram descartados pela proximidade da sede municipal, pela densidade de moradores ou pelo relevo desfavorável (sítios 2, 3, 4, 5, 8, 10, 12, 22, 23, 24, 26 e 27); nove áreas foram consideradas adequadas para o objetivo proposto, das quais seis áreas foram estudadas com maior detalhe - ensaios geotécnicos e coleta de solo (sítios 6, 7, 9, 11, 28 e 30); finalmente, três áreas foram também consideradas como favoráveis, porém optativas pela presença de algum fator desfavorável (sítios 1, 13 e 29).

6.4.1. Sítios Favoráveis

6.4.1.1. Sítio 6

Trata-se de área localizada na linha vicinal MP 59, distante 1,2 km da linha MA-21, pela qual se atinge a rodovia estadual pavimentada RO-233, oferecendo um acesso rodoviário bom em qualquer período do ano, distando aproximadamente 15 km da mancha urbana. As coordenadas geográficas obtidas localmente obtidas foram: 9° 31' 24,70" S e 62° 01' 49,37" W. Este lote rural apresenta uma dimensão aproximada de 400 x 800 m, totalizando 3,2 ha, podendo ser ampliada lateralmente ou até mesmo para os fundos do lote após uma investigação mais detalhada (Figura 23). A área situa-se próxima ao final da linha vicinal, com baixo volume de tráfego, necessitando de um maior alargamento do leito de estrada.



Figura 23. Vista longitudinal da Área 6. Ao fundo, mata residual.

As condições diagnosticadas localmente do meio físico apontaram características favoráveis ao objetivo proposto, onde se destacam as seguintes feições: substrato geológico de coberturas sedimentares indiferenciadas com inexistência de afloramentos de rocha; topografia aplainada com baixa declividade (2 – 8%) e de baixa dissecação; latossolo marrom-amarelado distrófico, com fragmentos de concreções lateríticas, bem drenado e com predomínio amplo da fração silte/argila (87,16%); cobertura vegetal nativa erradicada na maior parte do terreno, permanecendo uma vegetação residual em trecho restrito (Figura 24), coberto posteriormente por pastagens, portanto, assumindo um uso voltado para atividades pecuárias; profundidade do nível freático superior a 5 m. Apresenta uma nascente a uma distância estimada de 200 m, usada pelos moradores do entorno, que poderá contraindicar seu uso como depósito de resíduos sólidos. Moradores ocupam o final da linha vicinal, que dista 0,5 km do sítio 6, usando recursos hídricos para a prática da piscicultura.



Figura 24. Manchas residuais de vegetação nativa.

Essa área atende aos requisitos eliminatórios, tais como uma distância de 15 km da sede municipal, a inexistência de áreas de proteção, identificando-se problemas quanto à presença de nascentes. Em relação aos critérios seletivos também exibe padrões aceitáveis, onde se destacam: a dimensão da área aproveitável superior a 3,2 ha; a presença de pastagens; a cobertura florestal nativa já removida; o solo de natureza latossólico argiloso com espessura superior a 3 m (Figura 25); com boa favorabilidade para utilização como cobertura periódica da massa de lixo; relevo aplainado, com leve declividade e um substrato de sedimentos argilosos, de baixa permeabilidade. Constatou-se ainda a inexistência de água subterrânea quando das pesquisas de campo, permitindo supor uma baixa potencialidade hidrogeológica da área.



Figura 25. Latossolo marrom-amarelada, argiloso.

Foi efetuado ainda um ensaio de permeabilidade com o emprego de um trado motorizado, visando avaliar a capacidade de infiltração das águas pluviais e a percolação subterrânea do chorume, revelando condições naturais desfavoráveis com uma condutividade hidráulica de 0,4847 metros/dia, maior registrada nem todos os ensaios realizados no município. Entretanto, a natureza argilosa do terreno, comprovada na análise granulométrica da amostra de solo coletada no local, permite supor a existência de fatores não dimensionados para o valor determinado, tais como um duto associado a uma raiz de árvore apodrecida, sendo necessários novos testes na área se escolhida for pela administração municipal. Cita-se ainda o borbulhamento da água contida no furo durante todo o ensaio, de origem indeterminada (presença de espaços vazios com ar).

Os pontos positivos do local estão associados à facilidade de acesso; a disponibilidade de energia elétrica, o relevo plano com leve declividade, a inexistência de cobertura vegetal na maior parte do terreno, o tipo de solo, a baixa permeabilidade do substrato

rochoso e a profundidade do nível freático. Por ser uma área de baixa ocupação, ocupada preferencialmente com pastagens, a aceitação popular não representará dificuldades para uma eventual implantação, a exceção dos moradores localizados ao final da linha vicinal. Além disso, o solo identificado localmente favorece sua utilização como material de cobertura para o lixo aí depositado.

Como pontos negativos da área, podem ser citados: a presença de nascentes a uma distância não superior a 200 m, a média condutividade hidráulica, superior a demais áreas estudadas e moradores no final da estrada. Será necessária, também, uma melhoria da linha MP-59, com alargamento do leito de rodagem.

6.4.1.2. Sítio 7

O sítio 7 está localizada no Km 1,4 da linha vicinal MP-57, percorrendo-se ainda a linha MA-21 para atingir a rodovia estadual pavimentada RO-233, definida pelas coordenadas geográficas 9° 31' 33,01" S e 62° 02' 49,98" W. Corresponde a uma área superior a 4 ha (aproximadamente 500 x 800 m), disposta em uma forma retangular, bastante antropizada e coberta por vegetação secundária, tipo capoeira (Figura 26). As coordenadas geográficas da área são 10° 56' 14,8" S e 62° 14' 46,2" W. O acesso é efetuado por uma linha vicinal em razoáveis condições de trafegabilidade em qualquer período do ano.



Figura 26. Sítio 7. Pastagem encapoeirada.

As características do meio físico se revelaram favoráveis ao objetivo proposto, onde podemos destacar: - substrato rochoso composto por coberturas sedimentares indiferenciadas, inexistindo afloramentos rochosos; - relevo aplainado, de baixa declividade

(2 a 8%), direcionado de forma homogênea para a parte mais baixa do terreno, favorecendo a deposição e o manejo do lixo; - cobertura vegetal removida plenamente, sem necessitar de desmatamento, com restritas manchas residuais de mata (Figura 27); - área coberta por pastagens, indicando uso da terra associado às atividades de pecuária, inexistentes no momento atual por se apresentar encapoeirado; - latossolo marrom-amarelado distrófico, de textura argilosa, com predomínio da fração silte/argila com 80,64% da composição granulométrica (Figura 28); - profundidade do nível freático superior a 5 m, além de uma condutividade hidráulica baixa (0,088 m/d), bastante favorável ao objetivo proposto. Esta baixa permeabilidade, identificada através de ensaio técnico realizado com trado motorizado, indica uma percolação lenta de líquidos sub-superficiais, tais como chorume, favorecendo uma depuração natural; - adequabilidade do solo como material de cobertura periódica para o lixo depositado; - distância superior a 800 m de cursos d'água superficiais.



Figura 27. Manchas residuais de mata.



Figura 28. Latossolo marrom-amarelado, argiloso.

Ensaio geotécnico foi realizado no local, visando determinar a condutividade hidráulica do solo e infiltração das águas pluviais, bem como uma eventual percolação subterrânea de contaminantes, revelando condições naturais favoráveis com valores de 0,088 m/d (Figura 29). Da mesma forma, se procedeu a análise granulométrica da amostra de solo obtida no furo, refletindo uma textura silte/argila de 80,64% do total da amostra.



Figura 29. Ensaio geotécnico com trado.

Como aspectos positivos do Sítio 7, podem ser citados os seguintes parâmetros: a natureza geológica do substrato; o relevo aplainado; a classe de solo mapeada; área coberta por vegetação secundária; a permeabilidade restrita do subsolo e do solo, confirmada por um ensaio de permeabilidade realizado na área através de um furo de trado; a profundidade do nível freático superior a 5 m, indicando baixa potencialidade hidrogeológica, boa distância de corpos aquosos e a favorabilidade do solo como material de cobertura do lixo. É importante citar ainda uma provável baixa rejeição popular da comunidade do entorno, associada à baixa densidade de moradores na linha MP-59.

Por outro lado, como limitações ao aproveitamento desta área como futuro depósito de lixo, podem ser mencionadas a necessidade de adequação do leito de rodagem da linha vicinal, que deverá ser alargado e encascalhado.

As condições naturais do Sítio 7 são altamente favoráveis para a implantação de um aterro sanitário, exigindo baixo investimento para sua adequação, favorecida pela disponibilidade de energia elétrica e bom acesso.

6.4.1.3. Sítio 9

O Sítio 9 situa-se próximo ao KM 105 da rodovia estadual RO-233, com excelente acessibilidade por rodovia pavimentada em qualquer período do ano, distando 11 km da sede municipal. As coordenadas geográficas do local são 9° 30' 12,07" S e 62° 03' 23,10" W. Trata-se de uma área ampla e de dimensões superiores a cinco ha (Figura 30).



Figura 30. Aspecto do Sítio 9, coberto por pastagens.

Os parâmetros observados em campo associados ao meio físico revelaram os seguintes dados: substrato geológico representado por coberturas sedimentares indiferenciadas, sem afloramentos rochosos; feição morfológica definida como Superfície de Aplainamento, de baixa dissecação e de baixa declividade (0 a 2%), sem variações significativas; solo constituído por um latossolo marrom amarelado, de textura predominantemente silte/argila (86,43%), bem drenado, revelando uma boa favorabilidade como material receptor de resíduos sólidos urbanos (Figura 31); cobertura vegetal removida quase integralmente, restando pequenas ilhas de mata residual no entorno da área; uso da terra associada a práticas de criação de bovinos em número reduzido; profundidade do nível freático superior a 8 m; inexistência de recursos hídricos superficiais na área e no seu entorno, distando mais de 1 km; a condutividade hidráulica baixa (0,0241 m/d) e uma boa adequabilidade do solo como material de cobertura da pilha de resíduos.

O ensaio de permeabilidade realizado neste local apontou características favoráveis para a disposição de lixo, que representará uma lenta percolação de líquidos gerados no depósito de lixo. A análise granulométrica do solo coletado no furo de trado indicou uma proporção elevada de material silte/argila, atingindo 86,43%, cujo valor encontra correlação com a condutividade hidráulica medida na área.



Figura 31. Latossolo marrom-amarelado, argiloso.

Os fatores positivos inerentes ao local associam-se a disponibilidade de energia elétrica, via de acesso em excelente condições, substrato rochoso e solo com baixa permeabilidade, inexistência de vegetação nativa, exceto manchas residuais, solo adequado para cobertura dos resíduos, relevo aplainado e de baixa declividade, recursos hídricos superficiais e subterrâneos sem representatividade e boa aceitação popular. Como fatores negativos, destaca-se a inexistência parcial de declividade no terreno, o que poderá dificultar a circulação de líquidos subterrâneos. Recomenda-se ainda, a utilização dos fundos do terreno, dado a proximidade da rodovia RO-233, possuidora de um significativo tráfego de veículos. Segundo informações, o valor médio do alqueire é de R\$ 5.000,00.

Escavações profundas foram abertas nas proximidades da rodovia, para obtenção de material de préstimo quando de sua implantação, observando-se a natureza latossólica do solo, bem como níveis de cascalho laterítico intercalados nas paredes da escavação (Figura 32). A profundidade do nível freático é inferida como superior a 10 m, considerando uma trincheira aberta na escavação, totalmente inundada (Figura 33).



Figura 32. Ampla escavação de material lateritizado.



Figura 33. Trincheira repleta de água no fundo da escavação.

Os dados coletados nesta área indicam uma boa favorabilidade para a implantação do aterro sanitário, permitindo sua utilização pela sede municipal como também pela Vila do 5º BEC.

6.4.1.4. Sítio 11

Como uma boa alternativa locacional para implantação de aterro sanitário, foi caracterizado o Sítio 11, localizado no Km 0,6 da linha vicinal MP-91, iniciada na linha MP-31 ou também chamada MP-89, definido pelas coordenadas geográficas 9º 27' 18,35" S e 62º 06' 20,97" W. As condições de acesso são satisfatórias, embora na estação chuvosa possa apresentar alguma dificuldade de trafegabilidade, associado ao pavimento de terrenos argilossiltosos. Situa-se a 12 km em linha reta da mancha urbana. Representa uma área de dimensões adequadas para o empreendimento, superior a quatro ha, podendo ser ampliada lateralmente (Figura 34).



Figura 34. Vista frontal do Sítio 11, coberto por pastagens.

Os parâmetros observados em campo associados ao meio físico revelaram os seguintes dados: substrato geológico representado por coberturas sedimentares indiferenciadas, sem afloramentos rochosos; feição morfológica definida como Superfície de Aplainamento, de baixa dissecação e de baixa declividade (0 a 2%), sem variações significativas; solo constituído por um latossolo marrom amarelado, de textura predominantemente silte/argila (86,43%), bem drenado, estrutura em blocos, de boa favorabilidade como material receptor de resíduos sólidos urbanos (Figura 35); cobertura vegetal removida quase integralmente, restando pequenas ilhas de mata residual no entorno da área; uso da terra associada a práticas de criação de bovinos em número reduzido; profundi-

dade do nível freático superior a 8 m; inexistência de recursos hídricos superficiais na área e no seu entorno, distando mais de 1 km; a condutividade hidráulica baixa (0,0420 m/d) e uma boa adequabilidade do solo como material de cobertura da pilha de resíduos.



Figura 35. Latossolo marrom-amarelado, argiloso.

A condutividade hidráulica do local revelou valores baixos (0,0420 m/d), sugerindo características favoráveis para a disposição de resíduos sólidos, com lenta percolação dos líquidos aí gerados. Por outro lado, a elevada proporção de material silte/argila (89,19%), obtida pela análise granulométrica da amostra de solo coletado no furo de trado, é compatível com os valores da condutividade hidráulica medida na área.

Como fatores positivos intrínsecos a este sítio podem ser mencionados o relevo aplainado e de baixa declividade, substrato geológico associado às coberturas sedimentares indiferenciadas sem a presença de rocha ou blocos dispersos no solo, de baixa permeabilidade extensiva ao solo derivado, cobertura vegetal removida, corpos aquosos distantes e baixa potencialidade de água subterrânea, adequabilidade do solo para a cobertura periódica do lixo, boas condições de trafegabilidade em caráter permanente e acesso restrito aos moradores locais (Figura 36). O excessivo aplainamento parcial da área constitui o fator negativo identificado em campo. Estima-se um valor médio de R\$ 4.000,00 por alqueire.



Figura 36. Ramal de acesso à área 11.

As condições observadas do meio físico do sítio 11 revelam uma boa favorabilidade para a implantação do aterro sanitário municipal.

6.4.1.5. Sítio 28

O Sítio 9 está disposto no Km 0,4 da linha vicinal MP-53, distando 0,5 km da rodovia estadual RO-233 pavimentada. A localização geográfica é dada pelas coordenadas $09^{\circ} 33' 40,78''$ W e $62^{\circ} 04' 55,68''$ W. Em uma primeira avaliação, estima-se uma área aproveitável de 3,5 a 4,0 ha (Figura 37). É fato destacável o excelente acesso da área em questão, transitável ao longo do ano, sem qualquer impedimento.



Figura 37. Aspecto parcial do Sítio 28, com vegetação secundária.

O condicionamento do meio físico da área, caracterizada em campo, evidenciaram uma alternativa a ser considerada a partir das seguintes informações: substrato geológico vinculado às coberturas sedimentares indiferenciadas, sem afloramentos rochosos ou blocos dispersos; relevo definido como uma Superfície de Aplainamento, com baixa dissecação e de baixa declividade (0 a 2%); cobertura vegetal nativa preservada parcialmente, estando coberta ainda por uma vegetação secundária (capoeira); natureza do solo argilossiltoso (81,10%), caracterizado por um latossolo marrom amarelados, estrutura em blocos a granular, bem drenado, de boa adequabilidade como material receptor de resíduos sólidos urbanos (Figura 38); profundidade do nível freático superior a 8 m; inexistência de recursos hídricos superficiais na área e no seu entorno, distando mais de 0,5 km; condutividade hidráulica baixa (0,0228 m/d), indicando uma lenta circulação de líquidos percolantes, favorecendo o uso do solo como material de cobertura da pilha de resíduos.



Figura 38. Latossolo marrom-amarelado, argilossiltoso.

A indicação favorável do presente sítio associa-se ao relevo aplainado de baixa declividade (0 – 2 %), de baixa dissecação e desprovido de drenagens de pequenos cursos d'água; solo latossólico, textura argilossiltosa, de baixa permeabilidade e adequado para a cobertura periódica dos resíduos urbanos; profundidade do nível freático superior a 8 metros na estação seca; uma cobertura vegetal parcial de crescimento secundário (capoeira); disponibilidade de energia elétrica, boas condições de trafegabilidade em caráter permanente (Figura 39), investimento reduzido para implantação do empreendimento e baixa circulação de moradores. Como fatores negativos, deve ser referida a preservação parcial da cobertura vegetal nativa e a declividade ausente em trechos da área. O valor médio do alqueire na região oscila entre quatro a cinco mil reais. A curta extensão

da linha MP-53 e a baixa densidade demográfica são fatores indicativos de uma boa aceitação popular ao objetivo estabelecido.



Figura 39. Linha vicinal M<P-53. Ao fundo, rodovia RO-233.

6.4.1.6. Sítio 30

Uma nova alternativa para a disposição dos resíduos sólidos urbanos foi identificada na linha MA-27, correspondendo ao Sítio 30. O acesso ao local pode ser efetuado por diversas linhas vicinais, todas sem revestimento asfáltico, percorrendo-se trechos em leito de terra, ditando 7 km em um traçado retilíneo da sede municipal. As coordenadas geográficas coletadas em campo são 9° 25' 41,33" S e 62° 02' 51,84" W. Constitui uma área ampla, desmatada, superior a quatro hectares e, se necessário for, ampliada lateralmente (Figura 40).



Figura 40. Sítio 30, coberto por pastagens.

Os parâmetros observados em campo associados ao meio físico revelaram os seguintes dados: substrato geológico representado por coberturas sedimentares indiferenciadas, sem afloramentos rochosos ou blocos dispersos; caracterização morfológica de uma Superfície de Aplainamento, de baixa dissecação e de baixa declividade (0 a 2%); solo constituído por um latossolo marrom amarelado, de textura predominantemente silte/argila, bem drenado, estrutura granular, revelando uma boa favorabilidade como material receptor de resíduos sólidos urbanos e de excelente adequabilidade como material de cobertura (Figura 41); cobertura vegetal removida quase integralmente, restando pequenas ilhas de mata residual aos fundos da área; uso da terra associada a práticas de criação de bovinos em número reduzido; profundidade do nível freático superior a 8 m; inexistência de recursos hídricos superficiais na área e no seu entorno, distando mais de 0,6 km.



Figura 41. Latossolo marrom-amarelado, argiloso.

O ensaio de permeabilidade realizado neste local apresentou a condutividade hidráulica mais baixa de todas as áreas estudadas (0,0167 m/d), sugerindo uma lenta circulação de eventuais líquidos percolantes. A análise granulométrica do solo coletado no furo de trado indicou uma proporção elevada de material silte/argila, atingindo 91,91%, cujo valor encontra correlação com a condutividade hidráulica medida na área.

As características do meio físico apontam para uma área favorável, representados pelos seguintes condicionantes: relevo aplainado, de baixa declividade (0 a 2 %); substrato sedimentar, destituído de blocos erráticos; solo marrom amarelado, de textura argilos-siltosa, bem drenado, estrutura granular, de baixa permeabilidade e plenamente adequado como material de cobertura periódica do lixo; vegetação nativa erradicada, com restritas porções preservadas; inexistência de corpos aquosos no entorno da área (. 0,6 km) e

baixa potencialidade hidrogeológica (nível freático superior a 8 metros) e boas condições de acesso, notadamente no verão amazônico (Figura 42).



Figura 42. Via de acesso ao Sítio 30.

Como fatores negativos devem ser citados a topografia plana em alguns locais que poderá dificultar a circulação de líquidos percolantes em sub-superfície, bem como o acesso dificultado na estação das chuvas, em consequência do leito mais argiloso. Entretanto, este problema é facilmente contornado pela existência de uma jazida de material laterítico nas proximidades, em franca exploração e que poderá fornecer material para uma melhor adequação do piso da estrada (Figura 43). Dados obtidos no local sugerem um preço médio de quatro a cinco mil reais por alqueire.



Figura 43. Frente de lavra de cascalho laterítico.

6.4.2. Sítios Optativos

Durante o desenvolvimento da etapa de campo, onde foi avaliado um número expressivo de alternativas locacionais, houve uma clara distinção entre os sítios considerados mais favoráveis já descritos no item anterior (6.4.1) e aqueles também considerados adequados, mas possuidores de uma característica desfavorável, que restringia sua utilização plena para a finalidade proposta. Desta forma, foram selecionados três sítios distintos, denominados “optativos”, que deverão ser considerados como um “banco de áreas”, para necessidades futuras.

6.4.2.1. Sítio 1

O Sítio1 localiza-se no cruzamento das linhas MA-27 e MP-73, distando aproximadamente cinco quilômetros linearmente da sede municipal, cujo acesso é estabelecido por estradas com leito em terra batida, de boa trafegabilidade apenas na estação seca e mais precária no período das chuvas. As coordenadas geográficas do local são 9° 26' 04,22" S e 62° 02' 14,33" W. Trata-se de uma área ampla e de dimensões superiores a cinco ha (Figura 44).



Figura 44. Sítio 1, coberto por pastagens.

Dados preliminares coletados no local revelam uma superfície aplainada, de baixa declividade, solo constituído por um latossolo vermelho-amarelo, textura argilossiltosa, bem drenado e possivelmente de condutividade hidráulica; cobertura florestal erradicada quase totalmente, de baixa potencialidade hidrogeológica. O uso e ocupação do solo estão vinculados à criação de bovinos, estando coberta por pastagens. Oferece boas condi-

ções de acesso, estando próxima a uma frente de extração de cascalho laterítico (Figura 45),



Figura 45. Linhas de acesso ao Sítio 1. Boas condições de tráfego.

Os fatores negativos estão vinculados à proximidade da sede municipal, constando como área de expansão urbana, onde estão previstos a execução futura de projetos de ocupação urbana. Além disso, evidencia-se uma densidade demográfica significativa, não sendo recomendável a estruturação de uma unidade de recebimento de lixo, devido a possível rejeição popular.

Desta forma, apesar do Sítio 1 ser fisicamente adequada, foi considerada como sendo uma opção futura.

6.4.2.2. Sítio 13

A caracterização fotogeológica permitiu identificar um trecho favorável na linha MP-133, distando 0,6 km da linha principal MA-43, onde foi observado um terreno aplanado, de grande amplitude espacial, e destituído de cobertura vegetal nativa, com certa favorabilidade para a disposição de resíduos sólidos (Figura 46). Exibe uma baixa declividade, com frações planas, que dificultam a circulação de líquidos percolantes. As coordenadas geográficas da área são 9° 25' 17,63" S e 62° 07' 40,76" W.



Figura 46. Área plana do Sítio 13, coberto por pastagens.

Embora não se tenha determinado a natureza do solo, depreende-se se tratar de um latossolo amarelo, moderadamente drenado, assumindo por vezes uma coloração mais acinzentada, revelando permanência de água no solo, propiciando condições de redução, possivelmente em decorrência do aplainamento do terreno. Este quadro é reforçado pelo aspecto demonstrado pelas termiteiras, presentes em grande número na área, exibindo uma textura argilossiltosa (Figura 47). Novamente, o uso e a ocupação do solo vinculam-se a pecuária, com extensas plantações de gramíneas. Corpos aquosos não são registrados no entorno da área, além do nível freático situar-se a profundidades superiores a 3 metros, sugerindo uma baixa potencialidade hidrogeológica.



Figura 47. Presença de termiteiras.

As restrições oferecidas pelo Sítio 13 dizem respeito à distância considerável da sede municipal, superior a 15 km, somadas a precariedade das vias de acesso, mormente na estação chuvosa, quando a trafegabilidade torna-se exaustiva (Figura 48). Além disso, o aplainamento localizado do terreno impossibilita uma melhor circulação das águas subterrâneas e dos eventuais contaminantes, favorecendo ainda os processos de redução do solo.



Figura 48. Via de acesso pela Linha MP-133.

6.4.2.3. Sítio 29

O Sítio 29 resultou de uma indicação da equipe técnica da administração municipal, estando situada no Km 0,5 da linha MP-33, próxima a rodovia estadual pavimentada RO-233, que oferece excelentes condições de trafegabilidade, mesmo no período chuvoso (Figura 49). As coordenadas geográficas 9° 35' 58,57" S e 62° 09' 57,87" W definem a localização da área.



Figura 49. Sítio 29, situado na MP-33. Imagem Google.

O contexto geológico é distinto dos sítios anteriores, estando representado por rochas graníticas do Maciço União – fácies 1, constituído por monzogranito e sienogranito, exibindo um relevo suavemente ondulado, com a presença de colinas baixas no entorno e de dissecação mais pronunciada. Embora o solo continue a ser um latossolo vermelho-amarelo, a textura passa a ser arenoargilosa, bem drenado e de estrutura granular. A vegetação nativa foi erradicada para a prática de atividades agropecuárias, ocorrendo manchas residuais preservadas no entorno.

Como pontos negativos desta opção, deve ser ressaltada a maior distância da sede municipal (25 km), embora esteja mais próxima da Vila 5º BEC. Além disso, as condições de um terreno mais ondulado, a textura arenosa e um provável aumento na condutividade hidráulica recomendam uma atenção maior em sua escolha. Trata-se de uma vicinal com uma densidade demográfica maior, observando-se moradores nas proximidades da área selecionada.

6.4.3. Sítios Descartados

A fotointerpretação geológica do entorno da cidade de Machadinho d'Oeste revelou uma série de alternativas locais consideradas adequadas para a disposição de resíduos sólidos urbanos. Entretanto, para que sejam viabilizadas como opções reais, é necessário o atendimento de exigências técnicas e o cumprimento de normas legais e ambientais. Visitas in loco, através de atividades de campo, determinarão ou não estudos complementares subsequentes.

Fundamentado nesses princípios, a etapa de campo desenvolvida na zona rural do município, definiu uma série de sítios selecionados como sendo terrenos inviáveis ao objetivo proposto, sendo, em consequência, descartados. As áreas descartadas, em número de 12 (doze) são as seguintes:

- Sítio 2: localizado na linha MA-43, próxima à confluência com a linha MP-127, dista 11 km lineares da sede municipal, definido pelas coordenadas geográficas 9° 24' 26,99" S e 62° 05' 13,09" W. Área descartada pela dissecação profunda, de encostas pronunciadas, presença de corpos aquosos nas proximidades e pelo acesso dificultado na estação chuvosa;
- Sítio 3: situa-se no cruzamento da rodovia RO-233 e MP-73, distando 5 km da sede municipal. Corresponde às coordenadas geográficas 9° 27' 27,93" S e 62° 01' 32,85" W. Foi descartada devido à proximidade da mancha urbana e ocupação por moradores;
- Sítio 4: Área disposta na rodovia RO-233, próxima à linha MA-25, a 7 km da mancha urbana, cujas coordenadas geográficas correspondem a 9° 28' 19,79" S e 62° 02' 22,14" W. A proximidade da cidade de Machadinho d'Oeste, a presença de moradores no seu entorno e a cobertura vegetal nativa preservada, recomendam o descarte do sítio 4;
- Sítio 5: localiza-se na linha MA-27, distante 9 km da sede municipal. Terreno definido pelas coordenadas geográficas 9° 27' 27,93" S e 62° 04' 07,00" W. Como fatores negativos para sua indicação, registra-se a intensa ocupação por pequenos proprietários ao longo da estrada, com forte rejeição popular; por outro lado, as condições de trafegabilidade da linha vicinal é comprometida durante a estação das chuvas, dificultando a circulação de veículos;
- Sítio 8: sítio selecionado na rodovia RO-233, situado a 15 km da cidade-sede, determinado pelas coordenadas geográficas 9° 32' 12,04" S e 62° 03' 06,06" W. Densidade demográfica expressiva do entorno por pequenos proprietários, implicando em rejeição popular a implantação do empreendimento. Área descartada;
- Sítio 10: terreno disposto na linha MA-23, com expressiva ocupação por pequenos proprietários. Dista 8 km da sede municipal por vias de acesso satisfatórias. As coordenadas geográficas correspondem a 9° 29' 53,36" S e 62° 04' 41,79" W. Área descartada;
- Sítio 12: situa-se no ramal MP-129 em condições precárias, servindo de acesso a linha vicinal MA-43 pelos moradores locais. Sítio descartado pela distância de 13 km da zona urbana e pela declividade variável do terreno, o que po-

- deria comprometer sua ocupação integral. Espacialmente, é definido pelas coordenadas geográficas 9° 25' 09,40" S e 62° 06' 13,60" W;
- Sítio 22: área descartada pela presença de moradores nas proximidades e a curta distância da margem esquerda do rio Machadinho. Dista 15 km da mancha urbana, localizando-se no ramal MP-55, que é acessado pela rodovia RO-233, com as coordenadas geográficas 9° 32' 43,59" S e 62° 03' 23,77" W;
 - Sítio 23: sítio disposto às margens da rodovia RO-233, a 19 km da zona urbana. Excelente acesso pavimentado, mas exibindo um aproveitamento agrícola, com culturas sazonais. Proximidade de moradores. Área descartada, sendo referida espacialmente por 9° 34' 02,55" S e 62° 05' 41,38" W;
 - Sítio 24: disposto na linha MP-47, densamente ocupada por pequenos proprietários, recomendando-se seu descarte. Situa-se a 16 km lineares da sede municipal, cujo acesso é efetuado parcialmente por vicinais de precária trafegabilidade na estação das chuvas. A localização é definida pelas coordenadas geográficas 9° 31' 10,72" S e 62° 05' 57,35" W;
 - Sítio 26: localiza-se na linha vicinal MP-135, muito ocupada por pequenos proprietários e de trafegabilidade dificultada no período das chuvas; dista 18 km da área urbana, havendo a necessidade complementar de cruzar uma ponte de madeira sobre o rio Belém. As coordenadas geográficas do sítio são 9° 26' 43,83" S e 62° 08' 56,06" W. Área descartada;
 - Sítio 27: área situada próxima ao cruzamento das linhas MA-19 e MP-51, de preservação precária na estação chuvosa. Sugere-se seu descarte devido à distância exagerada do centro produtor de lixo (19 km) e por se tratar de um projeto de assentamento rural, constituído por pequenos lotes. As coordenadas geográficas são 9° 32' 24,01" S e 62° 07' 17,55" W.

6.4.4. Sítios Não Visitados

A precariedade das vias de acesso, mormente na estação das chuvas ou até mesmo sua inexistência, a distância exagerada do centro produtor de lixo, a impossibilidade de atender simultaneamente aos principais núcleos urbanos do município (sede municipal e Vila 5º BEC) e a presença de um relevo mais pronunciado ao longo do trajeto, conduziram ao descarte imediato de vários sítios selecionados, descritos a seguir:

- Sítio 14: localizado na linha vicinal MA-43, distante 20 km lineares da sede municipal. Coordenadas geográficas 9° 24' 29,18" S e 62° 09' 56,65" W;

- Sítio 15: dista 17 km lineares a norte da cidade-sede, acessível pela rodovia RO-133 e após pela vicinal LJ-7A. As coordenadas geográficas do sítio são 9° 16' 33,84" S e 61° 59' 41,11 W;
- Sítio 16: área disposta na linha LJ-7A, de acesso precário na estação chuvosa. Dista 18 km da sede municipal, definida pelas coordenadas geográficas 9° 16' 17,43" S e 61° 56' 35,80" W;
- Sítio 17: ocupa uma área situada na linha MA-32, distante 19 km lineares do centro produtor de lixo. Acesso por estradas sem pavimentação e de trafegabilidade precária no período chuvoso. É determinada pelas coordenadas geográficas 9° 22' 54,43" S e 61° 49' 49,66" W;
- Sítio 18: terreno situado na linha MA-32, sem pavimentação e aproximadamente 18 km da sede municipal. As coordenadas geográficas do local são 9° 25' 18,50" S e 61° 49' 33,53" W;
- Sítio 19: disposto na linha MA-32 a 17 km da cidade-sede, estando determinada pelas referências cartográficas 9° 26' 08,64" S e 61° 50' 15,24" W;
- Sítio 20: refere-se a um sítio identificado ao final do ramal 100, acessível através da vicinal MA-32 e que dista 17 km lineares da zona urbana. Especialmente, é definida pelas coordenadas geográficas 9° 27' 49,45" S e 61° 50' 36,00" W;
- Sítio 21: sítio acessível pelo ramal MA-38, após percorrer a linha MA-32; condições de acesso bastante precárias, distante 19 km lineares da cidade-sede. As referências cartográficas são 9° 30' 18,21" S e 61° 50' 36,38" W;
- Sítio 25: área sem acesso atual, localizada próxima à linha MA-35, a oeste da sede municipal. As coordenadas geográficas são 9° 27' 30,99" S e 62° 09' 59,68" W.

Os sítios 17, 18, 19, 20 e 21 foram identificados pela margem direita do rio Machadinho, com vias de acesso sem pavimentação e com trafegabilidade dificultada no inverno amazônico, sendo que no trajeto percorrem-se trechos de relevo mais acentuado, de substrato geológico granítico, originando estradas mais sinuosas e de risco mais acentuado. Além disso, tornam-se distantes para o transporte de resíduos sólidos e não são viáveis para a Vila 5º BEC.

7. AVALIAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DOS SÍTIOS ESTUDADOS

Em continuidade ao processo de avaliação dos sítios estudados e a posterior hierarquização dos mesmos, objetivando estabelecer uma ordem de prioridade para a defi-

nição da opção escolhida, foi efetuada uma análise comparativa entre os 06 (seis) sítios avaliados, baseada nos critérios previamente estabelecidos quanto à favorabilidade do terreno.

Para a hierarquização desses sítios 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 Rio Branco, Acre (ADAMY, 2006). 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 sítio 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). Programou-se esse procedimento para se evitar erros de avaliação por ocasião da hierarquização dos sítios, 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 à 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, embora esse procedimento tenha sido adotado para a totalidade do sítio.

Na avaliação dos sítios, 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 seja favorecida pela baixa densidade demográfica da região.

Na Tabela 8 representam-se os sítios estudados, avaliando-se o grau de dificuldade que as características legais, socioeconômicas e do meio físico de cada um desses sítios 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 sítio 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.

Neste trabalho, a hierarquização dos sítios foi realizada em três classes que refletem o grau de dificuldades para implantação, operação e posterior desativação do aterro sanitário. As classes consideradas foram: favoráveis, medianamente favoráveis e desfavoráveis.

Como **sítios favoráveis** foram considerados todos aqueles que apresentam menores dificuldades para a realização do empreendimento, ou seja, aqueles sítios em que as características do meio físico exigem menor nível tecnológico, de controle ambiental, de implantação e não causam conflitos de uso com outras atividades desenvolvidas no entorno. Do ponto de vista legal, estes sítios também não deverão apresentar nenhum problema no que se refere à obtenção da licença ambiental perante o órgão fiscalizador.

Como **sítios medianamente favoráveis** foram considerados aqueles que necessitam de projetos especiais, geralmente de custos elevados, para compensar determinada deficiência relacionada a uma ou mais características. Do ponto de vista legal, são aqueles em que uma ou mais características do meio físico poderão apresentar obstáculos para a obtenção da licença ambiental.

Como **sítios menos favoráveis** foram considerados todos aqueles que apresentaram um ou mais critérios que recomendam seu descarte preliminar.

De acordo com os resultados obtidos, expressos na Tabela 14, foram considerados como de maior favorabilidade todos os sítios com pontuação igual ou superior a 49 pontos, correspondendo aos sítios de número 7, 9 e 11. Como sítios medianamente favoráveis, aqueles com pontuação entre 47 e 48 pontos, referindo-se aos sítios 28 e 30. Os demais sítios, com pontuação igual ou inferior a 46 pontos foram considerados menos favoráveis (1, 6, 13 e 29).

Na continuidade dos estudos visando uma possível implantação do aterro sanitário no sítio escolhido, dever-se-á avaliar melhor as características geotécnicas do solo para fins de impermeabilização da base e cobertura da pilha de lixo. Deverão ser realiza-

dos 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.

Tabela 14. Avaliação e hierarquização das áreas estudadas.

Características	Áreas Estudadas								
	1	6	7	9	11	13	28	29	30
Aspectos Legais									
• Afastamento da mancha urbana	1	2	2	2	2	1	2	1	1
• Áreas especiais de proteção	2	2	2	2	2	2	2	2	2
• Distância de corpos d'água	2	1	2	2	2	2	2	1	2
• Distância de rodovias federais ou estaduais.	2	2	2	1	2	2	1	2	2
• Distância de estradas municipais	1	2	2	2	2	2	2	2	1
• Vegetação de preservação	2	2	2	2	2	2	1	1	2
Aspectos Físicos									
• Classe textural de solo	2	2	2	2	2	1	2	1	2
• Permeabilidade do solo	2	1	2	2	2	2	2	1	2
• Espessura do solo	2	2	2	2	2	2	2	2	2
• Relevo	2	1	2	2	2	2	2	2	2
• Declividade	2	2	2	1	2	1	2	2	2
• Profundidade do nível freático na estação chuvosa	2	2	2	2	2	1	2	2	2
• Natureza geológica do substrato	2	2	2	2	2	2	2	2	2
• Permeabilidade do substrato	2	2	2	2	2	2	2	2	2
• Potencial hídrico da área	2	1	2	2	2	2	2	1	2
Aspectos Socioeconômicos									
• Dimensões da área	2	2	2	2	2	2	1	2	2
• Uso atual do solo	2	2	2	2	2	2	2	2	2
• Distância ao centro produtor de lixo	1	2	2	2	2	2	2	1	2
• Facilidade de acesso	2	2	2	2	1	1	2	2	1
• Vida útil do aterro	2	2	2	2	2	2	1	2	2
• Disponibilidade de material de cobertura	2	2	2	2	2	2	2	1	2
• Vetor de crescimento urbano (zoneamento)	1	2	2	2	2	2	2	2	2
• Planos federais, estaduais e municipais para uso futuro	1	2	2	2	2	2	2	2	2
• Custo de investimento	1	1	2	2	1	1	2	2	1
• Valor nominal da área	1	2	2	1	2	2	2	2	2
• Aceitação popular	2	1	2	2	2	2	1	2	1
Soma Total	45	46	52	49	50	46	47	44	47

 Áreas Favoráveis

 Áreas Medianamente Favoráveis.

 Áreas Menos Favoráveis.

Em todas as áreas estudadas, o uso predominante do solo é a pecuária, gerando o desmatamento quase generalizado do entorno, restando apenas em alguns locais uma mata residual reduzida, conforme verificado em alguns sítios. Desta forma, deverá ser desenvolvida uma cortina vegetal adequada em qualquer das áreas, isolando ambientalmente a área escolhida e não comprometendo a visão paisagística.

8. MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA IMPACTOS AMBIENTAIS

Uma questão ambiental frequentemente 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 perímetro urbano de Machadinho d'Oeste, com o manejo e a disposição inadequadas, 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 23 anos e que deverá ser desativado em face do comprometimento ambiental e da proximidade da mancha urbana, ocupa uma área aproximada de 3,5 hectares, disposto em um terreno aplainado, limitado em um de seus lados pelo cemitério municipal. Medidas corretivas de pequena monta, como concentração parcial do lixo ou abertura de cavas é implementado periodicamente.

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 possam 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 10 x 30 x 2 m (600 m³, cada uma), sendo abertas sucessivamente até a adequação total do lixo disposto no local. Em um primeiro momento, poderão ser aproveitadas as escavações já existentes no local, até o seu enchimento, procurando-se ordenar essa disposição;
- **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):** 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 um 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 duas vezes por semana;
 - **Resíduos de Serviços de Saúde:** estes resíduos deverão ser objeto de disposição em uma célula aberta unicamente para os mesmos, evitando-se colocá-los juntos aos demais resíduos;
 - **Tratamento de Despejos dos Limpa-Fossas:** atualmente, existe uma pequena lagoa onde é despejado estes resíduos, entretanto não se observa nenhum tratamento ou disposição adequada; portanto, sugere-se a abertura de uma célula menor, com dimensões de 5 x 10 x 1 m (50 m³) para onde seria direcionada os despejos de limpa-fossas, inclusive aqueles já existentes localmente. Ressalta-se que esta célula deverá ser protegida com manta geotêxtil e na sua impossibilidade, revestida por uma camada de material argiloso (20 cm), intensamente compactada, tanto na base como nos taludes da célula, evitando ou minimizando eventual impacto ambiental;
 - **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 de eventuais igarapés existentes nas proximidades através de análises químicas e bacteriológicas;

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 introduzir 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 à 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

Na execução do presente trabalho, algumas premissas básicas foram adotadas pela equipe técnica responsável para que o objetivo final fosse alcançado. Entre elas, devem ser citadas:

- a busca de sítios favoráveis que contemplassem os resíduos sólidos tanto da sede municipal como da Vila 5º BEC;
- a concentração da pesquisa de sítios favoráveis em áreas de relevo aplainado, com baixa declividade, circunstâncias que restringiram os trabalhos de campo ao quadrante SW, descartando-se aquelas identificadas nos quadrantes NW, NE e SE, devido à dificuldade de trafegabilidade na estação chuvosa das vias de acesso existentes, a presença de relevos mais ondu-

dos no trajeto, a necessidade de cruzar drenagens importantes tais como os rios Machadinho e Belém e, finalmente, a maior distância da sede municipal.

Considerando o diagnóstico do meio físico, os ensaios de permeabilidade executados nas áreas indicadas e ainda a análise granulométrica dos respectivos solos, o Sítio 7 representa a alternativa mais favorável para a implantação de um aterro sanitário para o Município de Machadinho d'Oeste e ao mesmo tempo ao Distrito denominado Vila 5º BEC, seguidos, em ordem de prioridade, pelos sítios 11 e 9. Independente do sítio escolhido deverão ter atendidas as seguintes recomendações:

- a) Levantamento topográfico do terreno, visando identificar a sua declividade natural e possibilitando subsidiar a elaboração do projeto executivo de aproveitamento da área para disposição de lixo;
- b) Descarte da parte frontal do terreno para uso como depósito do lixo, onde deverão ser implantadas as estruturas de apoio (pesagem, administração, circulação de veículos, etc.);
- c) Adensamento dos ensaios de permeabilidade, visando uma melhor caracterização geotécnica do terreno, principalmente quanto à possibilidade de utilização do material local para a impermeabilização da base das células e a cobertura periódica da pilha de resíduos;
- d) Elaboração de projeto executivo de aterro sanitário.

As atividades desenvolvidas neste município permitiram uma rápida avaliação dos impactos ambientais promovidas por ações antrópicas, possibilitando sugerir a adoção dos seguintes procedimentos:

✓ **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.

✓ **Recuperação Ambiental do Espaço Municipal**

Durante a realização dos trabalhos, comprovou-se o desmatamento generalizado do espaço municipal, onde a cobertura vegetal nativa ainda preservada está localizada em alguns morros residuais e de aclave mais acentuado, ao longo de cursos d'água como resíduos de mata ciliar e algumas manchas isoladas e dispersas. 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 por parte da administração pública visando proteger a cobertura vegetal ainda existente, bem como a recuperação das matas ciliares ao longo das drenagens, enfatizando-se as suas nascentes, igual-

mente 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, constituído em grande parte por rochas duras, principalmente rochas graníticas, 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. As coberturas sedimentares indiferenciadas, predominantes no quadrante SW, possuem um substrato argilossiltoso, de baixa condutividade hidráulica e, portanto, de baixa recarga de água subterrânea através da infiltração das águas pluviais.

✓ **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; a coleta seletiva; o 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 à 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 associada 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 frequente, 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 sejam 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 Machadinho d'Oeste dificulta, em um primeiro momento, a implantação de uma mini-usina de compostagem, a partir do reaproveitamento de matéria orgânica. 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.

Como consideração final, é importante esclarecer que a busca de soluções para a gestão adequada do lixo não se resume em selecionar uma área adequada tecnicamente para a sua disposição, sendo necessário investir também no manejo e disposição deste lixo, pois por melhor que seja a área utilizada, problemas ambientais irão ocorrer indubitavelmente se for mantida a disposição como um vazadouro a céu aberto, sem emprego de técnicas adequadas, ou seja, como um "lixão".

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. & KREBS, A. S. J. **Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Guajará Mirim, Rondônia.** Porto Velho: CPRM / Residência de Porto Velho. 2001.
- ADAMY, A. **Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos em Rio Branco, Acre.** Porto Velho: CPRM / Residência de Porto Velho, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA (ABGE). **Ensaio de Permeabilidade em Solos.** Boletim 04. 226 p. 1996.
- 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.
- CONAMA. **Resoluções CONAMA 1984 a 1991.** 4ª ed. Brasília. 1992.
- DEMAJOROVIC, J. A. **Evolução dos Modelos de Gestão de Resíduos Sólidos e Seus Instrumentos.** Cadernos FUNDAP. 1996; 20-47-58.
- FETTER, C.W. **Applied Hydrogeology.** Macmillan Publishing Company. New York. 592p, 1988, 2ª ed.
- 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. 1 v.(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. **Crerios para Localização de Aterros Sanitários.** Estudos Metropolitanos, n.2. Porto Alegre: METROPLAN. 1993.
- QUADROS, M.L. do E.S.; PALMEIRA, L.C.M.; CASTRO, C.C.; ESCARDÓ, R. H. **Carta Geológica da Folha Rio Machadinho SC.20-X-C, escala 1:250.000.** Porto Velho: CPRM, 2011. Programa Geologia do Brasil.
- 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

Mapa de Sítios Alternativos

ANEXO 2

Fichas de Descrição dos Locais Avaliados Para Aterro Sanitário

Sítio Nº : 06

Localização: KM 1,2 da linha MP-59

Data: 23.05.2012

Coord.: 9° 31' 24,70" S / 62° 01' 49,36" W

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	> 10.000 m	
Áreas Especiais de Proteção	Inexistem	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	> 200 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)	> 4.000 m	
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)	> 1.200 m	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	> 3,5 ha	
Distância ao Centro Produtor de Lixo	> 10.000 m	
Direção Predominante do Vento	Indeterminada	
Vegetação de Preservação	Manchas residuais	
Solo	Classe Textural	Argilossiltoso (Latossolo)
	Permeabilidade	Alta localmente
	Espessura	> 3 m
Relevo	Superfície Aplainada	
Declividade	Baixa (2 –8%)	
Profundidade do Nível Freático	> 5 m	
Natureza Geológica do Substrato	Coberturas sedimentares	
Permeabilidade do Substrato	Baixa	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Baixo	
Disponibilidade de Material de Cobertura	Disponível Localmente	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	> 10 Anos	
Zoneamento Urbano (Vetor de Crescimento)	Distante	
Uso Atual do Solo	Pecuária	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura do Sítio	Inexistem	
Valor Nominal da Área	R\$ 5.000,00 / Alqueire	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Boa	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Média aceitação	
Custo de Investimento em Construção e Infraestrutura	Baixo	
Distância de Núcleos Urbanos de Baixa Renda	> 15.000 m	

Análise da Área: Área Favorável, com Restrições

- Pontos Positivos:**
- Relevo aplainado, de baixa declividade
 - Acesso satisfatório e disponibilidade de energia elétrica
 - Dimensão Satisfatória
 - Latossolo argilossiltoso, favorável como material de cobertura do lixo
 - Cobertura Vegetal Removida
 - Baixa Permeabilidade do Solo e da Rocha
 - Profundidade do Nível Freático Superior a 5 m
 - Baixa circulação de veículos e ramal sem saída
- Pontos Negativos:**
- Existência de nascentes a 200 m
 - Condutividade hidráulica elevada localmente (raiz de árvore ?)
 - Melhoria do ramal MP-59
 - Presença de moradores no entorno

Sítio Nº : 07

Localização: KM 1,4 da linha MP-57

Data: 23.05.2012

Coord.: 9° 31' 33,01" S / 62° 02' 49,98" W

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	> 10.000 m	
Áreas Especiais de Proteção	Inexistem	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	> 800 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)	> 3.000 m	
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)	> 1.400 m	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	> 4,0 ha	
Distância ao Centro Produtor de Lixo	> 10.000 m	
Direção Predominante do Vento	Indeterminada	
Vegetação de Preservação	Cobertura vegetal removida	
Solo	Classe Textural	Argilossiltoso (Latossolo)
	Permeabilidade	Baixa
	Espessura	> 3 m
Relevo	Superfície Aplainada	
Declividade	Baixa (2 –8%)	
Profundidade do Nível Freático	> 5 m	
Natureza Geológica do Substrato	Coberturas sedimentares	
Permeabilidade do Substrato	Baixa	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Baixo	
Disponibilidade de Material de Cobertura	Disponível Localmente	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	> 10 Anos	
Zoneamento Urbano (Vetor de Crescimento)	Distante	
Uso Atual do Solo	Capoeira (vegetação secundária)	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura do Sítio	Inexistem	
Valor Nominal da Área	R\$ 4.000,00 / Alqueire	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Boa	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Poucos moradores	
Custo de Investimento em Construção e Infraestrutura	Baixo	
Distância de Núcleos Urbanos de Baixa Renda	> 15.000 km	

Análise da Área: Área Favorável

- Pontos Positivos:**
- Relevo aplainado, de baixa declividade
 - Acesso adequado e disponibilidade de energia elétrica
 - Dimensão Satisfatória
 - Latossolo argilossiltoso, favorável como material de cobertura do lixo
 - Cobertura Vegetal Removida
 - Baixa Permeabilidade do Solo e da Rocha
 - Profundidade do Nível Freático Superior a 5 m e sem corpos aquosos nas proximidades
 - Baixa circulação de veículos e ramal sem saída
 - Poucos moradores e menor rejeição popular
- Pontos Negativos:** Melhorias no ramal MP-59, ampliando o leito e elevando-o em alguns locais

Sítio Nº : 09

Localização: KM 105 RO-233

Data: 24.05.2012

Coord.: 9° 30' 12,07" S / 62° 03' 23,10" W

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	> 11.000 m	
Áreas Especiais de Proteção	Inexistem	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	> 1.000 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)	> 200 m	
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)	> 1.200 m	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	> 4,0 ha	
Distância ao Centro Produtor de Lixo	> 11.000 m	
Direção Predominante do Vento	Indeterminada	
Vegetação de Preservação	Manchas residuais	
Solo	Classe Textural	Argilossiltoso (Latossolo)
	Permeabilidade	Baixa
	Espessura	> 3 m
Relevo	Superfície Aplainada	
Declividade	Baixa (2 –8%)	
Profundidade do Nível Freático	> 8 m	
Natureza Geológica do Substrato	Coberturas sedimentares	
Permeabilidade do Substrato	Baixa	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Baixo	
Disponibilidade de Material de Cobertura	Disponível Localmente	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	> 10 Anos	
Zoneamento Urbano (Vetor de Crescimento)	Distante	
Uso Atual do Solo	Pecuária	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura do Sítio	Inexistem	
Valor Nominal da Área	R\$ 5.000,00 / Alqueire	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Otima	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Média aceitação	
Custo de Investimento em Construção e Infraestrutura	Baixo	
Distância de Núcleos Urbanos de Baixa Renda	> 11.000 m	

Análise da Área: Área Favorável

- Pontos Positivos:** Relevo aplainado, de baixa declividade
 Acesso excelente e disponibilidade de energia elétrica
 Dimensão muito boa
 Cobertura Vegetal Removida
 Latossolo argilossiltoso e favorável como material de cobertura do lixo
 Baixa Permeabilidade do Solo e da Rocha
 Profundidade do Nível Freático Superior a 8 m
 Corpos aquosos > 1.000 m
 Poucos moradores e baixa rejeição popular
- Pontos Negativos:** Declividade inexistente em parte da área
 Dificuldade de circulação de líquidos subterrâneos
 Localização em via de acesso com intensa circulação de veículos

Sítio Nº : 11

Localização: KM 0,6 da linha MP-91

Data: 24.05.2012

Coord.: 9° 27' 18,35" S / 62° 06' 20,97" W

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	> 12.000 m	
Áreas Especiais de Proteção	Inexistem	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	> 1.000 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)	> 10.000 m	
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)	> 600 m	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	> 3,0 ha	
Distância ao Centro Produtor de Lixo	> 13.000 m	
Direção Predominante do Vento	Indeterminada	
Vegetação de Preservação	Parcialmente preservada	
Solo	Classe Textural	Argilossiltoso (Latossolo)
	Permeabilidade	Baixa
	Espessura	> 3 m
Relevo	Superfície Aplainada	
Declividade	Baixa (0 –2%)	
Profundidade do Nível Freático	> 5 m	
Natureza Geológica do Substrato	Coberturas sedimentares	
Permeabilidade do Substrato	Baixa	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Baixo	
Disponibilidade de Material de Cobertura	Disponível Localmente	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	> 10 Anos	
Zoneamento Urbano (Vetor de Crescimento)	Distante	
Uso Atual do Solo	Pecuária	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura do Sítio	Inexistem	
Valor Nominal da Área	R\$ 4.000,00 / Alqueire	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Boa	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Média aceitação	
Custo de Investimento em Construção e Infraestrutura	Baixo	
Distância de Núcleos Urbanos de Baixa Renda	Adequado	

Análise da Área: Área Favorável

Pontos Positivos: Relevo aplainado, de baixa declividade
 Latossolo argilossiltoso, favorável como material de cobertura do lixo
 Corpos aquosos a distâncias superiores a 1.000 m
 Acesso satisfatório e disponibilidade de energia elétrica
 Dimensão Satisfatória
 Cobertura Vegetal Removida
 Baixa Permeabilidade do Solo e da Rocha
 Profundidade do Nível Freático Superior a 5 m
 Baixa circulação de veículos e ramal sem saída

Pontos Negativos: Manchas residuais de vegetação
 Declividade nula em partes da área

Sítio Nº : 28

Localização: KM 0,4 da linha MP-53

Data: 24.05.2012

Coord.: 9° 33' 40,78" S / 62° 04' 55,68" W

CRITÉRIOS ELIMINATORIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	> 10.000 m	
Áreas Especiais de Proteção	Inexistem	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	> 500 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)	500 m	
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)	> 20 m	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	3,5 ha	
Distância ao Centro Produtor de Lixo	> 10.000 m	
Direção Predominante do Vento	Indeterminada	
Vegetação de Preservação	Manchas residuais	
Solo	Classe Textural	Argilossiltoso (Latosolo)
	Permeabilidade	Muito baixa
	Espessura	> 3 m
Relevo	Superfície Aplainada	
Declividade	Baixa (0 –2%)	
Profundidade do Nível Freático	> 5 m	
Natureza Geológica do Substrato	Coberturas sedimentares	
Permeabilidade do Substrato	Baixa	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Baixo	
Disponibilidade de Material de Cobertura	Disponível Localmente	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	10 Anos	
Zoneamento Urbano (Vetor de Crescimento)	Distante	
Uso Atual do Solo	Capoeira (vegetação secundária)	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura do Sítio	Inexistem	
Valor Nominal da Área	R\$ 5.000,00 / Alqueire	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Excelente	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Pouca rejeição	
Custo de Investimento em Construção e Infraestrutura	Baixo	
Distância de Núcleos Urbanos de Baixa Renda	> 10.000 m	

Análise da Área: Área Favorável

- Pontos Positivos:** Relevo aplainado, de baixa declividade
 Latossolo argilossiltoso, favorável como material de cobertura do lixo
 Acesso excelente e disponibilidade de energia elétrica
 Dimensão satisfatória
 Cobertura vegetal parcialmente removida
 Baixa Permeabilidade do Solo e da Rocha
 Profundidade do nível freático superior a 5 m
 Baixa circulação de veículos e poucos moradores
- Pontos Negativos:** Manchas residuais de vegetação
 Declividade nula em parte da área
 Dificuldade de circulação subterrânea de líquidos

Sítio Nº : 30

Localização: Linha MA-27, próxima à cascalheira

Data: 24.05.2012

Coord.: 9° 25' 41,33" S / 62° 02' 51,84" W

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	> 7.000 m	
Áreas Especiais de Proteção	Inexistem	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	> 600 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)	> 5.000 m	
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)	> 50 m	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	> 4,0 ha	
Distância ao Centro Produtor de Lixo	> 7.000 m	
Direção Predominante do Vento	Indeterminada	
Vegetação de Preservação	Área Desmatada	
Solo	Classe Textural	Argilossiltoso (Latossolo)
	Permeabilidade	Muito baixa
	Espessura	> 3 m
Relevo	Superfície Aplainada	
Declividade	Baixa (0 –2%)	
Profundidade do Nível Freático	> 8 m	
Natureza Geológica do Substrato	Coberturas sedimentares	
Permeabilidade do Substrato	Baixa	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Baixo	
Disponibilidade de Material de Cobertura	Disponível Localmente	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	> 10 Anos	
Zoneamento Urbano (Vetor de Crescimento)	Distante	
Uso Atual do Solo	Pastagem	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura do Sítio	Inexistem	
Valor Nominal da Área	R\$ 5.000,00 / Alqueire	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Boa	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Provável baixa aceitação	
Custo de Investimento em Construção e Infraestrutura	Baixo	
Distância de Núcleos Urbanos de Baixa Renda	> 7.000 m	

Análise da Área: Área Favorável

Pontos Positivos: Relevo aplainado, de muito baixa declividade
 Latossolo argilossiltoso, favorável como material de cobertura do lixo
 Acesso satisfatório e disponibilidade de energia elétrica
 Dimensão boa
 Cobertura Vegetal Removida
 Baixa Permeabilidade do Solo e da Rocha
 Profundidade do Nível Freático Superior a 5 m
 Corpos aquosos a distâncias superiores a 600 m
 Baixa densidade de ocupação

Pontos Negativos: Declividade quase nula em partes da área
 Acesso precário na estação chuvosa