

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

**ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PARA A DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
URBANOS NA ÁREA DE PORTO VELHO-RO**

**Antônio Sílvio Jornada Krebs  
Amilcar Adamy  
Mauro Rodrigues Reis**

**Porto Velho  
Dezembro de 1999**

## APRESENTAÇÃO

---

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

Neste contexto, a CPRM, atendendo à solicitação da Prefeitura Municipal de Porto Velho, Estado de Rondônia, em função de uma exigência do Ministério Público Estadual, realizou um estudo, tendo como objetivo a seleção de áreas para a disposição de Resíduos Sólidos Urbanos.

Os trabalhos foram desenvolvidos pelos geólogos Antônio S. J. Krebs, da SUREG-PA, e Amílcar Adamy, da Residência de Porto Velho. Na etapa de campo, contou-se também com a participação do engenheiro Ezequiel Borges da Silva Neto, da Secretaria Municipal de Planejamento de Porto Velho.

A realização deste trabalho só foi possível devido à ação conjunta da CPRM, através do Chefe da Residência de Porto Velho, geólogo Rommel da Silva Souza, do Superintendente Regional da CPRM/PA, geólogo Cladis Antonio Presotto, e da Prefeitura Municipal de Porto Velho, através do Dr. Ivan Marrocos, Presidente da Fundação Instituto do Meio Ambiente - FIMA, que a partir de seus recursos humanos e financeiros permitiram incorporar de maneira definitiva as informações sobre o meio físico e o meio construído como condicionantes fundamentais na seleção de áreas para disposição de resíduos sólidos.

São aqui descritos e analisados onze locais situados em diferentes porções no entorno da cidade de Porto Velho, selecionados segundo critérios eliminatórios estabelecidos pela Legislação Ambiental Brasileira bem como critérios seletivos relacionados aos aspectos do meio físico e aos aspectos socioeconômicos.

Também é apresentada neste trabalho uma descrição sucinta do atual local de disposição de resíduos sólidos do município bem como algumas sugestões que deverão ser aplicadas por ocasião da desativação do depósito. No **Anexo 1**, são apresentadas fichas de descrição do atual depósito de lixo municipal e dos locais selecionados.

Espera-se, pois, que as informações geradas neste trabalho balizem a tomada de decisões político-administrativas, auxiliem no equacionamento dos problemas relacionados à disposição de resíduos sólidos urbanos e garantam o processo de implantação do futuro aterro sanitário de Porto Velho.

1-	INTRODUÇÃO.....	1
2 -	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA.....	2
2.1-	Localização e vias de acesso.....	2
2.2-	Recursos Hídricos.....	3
2.3-	Cobertura Vegetal.....	4
2.4-	Relevo.....	4
2.5-	Clima.....	5
2.6-	Solos.....	6
2.7-	Geologia.....	7
3 -	A DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM PORTO VELHO..	8
3.1-	Considerações Iniciais.....	8
3.2-	Locais de Disposição de Resíduos Sólidos em Porto Velho.....	10
3.3-	Situação do Atual Depósito de Lixo de Porto Velho.....	11
4 -	DEPÓSITO DE LIXO DE PORTO VELHO: FECHAMENTO OU CONTINUIDADE DAS OPERAÇÕES?.....	16
4.1-	Continuar as Operações Somente com a Disposição de Entulhos?.....	17
5 -	SUGESTÕES PARA REMEDIAÇÃO E FECHAMENTO DO DEPÓSITO DE LIXO DE PORTO VELHO.....	19
6 -	METODOLOGIA DE TRABALHO.....	21
6.1-	Considerações Iniciais.....	21
6.2-	Consolidação das Informações Disponíveis.....	21
6.3-	Cálculo da Área Ideal para o Aterro Sanitário.....	22
6.4-	Definição do Centro Produtor de Lixo.....	23
6.5-	Critério Utilizados.....	25
6.6-	Interpretação de Imagens e Fotografias Aéreas.....	26
6.7-	Trabalhos de Campo.....	28
7 -	RESULTADOS OBTIDOS.....	30
7.1-	Considerações Iniciais.....	30
7.2-	Descrição das Áreas Estudadas para a Implantação de Aterro Sanitário.....	30
7.2.1-	Área 1.....	30
7.2.2-	Área 2.....	31
7.2.3-	Área 3.....	32
7.2.4-	Área 4.....	34
7.2.5-	Área 5.....	36
7.2.6-	Área 6.....	38
7.2.7-	Área 7.....	39
7.2.8-	Área 8.....	39
7.2.9-	Área 9.....	40
7.2.10-	Área 10.....	40
7.2.11-	Área 11.....	41
7.3-	Descrição das Áreas Indicadas Somente para a Disposição de Entulhos.....	42
7.4-	Avaliação e Hierarquização das Áreas.....	44

8 -	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	48
9-	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	52
	ANEXO 1 Fichas de Avaliação de áreas para Disposição de Resíduos Sólidos	
	ANEXO 2 Mapa de Áreas inundáveis e de Umidade Elevada	
	ANEXO 3 Mapa de Uso Atual do Solo	
	ANEXO 4 Mapa de Solos	
	ANEXO 5 Mapa Geológico	
	ANEXO 6 Mapa de Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos	

# 1 - INTRODUÇÃO

---

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

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

O Município de Porto Velho, situado na porção norte e noroeste do Estado de Rondônia, vem experimentando, a partir da década de 70, um grande desenvolvimento socioeconômico devido à abertura de várias rodovias nesta porção do Brasil e, também, devido a diferentes ciclos econômicos, relacionados ao extrativismo vegetal, agricultura, pecuária e atividades de mineração de ouro e cassiterita, principalmente.

A sede do município, situada junto à margem direita do rio Madeira, possui hoje uma população estimada de 300.000 habitantes, distribuída em uma área de aproximadamente 150 km<sup>2</sup>. A exemplo de outras cidades brasileiras, a expansão urbana de Porto Velho ocorreu de forma desordenada, desconsiderando o zoneamento de uso do solo proposto, resultando na ocupação de áreas inadequadas para este fim. As mudanças econômicas enfrentadas pela cidade impediram que muitas obras importantes de infra-estrutura fossem realizadas, principalmente no que se relaciona ao sistema viário, tratamento de esgoto cloacal, manejo e disposição final de resíduos sólidos urbanos.

Com relação à disposição final dos resíduos sólidos, constata-se hoje que nenhum dos locais até agora utilizados atende plenamente aos critérios sanitários e ambientais exigidos pelos órgãos responsáveis. Esta prática tem sido 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. O lixo espalhado aleatoriamente propicia a poluição atmosférica pela fumaça emanada da combustão não controlada dos resíduos e odores desagradáveis resultantes da decomposição da matéria orgânica. Os líquidos percolados, oriundos da massa de lixo, geralmente contaminam os cursos d'água e, em casos mais graves, contaminam também as águas subterrâneas.

Desta maneira, a definição de um novo local tecnicamente adequado para a implantação de um 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 grande problema do poder municipal.

## 2 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA

### 2.1 - Localização e vias de acesso

A área estudada situa-se nos entornos da cidade de Porto velho, sendo limitada ao norte pela Linha 28 de Novembro (paralelo  $8^{\circ}38'S$ ). Ao sul, é limitada pelo Rio das Garças, aproximadamente junto ao paralelo  $8^{\circ}54'S$ . Ao leste, limita-se pelo Rio Candeias, aproximadamente junto ao meridiano  $63^{\circ}45'W$ . A oeste, limita-se, em toda sua extensão, pelo Rio Madeira. A **Figura 1** mostra a localização da área.

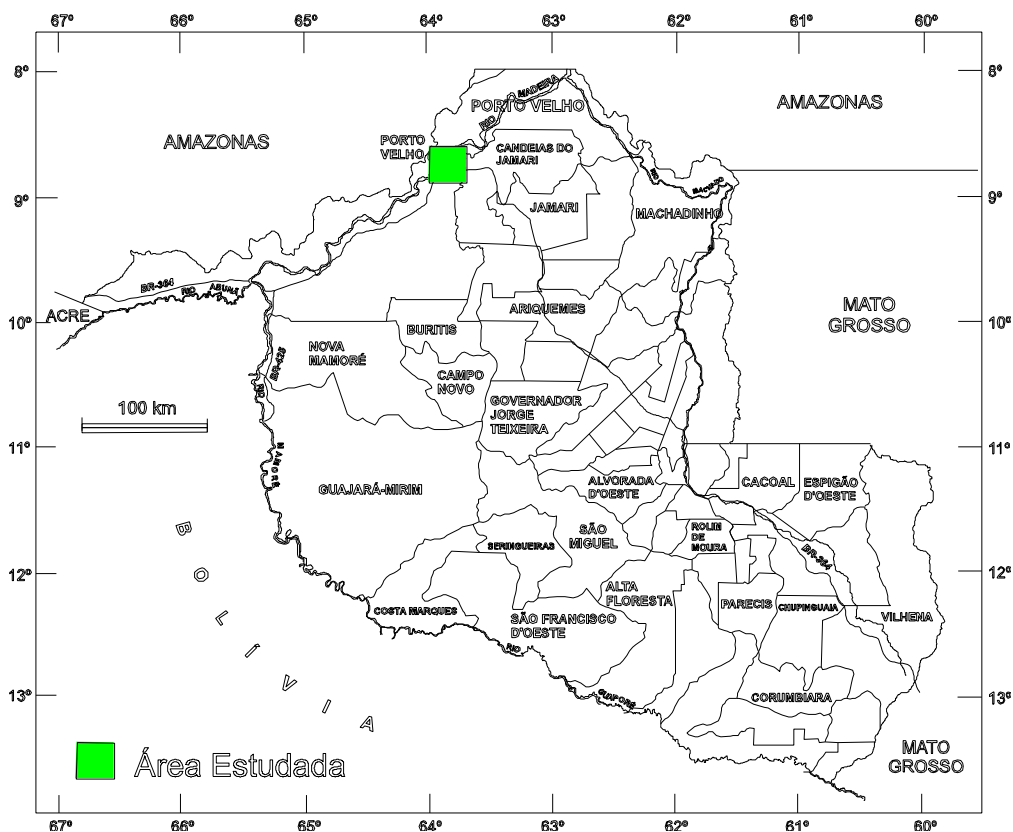


Figura 1: Localização da área estudada.

Essa área possui uma rede viária bem estabelecida, com acesso fácil e rápido a todos os seus quadrantes. As principais vias de acesso são representadas pelas Rodovias BR-364, que direciona o tráfego para Cuiabá (sentido SE); Guajará-Mirim (sentido SW); e a BR-319 no sentido Humaitá / Manaus. Linhas de acesso secundárias, como vicinais ou caminhos, são freqüentes, destacando-se os ramais 21 de Abril, 28 de Setembro, Linha dos Periquitos, Linha Belmont, ao norte da BR-364, e as vicinais 13 de Setembro, Três Buritis e Areia Branca, localizadas ao sul da referida rodovia, com trafegabilidade satisfatória, dificultadas, parcialmente, na estação chuvosa.

A utilização de transporte fluvial é plenamente utilizada no rio Madeira, à jusante da Cachoeira Santo Antônio, através de embarcações de médio porte, enquanto que no rio Candeias navega-se apenas com pequenas embarcações.

Merece destaque ainda o pequeno ramal ferroviário entre a cidade de Porto Velho e a Cachoeira de Santo Antônio, integrado à antiga Ferrovia Madeira-Mamoré e recuperado para fins turísticos.

## 2.2 - Recursos hídricos

O entorno de Porto Velho possui uma rede hidrográfica expressiva e densificada, comportando drenagens de 1ª ordem até cursos d'água volumosos como o rio Madeira, principal rio da área, atravessando-a no sentido aproximado SW-NE. O rio Candeias, subafluente do rio Madeira, localiza-se no quadrante SE, fluindo no sentido S-N, e tendo o rio das Garças como seu afluente principal, pela margem esquerda. Outros igarapés, de menor porte, são abundantes, tendo seu fluxo orientado de SW a SE/NE a NW, em consonância com a drenagem principal, merecendo referência os igarapés Bate-Estaca, Belmont e Periquitos. Alguns corpos aquosos são identificados próximos ao rio Madeira, destacando-se as lagoas São Miguel e Cujubim.

O abastecimento público da cidade de Porto Velho, oferecido pela Cia. de Águas e Esgotos de Rondônia - CAERD, é efetuado a partir do tratamento de águas superficiais, coletadas no Igarapé Bate-Estaca (inverno) e no rio Madeira (verão). Entretanto, uma parcela significativa da população, principalmente na região periurbana, utiliza água subterrânea obtida em poços e cacimbas. Poços tubulares profundos, estimados em um número superior a 500 unidades, são utilizados por uma parcela da população de maior poder aquisitivo ou por conjuntos residenciais, em profundidade que atinge de 50 a 60 metros, com vazões variáveis, estimada em  $5 \text{ m}^3/\text{h}$ , em média.

A interpretação criteriosa das imagens de satélite em escala 1:50.000 e 1:100.000 permitiu a identificação das áreas submetidas a inundações periódicas e/ou de umidade elevada, que poderiam representar terrenos não favoráveis à implantação de aterros sanitários. Os parâmetros utilizados foram as características fisiográficas, a cobertura vegetal e o nível d'água (áreas mais escuras nas imagens de satélite, indicando retenção de umidade).

Essas áreas, reconhecidas preliminarmente, foram objeto de verificação de campo posterior, quando então procedeu-se a uma melhor caracterização quanto à sua real localização, à proximidade de drenagens, à taxa de infiltração no solo e ao substrato litológico. O Mapa de Áreas Inundáveis, apresentado no **Anexo 2**, ilustra as principais áreas inundáveis presentes nos entornos de Porto Velho.

Considerando-se que as observações de campo foram efetuadas durante a estação seca, quando o lençol freático está em seu nível mais profundo, coletaram-se dados sobre o seu comportamento no período de chuvas.

A análise integrada desses parâmetros revelou a inadequabilidade de amplas áreas no entorno de Porto Velho, impróprias ou de operacionalização onerosa para a locação de aterro sanitário,

merecendo referência aquelas situadas junto à faixa marginal do rio Madeira e uma enorme área peneplanizada situada na Linha 21 de Abril, nas imediações da Colônia Penal Agrícola.

Na Linha 21 de Abril, a leste do Km 4; observa-se o nível freático próximo à superfície na estação chuvosa devido a um substrato impermeável e relevo peneplanizado, o que restringe sua utilização para depósitos de resíduos sólidos.

### **2.3 - Cobertura vegetal**

Os principais tipos de vegetação da área são a floresta equatorial densa e/ou aberta, áreas antropizadas e, localmente, savana. O mapa de Uso Atual do Solo, apresentado no **Anexo 3**, mostra a distribuição da cobertura vegetal na área estudada até o ano de 1997.

A Floresta Tropical Aberta desenvolve-se predominantemente sobre latossolos vermelho-amarelo, em áreas onduladas ou peneplanizadas, com uma cobertura sedimentar terció-quaternária e de altitudes maiores. Observaram-se espécies como abiorana, copaíba, castanheira, jatobá, angelim, grupamento de árvores emergentes, bambu, cipó e palmeiras (babaçu, açaí, jataná, etc.) e outras.

Na Floresta Tropical Densa, presente principalmente em latossolos vermelho-amarelo ou amarelos, ou em solos glei, são comuns árvores emergentes, grupamento de palmeiras, e espécies como seringueira, tauari, louro, castanheira e outras.

Nas áreas de planície aluvial, periodicamente inundadas como ao longo do rio Madeira, a vegetação torna-se mais densa, com abundância de palmeiras (açaí, babaçu, etc.) e cipós.

Áreas restritas de savana são identificadas em solos do tipo laterito hidromórfico, caracterizando-se por matas de galeria e gramíneas e espécies como sucupira-do-campo, urucuru-mirim e outras. Ocorrem em trechos da Rodovia BR-319 e na Linha 21 de Abril, associadas a um relevo peneplanizado e a um solo argiloso.

A dinâmica de ação antrópica exercida sobre esta área nos últimos 2 anos resultou em profunda modificação da paisagem, transformando extensas porções originalmente cobertas por mata nativa em áreas de pastagem ou capoeira. Nos entornos de Porto Velho, principalmente ao longo de seus eixos estruturadores (BR-364 e outras rodovias), ocorre hoje forte pressão para ocupação urbana. Pelo exposto, as informações apresentadas no referido mapa, cuja última atualização é datada de 1997, serão utilizadas com restrições.

### **2.4 - Relevo**

A Folha Porto Velho, onde está inserida a área do objeto em estudo, apresenta uma história evolutiva longa, revelando uma topografia relativamente homogênea resultante, da interação dos agentes modeladores do relevo, integrando a grande unidade morfoestrutural, identificada como Planalto Rebaixado de Rondônia (ISOTTA et alii, 1978). Compreende uma vasta área em avançado estágio de peneplanização, constituída essencialmente por relevos associados às unidades cenozóicas,



como os tabulares e os de colinas arredondadas das coberturas lateríticas, em altitudes sempre inferiores a 200 m ou, ainda, de relevo dissecado associado aos granitos cratogênicos.

Apresenta morros residuais, de topo aplainado e/ou mamilares, originando interflúvios tabulares. Estes morros possuem altitudes de até 100 m, nas proximidades do rio Madeira, e de 150 m, no quadrante SW, associados a terrenos tércio-quadernários. São raras as elevações constituídas por rochas duras como granitos e gnais.

Nas imediações de Porto Velho, são comuns esses morrotes residuais, sustentados por sedimentos lateritizados, com predomínio de uma crosta ferruginosa, amplamente utilizada em revestimento da rede viária urbana e vicinais.

A Planície do rio Madeira, associada à Planície Amazônica, apresenta um relevo plano com desnível de baixo gradiente, com traçado retilíneo em áreas de embasamento (entalhamento em fraturas), ou meandrante em trechos de sedimentos. Compreende a faixa marginal ao rio, disposta em ambas as margens, constituída de lagos, diques marginais, áreas de colmatagem e os terraços fluviais. Exibe um processo erosivo atuante, com solapamento de margens e deposição subsequente, dando um aspecto de cordões alinhados, visível nitidamente em imagens de satélite a partir da Vila de Cujubim. São planícies colúvio-aluvionares quadernárias, em altitudes inferiores a 100 metros.

## **2.5 - Clima**

Segundo a classificação adotada (KÖEPPEN, 1948), o clima da região corresponde ao tipo Am, quente e úmido, com curta estação seca, temperatura média anual em torno de 26°C, índice pluviométrico de 2100 mm/ano e umidade relativa média anual chegando a 85%.

O caráter intermitente dos pequenos cursos d'água está claramente associado à variação climática da região.

Dados climáticos recentes, referentes ao ano de 1998, obtidos junto à Secretaria de Desenvolvimento Ambiental - SEDAM, indicaram as seguintes condições:

- temperatura média anual: 25,71°C, com a maior média mensal no mês de outubro de 26,72° C e menor em junho de 24,50° C;
- temperatura máxima absoluta: média em 1998 de 34,23° C, com máxima em setembro de 36,31° C e mínima de 32,79° C em maio;
- temperatura mínima absoluta: média em 1998 de 19,62° C, com máxima de 22,37° C em março e mínima em setembro de 14,89° C;
- umidade relativa do ar: média de 89,92% em 1998;
- mínima absoluta da umidade relativa do ar: 45% em 1998, registrando-se em julho 22,25% como a menor do ano;
- precipitação pluviométrica: 1910 mm durante o ano, com média mensal de 159,18 mm; registrou-se em março o maior índice com 331,48 mm e em julho, o menor, com 4,06 mm;
- precipitação pluviométrica máxima em 24hs: em março com 76,72 mm e mínima em junho com 2,28 mm;

- velocidade do vento: máxima média de 6,11 m/seg., sendo a maior em dezembro com 7,14 m/seg. e menor de 4,77 m/seg. em junho;
- velocidade máxima absoluta do vento de 10,24 m/seg., sendo a maior de 13,83 m/seg. em setembro e a menor de 6,27 m/seg. em julho;
- predominância : observa-se que no período de novembro a março (inverno) o sentido preferencial dos ventos é o norte e de abril a outubro (verão), é o sul, totalmente oposto. Verifica-se, assim, que a direção dos ventos não será um fator decisivo na definição da área selecionada para o futuro aterro sanitário de Porto Velho.
- radiação solar máxima diária: 1.254 watts/m<sup>2</sup>;
- radiação solar total mensal: 30.741 watts/m<sup>2</sup>, com máxima de 35.422 watts/m<sup>2</sup> em março e mínima de 26.436 watts/m<sup>2</sup> em julho.

## 2.6 - Solos

O levantamento dos tipos de solo existentes nas imediações de Porto Velho, contido no Zoneamento Socioeconômico-Ecológico de Rondônia, revelou a presença de latossolos, cambissolos e solos glei. O Mapa de Solos, apresentado no **Anexo 4**, mostra a distribuição dos diferentes tipos de solo que ocorrem na área estudada.

Os latossolos, amplamente dominantes na área abrangida, são comumente bastante intemperizados, constituídos por minerais derivados da argila, caolinita, gipsita, minerais amorfos e sesquióxidos de ferro e alumínio. Possuem uma boa drenagem, favorecendo o desenvolvimento dos sistemas radiculares. Porém, são ao mesmo tempo resistentes à erosão. Distinguiram-se dois grupos de latossolos: latossolos vermelho-amarelos distróficos e latossolos amarelos distróficos. Os primeiros, dominantes e presentes a leste do rio Madeira, geralmente são solos argilosos, bem drenados, ácidos, álicos, enquanto que os últimos são caracterizados pelo conteúdo de caolinita e hidróxido de alumínio e drenagem menos eficiente. São solos pobres em nutrientes, de baixa fertilidade e ricos em nódulos lateríticos.

Os solos glei, hidromórficos, ocorrem em regiões com excesso de água temporal ou permanente como ao longo da planície aluvial do rio Madeira; freqüentemente, são utilizados para a implantação de culturas perenes ou de subsistência, favorecidas pelo teor elevado de matéria orgânica e pelo material inconsolidado e úmido. Podem ser de natureza eutrófica ou distrófica, mal drenados e argilosos.

Os cambissolos, de distribuição mais restrita, caracterizam-se pela presença de horizonte "câmbico", contendo uma boa proporção de minerais intemperizáveis argilosos e bem drenados; são pouco a moderadamente profundos e ocorrem nas encostas de colinas. São solos muito suscetíveis à erosão quando desprovidos da cobertura vegetal. Ocorrem em duas manchas a oeste do rio Madeira, além de uma porção restrita no quadrante SW.

## 2.7 - Geologia

O contexto geológico da área em estudo é representado predominantemente por coberturas cenozóicas, constituídas por sedimentos fluviais, colúvio-aluviais e flúvio-lacustres, além de lateritos imaturos. Secundariamente, identificam-se litótipos do Complexo Jamari e de rochas intrusivas graníticas tipo Serra da Providência. O Mapa Geológico, apresentado no **Anexo 4**, mostra a distribuição das unidades geológicas na área.

O embasamento cratônico antigo é representado por litótipos do Complexo Jamari, de idade arqueana a proterozóica inferior (APlj), aflorante em algumas corredeiras no rio Madeira e em morrotes residuais na porção centro-sul da área. São constituídos, predominantemente, por rochas ortognáissicas, em parte migmatizadas, de composição granítica - monzonítica, com augen gnaisses, anfíbolitos e, localmente, granitóides. São rochas submetidas a uma deformação polifásica, com milonitização superimposta. A fácies metamórfica é anfíbolítica, localmente granulítica.

Posicionadas no Proterozóico Médio, rochas graníticas tipo Serra da Providência (PM $\gamma$ 2) foram identificadas no quadrante sudoeste da área em estudo, com as melhores exposições situadas no entorno da Cachoeira de Santo Antônio. Trata-se de adamelitos, sienogranitos e alcalifeldspato-granitos, freqüentemente rapakivíticos.

A evolução do relevo regional, condicionada à atuação vigorosa de processos erosivos, conduziu a uma sedimentação expressiva, traduzida na pediplanização atual da morfologia, com uma cobertura cenozóica de depósitos associados a drenagens, lagos e coluviões, submetidos ou não a uma lateritização posterior. Sedimentos detríticos mais antigos, de idade pleistocênica, denominados Formação Jaciparaná (Qph), foram originados a partir de pediplanos antigos, compostos por argila, silte e areia heterogênea incipientemente consolidados, aos quais se associavam um ambiente fluvial meandrante e/ou entrelaçado, localmente lacustre raso. Associados ainda a essa idade, desenvolveram-se coberturas residuais, definidas como lateritos imaturos (Qlc), constituídos por horizontes concrecionários e mosqueados, oriundos de mudanças climáticas do Pleistoceno.

As coberturas holocênicas relacionam-se às aluviões recentes, condicionadas às calhas dos rios atuais e respectivas planícies de inundação, onde se destacam os sedimentos relacionados ao rio Madeira. São sedimentos detríticos mal selecionados, compostos de cascalho, areia, silte e argila inconsolidados. Observa-se o predomínio de sedimentos arenosos (Qhar), ocorrendo também depósitos de argila (Qhag) ou de coberturas detrítico-lateríticas neogênicas (Qhc). São comuns ainda crosta de arenitos ferruginizados e seepage manganêsíferos e/ou ferríferos. Ressalta-se que estes sedimentos holocênicos são mineralizados a ouro, particularmente ao longo do rio Madeira.

## 3- A DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM PORTO VELHO

---

### 3.1 - Considerações Iniciais

Antes de se tecerem considerações a respeito da disposição de resíduos sólidos em Porto Velho, é importante revisarem-se alguns conceitos básicos tais como o do que é lixo, "lixão", chorume, aterro controlado e aterro sanitário.

**Lixo** são os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis (IPT,1995). Em geral, apresentam-se em estado sólido, semi-sólido 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, (FUZARO, 1994) Neste trabalho será considerada 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 constituído 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 (GONÇALVES et al. 1992) e (COSTA, 1995), oferecendo boas condições para a proliferação de bactérias e outros microrganismos.

O **lixo comercial** é aquele originado nos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços, como supermercados, lojas, bancos, restaurantes, hotéis, escolas, açougues, peixarias, padarias, etc. Tem em sua composição 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, papelaria, 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. Originam-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, 1995) 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.

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.

Um "**lixão**" é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (IPT, 1995). 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 poluição dos solos e das águas superficiais e subterrâneas pelo "chorume". 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 junto aos "lixões" são a criação de animais (gado, porcos, etc.) e cata de materiais recicláveis sem qualquer controle.

**Chorume** é um líquido de cor preta, com cheiro desagradável, resultante da decomposição da matéria orgânica contida no lixo. Possui alto potencial poluidor e, geralmente, contamina os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

**Aterro controlado** é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo que não causa 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 porque não dispõe de impermeabilização de base nem de estação de tratamento de chorume e 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.

**Aterro sanitário**, de acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado (IPT, 1995), 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. 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. Porém, apresenta os maiores custos de implantação, uma vez que são aplicadas técnicas de impermeabilização e contenção de líquidos percolados para impedir o contato direto dos mesmos com o solo e os mananciais hídricos superficiais e subterrâneos. Estes 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.

### **3.2 - Locais de Disposição de Resíduos Sólidos em Porto Velho**

Até meados de 1992, a disposição final dos resíduos sólidos gerados pela população de Porto Velho era realizada em uma área distante 7 km do centro da cidade, situada à margem direita do rio Madeira.

As operações no local eram realizadas sem quaisquer critérios técnicos, resultando em um verdadeiro "lixão". Este procedimento, com o passar do tempo, ocasionou um grande comprometimento ambiental da referida área. O seu posicionamento em local inadequado do ponto de vista do meio físico e do ponto de vista legal é outro fator negativo para sua utilização como área de disposição de resíduos sólidos.

Todos estes aspectos negativos, aliados ao fato de que os vetores de expansão urbana apontavam no sentido da referida área, deram origem a conflitos de uso do solo, transtornos às comunidades vizinhas e contribuíram para a desativação das operações neste local, em 1992.

Com o encerramento das atividades, procurou-se outra área que se situasse a uma distância adequada dos vetores de expansão urbana e que apresentasse características favoráveis do ponto de vista do meio físico e ambiental. Desta maneira, foi definida a atual área de disposição de resíduos sólidos do município.



Além da área do atual depósito, existem ainda várias lixeiras irregulares distribuídas dentro do atual perímetro urbano, como por exemplo aquelas existentes junto às estradas da Colônia Penal e Santo Antônio, ou aquelas situadas em pequenos igarapés.

### 3.3 - Situação do Atual Depósito de Lixo de Porto Velho

Com o objetivo de avaliar-se a situação ambiental e sanitária bem como as condições atuais de manejo do depósito de lixo, foi realizada uma visita à área do lixão. O atual depósito de lixo situa-se no km 13 da BR-364, à direita da referida rodovia, no sentido Porto Velho-Rio Branco. As coordenadas UTM da entrada do depósito (balança), medidas com GPS, foram: 851.005 x 6.356.557 .

Como premissa básica, deve-se sempre ter em mente a importância das características do meio físico da área para se avaliarem os impactos que esta atividade causa ao meio ambiente e à saúde das comunidades que habitam nos entornos do depósito.

No local ocorrem latossolos espessos, com horizonte concrecionário colunar, desenvolvidos sobre sedimentos argilo-arenosos da Formação Jaciparaná. Estes solos, mesmo sendo predominantemente argilosos, devido à sua estruturação interna são bastante permeáveis. Por outro lado, esta estruturação confere-lhes uma baixa suscetibilidade aos processos erosivos. Nos vales próximos, de acordo com o Mapa Geológico (ADAMY & ROMANINI, 1990), ocorrem rochas graníticas relacionadas ao Proterozóico Médio (granitos do tipo Santo Antônio).

Do ponto de vista geomorfológico, esta área apresenta um relevo moderadamente ondulado, constituído por colinas, cujas cotas mais elevadas situam-se em torno de 130 m. Os vales são encaixados e em forma de V. O local onde se situa o depósito corresponde a um pequeno divisor de águas, com geometria alongada em forma de tabuleiro, com cotas máximas em torno de 100 m, intensamente dissecado pelas drenagens. Nas encostas deste tabuleiro, ocorrem várias nascentes que dão origem aos pequenos cursos de água desta região. O vale é pouco fechado, com profundidade máxima em torno de 30 m, com gradiente de inclinação moderado.

A cobertura vegetal original presente no topo deste tabuleiro já foi toda retirada, tendo sido substituída por áreas de pastagem. Na área do depósito, nas encostas do tabuleiro, pode-se ainda verificar a presença de mata nativa, onde ocorrem árvores de grande porte.

A área total disponível é de 51 ha, já tendo sido ocupados cerca de 40 ha (**Foto 1**). A natureza do lixo é variada, tendo sido verificada a presença de lixo doméstico, industrial (vidros e pedaços de ferro), hospitalar (constatou-se a presença de grande quantidade de seringas descartáveis e vidros de medicamentos), entulhos e galhos de árvores (**Foto 2**).

O lixo é recolhido diariamente e conduzido até o local por caminhões. Parte do serviço de coleta de lixo é terceirizado, existindo, então, junto à entrada da área do depósito, uma balança para a pesagem do lixo recolhido pela empresa contratada para que se calcule o valor do serviço prestado. Geralmente estes veículos trafegam sem nenhuma cobertura de lona, o que ocasiona perdas de material durante o transporte. O lixo é depositado de forma aleatória em diversos locais da área,



**Foto 1:** Vista geral do Depósito de Lixo de Porto Velho. Em primeiro plano aparece uma área que antigamente recebia cobertura de solo. Ao fundo, verifica-se a disposição atual, sem nenhuma cobertura. Não há também sistema de drenagem de gases.



**Foto 2:** Detalhe da disposição de lixo hospitalar diretamente no solo, sem qualquer medida de isolamento. Nota-se grande quantidade de seringas usadas e sacos plásticos com amostras de medicamentos

posteriormente espalhado e compactado por trator de esteira. Segundo informações verbais de operadores do aterro, durante um pequeno período (cerca de 1 ano) a operação do depósito seguiu critérios constantes em um projeto técnico que previa a operação do depósito através da construção de células com dimensões de 25x150x2,5 m, dotadas de drenos para líquidos percolados. Este material drenado seria então conduzido para um sistema de filtros anaeróbios de fluxo ascendente. Foram construídas apenas duas células com seus drenos. Posteriormente, este projeto foi abandonado, e o manejo do depósito voltou a ser realizado de forma precária, como antigamente. Após a deposição do lixo, este era espalhado, compactado e coberto com camada de cascalho. Segundo informações de pessoas que trabalham no local, atualmente não se realiza mais cobertura com cascalho.

Próximo à entrada do depósito, o lixo é empurrado para o vale que corresponde às nascentes de um igarapé. Verificações no local indicaram que existem duas nascentes que já foram totalmente encobertas com lixo, que neste local apresenta espessura de aproximadamente 10 m e largura de 100 m. O chorume gerado no depósito contamina as águas deste igarapé desde suas áreas de nascente (**Fotos 3 e 4**).

As observações realizadas no local permitiram verificar que não foi efetuada nenhuma impermeabilização de fundo (selagem com material argiloso compactado e/ou mantas geomecânicas), nem colocados drenos de gases e estruturas para contenção e tratamento do chorume.

Constatou-se também a presença de vários locais onde ocorre combustão do lixo e seus gases (queima o ano todo), cuja fumaça se espalha pelas redondezas da área. Esta combustão dentro do corpo de lixo deve-se à inexistência de drenos para gases. Segundo informações de operadores do depósito, o ato de atear-se fogo ao lixo é uma prática comum por parte dos próprios catadores ou pessoas que circulam pela área do lixão.

Com relação à presença e/ou criação de animais na área do depósito, não se verificou a existência de suínos ou de gado alimentando-se de restos de material contido no lixo. Também não se verificou a presença de grande quantidade de insetos (moscas, mosquitos e baratas), nem de ratos. Constatou-se, isto sim, a presença de mais de uma centena de urubus e de alguns cães.

Dentro da área de domínio do depósito e próximo às áreas de disposição, está ocorrendo a ocupação por pessoal de baixa renda, que atua como catador de material reciclável. O local ocupado já possui luz elétrica e foi construída uma escola para alfabetização de crianças e adultos. Uma avaliação preliminar indicou a existência de trinta barracos, a maior parte deles construídos diretamente sobre o lixo aterrado. Segundo informações de moradores, a única fonte de renda deste pessoal é a coleta de material reciclável existente no lixão. Constatou-se que quase nenhum barraco possui horta ou pomar, retirando parte de sua alimentação dos restos jogados no depósito do lixo. A cata e separação do lixo é realizada manualmente, diretamente nas pilhas de lixo, sendo aproveitado o papelão, o plástico, o alumínio, o cobre e o bronze. Foi estimada a presença de vinte catadores no dia da visita à área. O material selecionado é comercializado pelos próprios catadores no local.



---

**Foto 3:** Aspecto do manejo atual do depósito, com o lixo sendo empurrado sobre a encosta, encobrindo a vegetação nativa.

---



---

**Foto 4:** Detalhe da nascente coberta pela pilha de lixo. Nota-se que a água está totalmente comprometida pelos líquidos percolados gerados a partir da massa de lixo.

---

A água para o abastecimento desta comunidade é trazida por baldes de uma fonte situada aproximadamente a 1500 m à jusante do lixão. A referida fonte dá origem a um pequeno igarapé que não tem relação direta com a área do depósito de lixo. No centro da área ocupada, onde ocorre um espesso latossolo, foi realizada uma escavação de um poço, interrompida na profundidade de 11 metros sem que se tenha encontrado água, em função da grande profundidade do lençol freático neste local.

## 4 - DEPÓSITO DE LIXO DE PORTO VELHO: FECHAMENTO OU CONTINUIDADE DAS OPERAÇÕES?

---

Para se tecerem considerações a respeito do fechamento do atual depósito, há que se levar em consideração alguns pressupostos básicos, relacionados, principalmente, aos aspectos legais, do meio físico, ambientais, sanitários, operacionais e econômicos. Deve-se levar em conta, também, qual é o tipo de uso do solo que está ocorrendo naquela porção do município.

Do ponto de vista legal e ambiental, considerando-se os critérios constantes na Legislação Ambiental Federal, no que se refere à distância de corpos d'água e à presença de vegetação de preservação, fica evidente que o referido local não é adequado. A presença de áreas especiais de proteção tais como a Área de Proteção Ambiental das Margens do Rio Madeira, a Área de Proteção da Empresa de Águas Kaiary Ltda e o 5º Batalhão de Engenharia e Construções nas proximidades do atual depósito é outro fator que desaconselha este tipo de uso do solo. Segundo informações de técnicos da Prefeitura, não foram realizados estudos de impacto ambiental para a implantação do referido depósito.

Ao se considerarem as características do meio físico no que se refere ao tipo de solo, pode-se constatar também que os latossolos aflorantes na área do depósito, do ponto de vista geológico/geotécnico, não são adequados para constituírem base de depósito de resíduos sólidos sem a devida impermeabilização porque são solos permeáveis que permitem a infiltração do chorume no substrato e, conseqüentemente, com o passar do tempo, este acabará por contaminar os recursos hídricos subterrâneos. Esta porção do município apresenta ainda a vegetação nativa parcialmente preservada, abriga várias áreas de nascentes e seu substrato constitui uma importante unidade aquífera.

Outro fator que desaconselha a disposição de resíduos sólidos nesta área são os conflitos de uso do solo que já estão ocorrendo com outras atividades desenvolvidas nesta região. Verificou-se que no entorno do depósito existem vários sítios de lazer e, inclusive, uma área de preservação ambiental (Área de Proteção da Empresa de Águas Kaiary Ltda. ). A BR-364 atua como importante eixo estruturador desta porção do município. Porém, a presença de um condicionante como a área especial de proteção, correspondente ao 5º Batalhão de Engenharia e Construções, junto a esta rodovia tem impedido que os vetores de expansão urbana apontem neste sentido. No entanto, fora dos limites da referida área de proteção, ao longo da BR-364 e também nas proximidades do atual lixão, já está havendo ocupação para implantação de equipamentos de governo (Campus Universitário) e algumas indústrias do setor madeireiro.

Do ponto de vista econômico, esta área apresenta grande importância. Sabe-se que nesta porção do município existe uma ocorrência de água mineral que é explorada comercialmente. Segundo informações verbais de técnicos da REPO, já foram identificados mais seis (6) pontos de surgência de água com características semelhantes àquela em exploração.

Todos os fatores citados, somados ao fato de que a área possui precárias condições de infra-estrutura para operacionalização e controle, e também pelo fato de haver um grande comprometimento ambiental dos recursos naturais (principalmente dos recursos hídricos), ocasionados pela contaminação proveniente do lixo, recomenda-se a desativação deste depósito.

#### **4.1- Continuar as Operações Somente com a Disposição de Entulhos?**

Antes de se definir se a área do atual depósito é adequada ou não para continuidade das operações somente para disposição de entulhos, é importante revisar-se algumas informações a respeito de entulho.

Entende-se por **entulho** o conjunto de fragmentos ou restos de tijolos, concreto, argamassas, aço, madeira, etc., provenientes da sobra e desperdício na construção, reforma e/ou demolição de estruturas como prédios, residências ou pontes (IPT, 1995). Constitui um material praticamente inerte.

Basicamente, durante a obra, são gerados dois tipos de resíduo no entulho:

- Fragmentos de elementos pré-moldados, como materiais cerâmicos, blocos de concreto, demolições localizadas, etc.;
- Restos de materiais elaborados em obras, como concreto e argamassa, que contêm cimento, cal, areia e brita.

De acordo com pesquisas realizadas em 1989 e 1993 (IPT, 1995), o desperdício na construção brasileira corresponde a 20% em massa, no mínimo, de todos os materiais utilizados em uma obra. Amostragens realizadas em aterros nos Estados Unidos indicaram que a quantidade de entulhos tem sido cerca de 25 a 30% do total de resíduos aterrado. Geralmente, quando ocupa lugar do lixo domiciliar, o entulho onera as operações de transporte para aterramento.

No caso da área do atual depósito, pelo fato de o entulho atuar como material praticamente inerte, haver facilidades de acesso e disponibilidade de área e ainda devido à proximidade do depósito com a mancha urbana (que acarretaria um baixo custo de transporte), foi levantada a questão da possibilidade de continuidade das operações na referida área somente para disposição de entulhos.

Pelas características do meio físico e também pelo grande comprometimento ambiental da área em questão, como já comentado anteriormente, acredita-se não ser recomendada nem mesmo sua utilização futura somente para deposição de entulhos.

A colocação de entulho sobre as pilhas de lixo impediria a implantação de medidas necessárias à recuperação ambiental desta área, como, por exemplo, a cobertura do depósito com material impermeável para impedir a percolação de água pelo interior da pilha, o que ocasionará a geração de líquidos percolados (chorume). As medidas técnicas necessárias à colocação de entulho sobre a atual pilha de resíduos exigiria uma impermeabilização da capa do aterro com material argiloso ou manta geotêxtil. Estes procedimentos, além de onerosos, demandam muito tempo de trabalho, não se justificando, desta forma, a colocação de entulho sobre esta obra já pronta.

Outro fator impeditivo para a disposição de entulhos neste local é o fato de que este procedimento ocasionaria o avanço do aterro sobre a drenagem e a vegetação nativa que ocupa a encosta do vale, o que seria inaceitável do ponto de vista ambiental. Do ponto de vista geotécnico, a colocação de entulhos sobre a encosta poderia induzir à desestabilização da área aterrada, visto que este material é bastante heterogêneo e não é compactado após ser depositado.

Por último, do ponto de vista paisagístico, a área onde se localiza o atual aterro representa uma unidade de paisagem de grande beleza cênica que se diferencia regionalmente. É formada por colinas e morros rebaixados, cercados por uma imensa área plana. Constitui uma unidade de relevo que se destaca no município de Porto Velho. Some-se a isso o fato de que a vegetação nativa, nas encostas destas elevações, ainda está parcialmente preservada.

Assim, no caso da suspensão das operações para disposição de resíduos sólidos domiciliares e urbanos no local, sugere-se que a área seja imediatamente recuperada do ponto de vista ambiental para que possa ser reintegrada à paisagem natural.



## 5 - SUGESTÕES PARA REMEDIAÇÃO E FECHAMENTO DO DEPÓSITO DE LIXO DE PORTO VELHO

---

As ações necessárias para o término da operação e a remediação da área deverão ser definidas pelo estabelecimento de uma série de atividades que constarão de um projeto que permitirá a desativação da área sem causar interrupção no sistema de disposição final de resíduos sólidos, bem como impedirá a volta de catadores que moram e trabalham no lixão.

Inicialmente, deverá ser resolvido o caso dos habitantes do local ocupado, dentro dos limites da área do depósito. O poder municipal deverá garantir condições de habitação para as famílias desalojadas. Se possível, deverá oferecer outras alternativas de trabalho. Paralelamente, deverá ser definido um outro local para disposição final de resíduos sólidos.

Após a desocupação total da área, esta deverá ser cercada, de preferência com tela, recebendo um portão de acesso, com cadeado, para evitar-se a entrada de pessoas e animais no local.

Dever-se-á definir nas imediações da área um local onde ocorra material adequado para cobertura e impermeabilização do depósito. Deve-se evitar o recobrimento com solos lateríticos pelo fato de estes apresentarem permeabilidade moderada. Acredita-se que os solos do tipo PVA- argiloso, provenientes da alteração das rochas graníticas ou dos sedimentos Plio-pleistocênicos, que ocorrem nas proximidades da área, apresentam boas características para este fim.

Cobrir-se-á toda a área ocupada por lixo com uma camada de solo argiloso pouco permeável, com espessura mínima de 80 cm, compactando-se este solo para diminuir sua permeabilidade. A espessura da camada de solo, após a compactação, não deverá ser inferior a 50 cm. O sistema de cobertura tem a função de isolar a superfície ocupada, minimizando impactos ao meio ambiente, visando também evitar o arraste de materiais pela ação do vento, eliminar a proliferação de microvetores de doenças, através da proliferação de insetos (principalmente moscas, mosquitos e baratas) e de macrovetores, como cães, gatos, aves e roedores, impedir a formação de percolados, reduzir a exalação de odores desagradáveis, impedir a catação, a queima de resíduos e saída descontrolada de gases.

Dever-se-á implantar um sistema de drenagem que conduza as águas superficiais para os vales situados à jusante, impedindo que as mesmas se infiltrem na área ocupada. De uma maneira geral, os sistemas de drenagem superficial são constituídos por estruturas drenantes de meias-canas de concreto (canaletas). Nas encostas onde a declividade for acentuada, deverão ser colocadas escadas d'água e tubos de concreto. O dimensionamento da rede de drenagem é função da área a ser drenada e das características hidrológicas da região.

Deverá ser revegetada com gramíneas ou arvoretas que possuam raízes pouco profundas toda a área coberta com solo. Este 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.

Implantar-se-á um sistema de drenagem de gases. Este sistema tem a função de drenar os gases provenientes da decomposição da matéria orgânica resultante do processo de digestão, evitando-se sua migração através dos meios porosos. O sistema deve ser constituído por drenos verticais de tubos de concreto perfurados, colocados em pontos estrategicamente distribuídos ao longo de toda a superfície ocupada. Os drenos deverão atravessar todo o depósito no sentido vertical, desde o solo até as camadas superiores. Dependendo da quantidade de gases gerada, sugere-se a colocação de drenos horizontais que aumentarão a eficiência do sistema.

Implantar-se-á também um sistema de drenagem de líquidos percolados. Este sistema tem por finalidade retirar o líquido percolado (chorume), gerado no interior da massa de lixo que constitui o depósito, e conduzi-lo para um local de tratamento para posterior lançamento na drenagem natural.

No caso deste lixão, torna-se bastante difícil a execução de um sistema eficiente de drenagem de líquidos percolados pelo fato de não ter havido impermeabilização da base do depósito bem como pelo fato de haver duas nascentes cobertas pela massa de lixo. Estas nascentes constituem atualmente pontos preferenciais de geração de chorume. De qualquer forma, recomenda-se o desenvolvimento de estudos no sentido de definirem-se métodos que conduzam à minimização do comprometimento das águas do igarapé cuja área de nascente foi afogada pelo lixão. Nos demais locais ocupados, deverão ser implantados drenos de brita com tubos que conduzirão os líquidos percolados até tanques ou caixas de acumulação, de onde serão enviados para uma estação de tratamento. O tipo de tratamento dependerá das características e quantidade dos líquidos gerados bem como da disponibilidade financeira do empreendedor.

Também deverão ser executadas medidas que permitirão a avaliação da qualidade ambiental desta área. Desta forma, deverá também ser instalado um sistema de monitoramento que permita a avaliação dos aspectos geotécnicos e ambientais da área. Este sistema deverá ser realizado através da construção de poços de monitoramento, instalação de piezômetros, medidores de deslocamentos horizontais e verticais, medidores de vazão, além de análises físico-químicas e biológicas.

O monitoramento deverá ser desenvolvido até a estabilização da massa de resíduos e enquanto os líquidos percolados e gases apresentarem potencial poluidor.

Após a conclusão de todas as atividades necessárias à recuperação ambiental desta área, deverá ser realizado um estudo para adequação de seu uso futuro. Este estudo deverá contemplar as fragilidades e as potencialidades da área em questão.

## 6 - METODOLOGIA DE TRABALHO

---

### 6.1 - Considerações Iniciais

Os trabalhos necessários à seleção de áreas favoráveis à implantação de aterros sanitários exigem 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 permitirá a individualização de áreas com menor custos de preparo, operação e encerramento do aterro. Significará também menores riscos ao meio ambiente e à saúde pública além de evitarem-se eventuais transtornos decorrentes da oposição popular.

A metodologia de trabalho e os critérios técnicos utilizados seguiram a orientação dos seguintes trabalhos: Manual de Gerenciamento Integrado (IPT, 1995), Seleção de Áreas para Tratamento e Disposição de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana de Porto Alegre, RS (WAQUIL et al., 1995 e 1998), Critérios para Localização de Aterros Sanitários (METROPLAN, 1993), Subsídios à Avaliação de Áreas potencialmente Favoráveis à Implantação de Aterros Sanitários no Município de Lauro Müller, SC (JUNGBLUT et al., 1995), Seleção de Áreas para a Localização de Aterro Sanitário de Ariquemes, RO (ORLANDI F.º et al., 1999), STECH et al. (1994) Resíduos Sólidos Domésticos: tratamento e disposição final e FUZARO, J.A. (1994) Resíduos Sólidos Domésticos: tratamento e disposição final.

Antes de se descrever a metodologia de trabalho, é importante destacarem-se alguns aspectos básicos. As áreas indicadas devem apresentar plenas condições para a elaboração do projeto e implantação do aterro sanitário, pois muitas vezes áreas tecnicamente adequadas não apresentam condições de negociação com os proprietários, fato este que inviabiliza a implantação do investimento. Ressalta-se que no atual trabalho, devido à exigüidade de tempo, não foi possível contatar os proprietários das áreas indicadas como mais favoráveis e, portanto, não foi estabelecido o valor de venda das terras. Nas fichas de avaliação de áreas **Anexo I**, é apresentado um valor por hectare, baseado apenas em informações obtidas de terceiros.

A seguir, serão descritas sucintamente as diversas atividades desenvolvidas para a seleção de áreas favoráveis à implantação de aterro sanitário em Porto Velho, RO.

### 6.2 - Consolidação das Informações Disponíveis

Nesta etapa inicial, foram consolidadas e avaliadas todas as informações obtidas nos trabalhos Geologia da Região de Porto Velho-Abunã (ADAMY & ROMANINI, 1990), Avaliação Preliminar da Área Periurbana de Porto Velho (APPV) para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos (REIS et al., 1997) e Uso e Ocupação do Solo e Levantamento Preliminar dos Aspectos Ambientais da Região de Porto Velho (PEREIRA et al.). Além destes trabalhos, foram selecionadas fotos aéreas, escala

1:70.000, datadas de 1963/66, imagens de satélite LANDSAT-TM, escala 1:100.000, banda 3, datada de julho de 1993, e outros mapas disponíveis na REPO.

Foi realizada uma visita ao Laboratório de Sensoriamento Remoto da SEDAM para consulta do acervo de imagens de satélites mais atualizadas. Foram obtidas imagens do satélite LANDSAT-TM, bandas 3, 4, 5, escala 1:50.000, datadas de julho de 1995, e imagens escala 1:100.000, datadas de outubro de 1997.

Nesta fase, também foi realizada uma reunião com os técnicos da Prefeitura, responsáveis pela reavaliação do Plano Diretor Municipal. Nesta ocasião, foram abordados alguns aspectos relacionados à nova proposta do Plano Diretor Municipal e do Mapa de Zoneamento de Uso, visando-se à definição dos vetores de expansão urbana, à provável localização de distritos industriais e à hierarquização do sistema viário.

Verificando-se o atual Mapa de Zoneamento de Uso e comparando-se o tamanho e forma da mancha urbana atual com outras mais antigas, mostradas em outros documentos, ficou evidente que os principais eixos de expansão apontam para NE, E, S e SE.

Esta expansão vem ocorrendo principalmente no sentido horizontal, não se observando até o momento uma tendência de verticalização urbana. A cidade de Porto Velho, após períodos de crescimento acelerado, relacionados a ciclos econômicos diversos (extrativismo vegetal, mineração/garimpo, expansão da fronteira agrícola), encontra-se hoje com um desenvolvimento relativamente lento devido aos reflexos da atual situação econômica do país.

Todos os fatores discutidos com os técnicos da Prefeitura são importantes para que se possa realizar uma avaliação mais precisa a respeito de cada área selecionada para implantação do aterro, considerando-se uma projeção futura de no mínimo 10 anos para a expansão urbana e eventuais variações na largura da faixa de domínio das rodovias federais estaduais e municipais.

Com relação ao sentido predominante de ventos, as informações obtidas na SEDAM (1998) indicam que este varia muito de acordo com a estação climática. No inverno (novembro a março), o sentido predominante é de norte para sul, e no verão (abril a outubro), é de sul para norte. Desta forma, este parâmetro não será considerado na avaliação de áreas.

### **6.3- Cálculo da Área Ideal Para o Aterro Sanitário**

Segundo informações dos técnicos da Prefeitura, atualmente a população de Porto Velho é de aproximadamente 300.000 habitantes e ocupa uma área urbana de 150 km<sup>2</sup>. O trabalho de REIS et al.(1997) indica que o serviço de coleta de lixo é diário e, em grande parte, terceirizado pela Construtora Marquise que atende cerca de 70% da população. A Secretaria Municipal de Serviços Públicos-SEMUSP atende menos de 10%. Segundo aqueles autores, são coletadas diariamente cerca de 110 t/dia de lixo. Considerando-se um valor de 0,50 kg/habitante/dia (IPT, 1995), para uma população de 300.000 habitantes seriam geradas 150 t/dia de lixo. Se atualmente ainda são coletadas 110 t/dia, isto significa que há um déficit de coleta de 26,7%. Sabe-se que não há uma regularidade de coleta em

determinadas áreas, principalmente nos bairros periféricos. Este fato faz com que a população residente nestes locais jogue o lixo gerado em locais impróprios, principalmente ao longo de vias públicas ou de igarapés.

Para a seleção de uma área destinada à disposição de resíduos, deve-se levar em consideração aspectos como investimento inicial e vida útil da obra. Segundo dados bibliográficos (IPT, 1995; 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. Considerando-se a situação de Porto Velho, pode-se estabelecer o seguinte:

Com relação a Porto Velho, para uma quantidade de lixo gerada de 150 t/dia, tem-se um volume estimado de 214 m<sup>3</sup>/dia de lixo e, com a adição de 20% de material de cobertura, ter-se-ia um volume de 256,8 m<sup>3</sup>/dia de lixo compactado e recoberto. Em um ano isto significa um volume de 97.732 m<sup>3</sup>. Considerando-se um altura máxima de aterro em torno de 5 m, seriam necessários 1,9 ha para a disposição do lixo produzido em 1 ano. Para a cidade de Porto Velho, considerando-se uma vida útil de 10 anos, seria necessária uma área em torno de 19 ha apenas para a disposição. Considerando-se os elementos de projeto que acompanham um aterro sanitário, tais como pátio de manobras, balança, sistema de tratamento de líquidos percolados, setor de administração e vias de acesso interno, pode ser considerada como suficiente uma área total de 25 ha.

#### **6.4- Definição do Centro Produtor de Lixo**

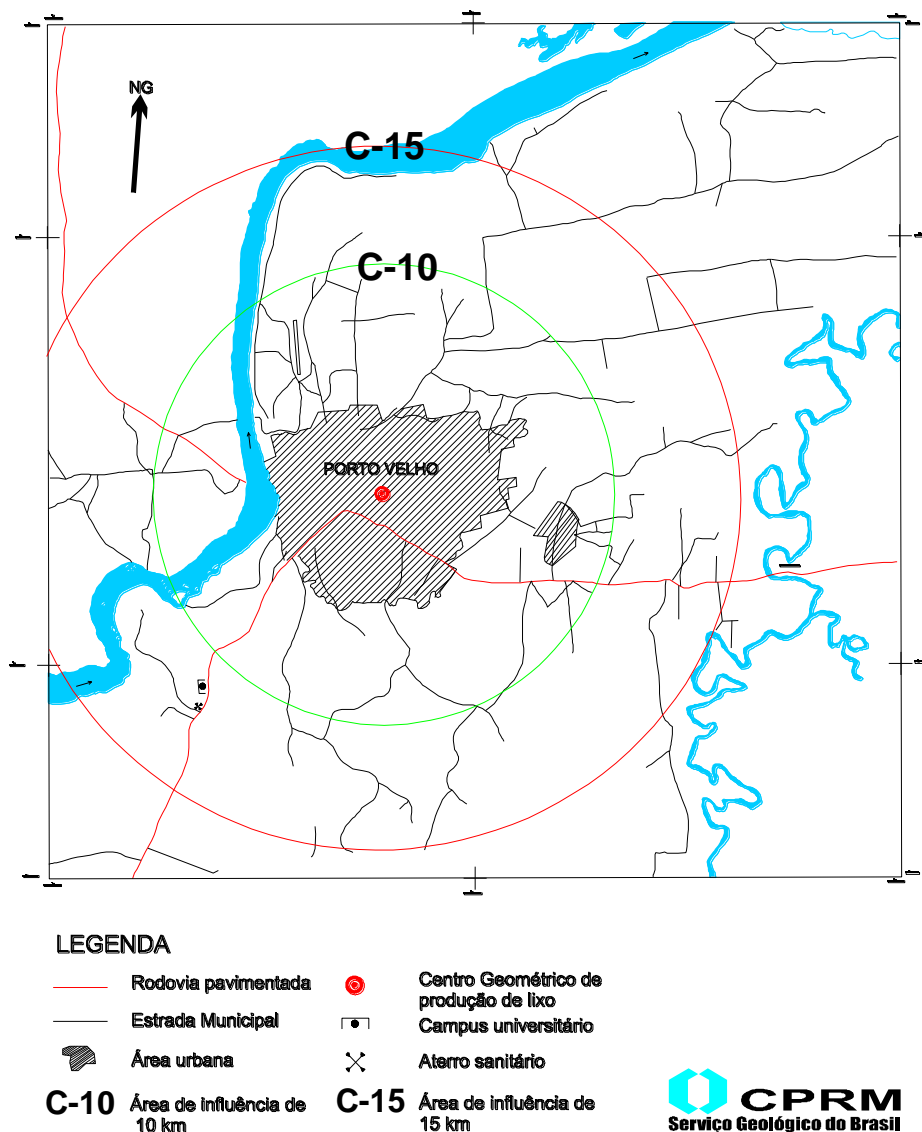
Para a definição do centro produtor de lixo, partiu-se do pressuposto de que a geração de lixo e a distribuição da população fossem mais ou menos homogêneas ao longo de toda a área correspondente à mancha urbana principal. Este procedimento foi adotado para compensarem-se eventuais diferenças na quantidade de lixo gerada nos distintos setores da cidade, bem como pelo fato de existirem manchas urbanas menores que, atualmente, ainda estão dissociadas da mancha urbana principal. Sabe-se que a porção oeste da mancha urbana principal, onde ocorre maior densidade ocupacional, gera maior quantidade de lixo. Este fato deslocaria o centro produtor para esta porção. Por outro lado, a mancha urbana correspondente aos bairros Ulisses Guimarães e Marcos Freire, com acesso pela Estrada dos Periquitos (que possui uma área expressiva), não foi considerada para efeito de cálculo, embora se saiba que os vetores de expansão urbana apontam para leste, o que permite supor-se que num curto espaço de tempo a referida mancha urbana estará ligada à principal. Este fato deslocaria o centro produtor mais para leste.

Pelo exposto, para efeito de cálculo, considerou-se a área da mancha urbana principal como homogênea com relação à quantidade de lixo gerada. Também foi considerada a geometria da mancha urbana principal, que possui forma ligeiramente arredondada. Desta forma, utilizando-se uma régua e um compasso, calculou-se o centro produtor de lixo.

Para a seleção das áreas, considerando-se o conceito de viabilidade econômica, adotaram-se as distâncias de 10 e 15 km do centro de produção. A distância de 10 km é considerada ideal de

acordo com as recomendações do IPT (1995). A distância de 20 km é considerada viável, no caso de disposição de resíduos compartilhada entre vários municípios.

Para o caso do município de Porto Velho, devido à disponibilidade de áreas livres no entorno da mancha urbana e também devido à falta de infra-estrutura para implantação e operação do aterro, considerou-se como viável uma distância máxima de 15 km do centro produtor. Desta forma, a partir do centro produtor de lixo, foram traçados dois círculos, um com raio de 10 km e outro com 15 km. A **Figura 2** ilustra o centro produtor de lixo e as áreas delimitadas pelos dois círculos.



**Figura 2:** Representação do centro geométrico de produção de lixo e das distâncias ideal (10 km) e máxima (15 km), para a implantação de aterro sanitário.

## 6.5 - Critérios utilizados

A definição dos critérios utilizados no atual trabalho levou em consideração aqueles desenvolvidos por WAQUIL et al.(1995,1998) para seleção de áreas na Região Metropolitana de Porto Alegre durante o programa PROTEGER. Esta metodologia consiste no estabelecimento de critérios eliminatórios e critérios seletivos. Devido às características peculiares do município de Porto Velho, 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) 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 existem outros, 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.

Estes critérios eliminatórios, quando aplicados em áreas densamente ocupadas, podem ser adaptados ao espaço físico disponível. Porém, no caso de Porto Velho, acredita-se não ser necessária qualquer adaptação para ajuste dos critérios previstos na legislação, uma vez que este município situa-se em uma região onde não há uma intensa pressão para a ocupação dos espaços municipais e dispõe de extensas áreas livres em seu entorno.

Com relação à distância do aterros com rodovias estaduais e federais, devido à possibilidade de ocorrência de variação da largura da faixa de domínio, concluiu-se ser conveniente a adoção da distância de 200 m, tal como proposto por ORLANDI Fº et al. (1999) para a seleção de áreas para aterro sanitário no município de Ariquemes, RO.

Outro fator eliminatório é o tamanho das áreas selecionadas para este fim. O cálculo realizado no item 6.2 indica que no caso do município de Porto Velho a dimensão mínima que a área deverá possuir para ser considerada adequada é de 25 ha. Por este motivo, as áreas que possuem superfície menor que 20 ha foram descartadas.

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

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. Também foram verificadas as direções predominantes de ventos, embora este parâmetro não tenha sido considerado na avaliação das áreas.

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 avaliarem-se os custos de infra-estrutura para implantação, operação e desativação da obra, bem como permitirão avaliar-se o grau de incômodos que esta atividade causará à população. Além dos critérios apresentados, consideraram-se também áreas que poderão gerar conflitos de uso devido à normatização de órgãos federais, estaduais ou municipais, tais como: Companhia Estadual de Energia Elétrica-CERON (linhas de transmissão), Petróleo Brasileiro, PETROBRÁS (oleodutos e gasodutos), Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária- INFRAERO, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos naturais Renováveis- IBAMA, entre outros.

## **6.6- Interpretação de Imagens e Fotografias Aéreas**

Após a definição dos critérios que seriam utilizados, procedeu-se aos trabalhos de fotointerpretação. Foram interpretadas fotografias aéreas convencionais em preto e branco, escala 1:70.000, datadas de 1963/66, disponíveis na REPO. Esta atividade teve como objetivo a identificação do sistema de drenagem da porção situada a nordeste e a sul da mancha urbana de Porto Velho. Objetivou-se também a verificação das formas de relevo presentes nas referidas porções, bem como a visualização da forma das encostas e do topo do pequeno altiplano que serve de divisor de águas na porção situada a leste da Colônia Penal, compreendida entre a Linha 21 de Abril e a Linha 28 de Setembro. Por último, identificaram-se as áreas mal drenadas, constituídas por solos argilosos, que exibem uma tonalidade mais escura na fotografia.

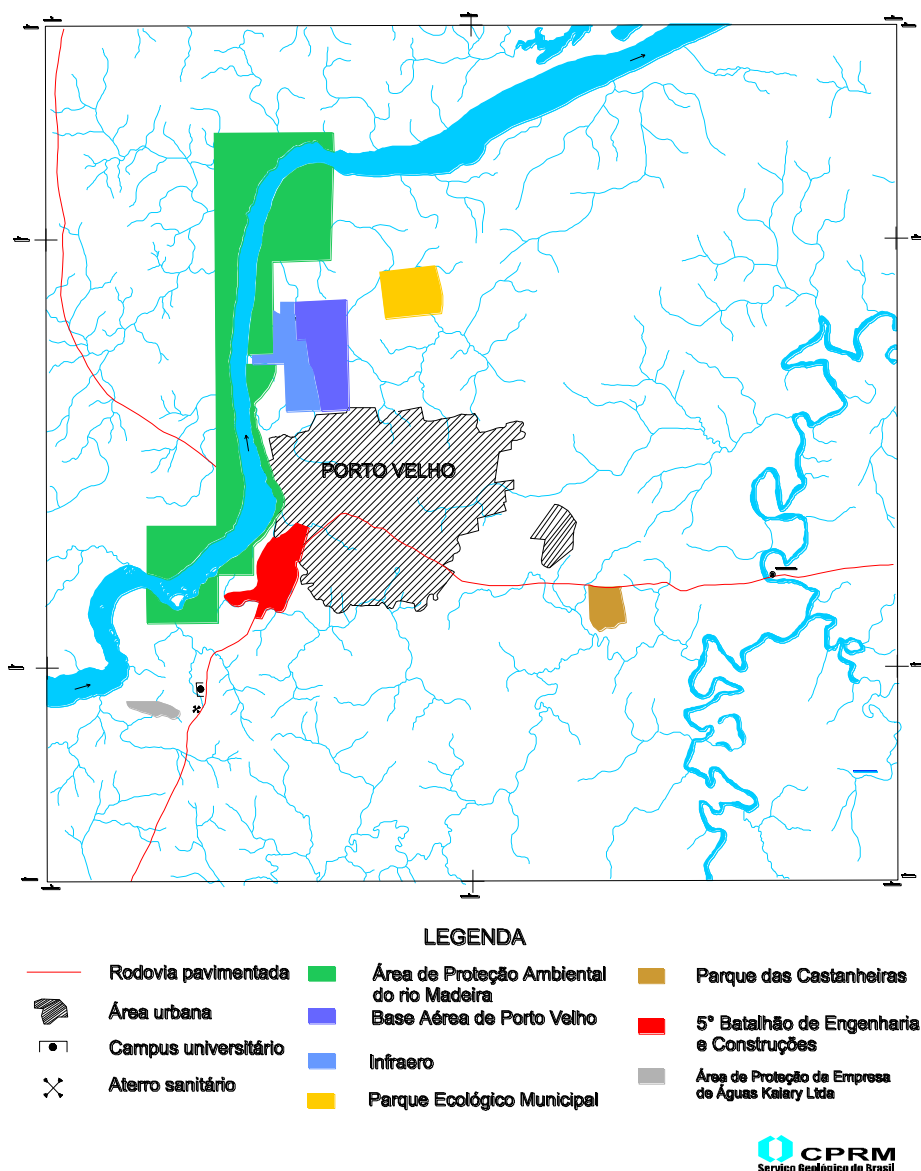
Pelo fato de estas fotos serem bastante antigas, não foram considerados os aspectos relacionados à cobertura vegetal, tamanho da mancha urbana e áreas degradadas pela atividade de extração de areia na área periurbana de Porto Velho. Todos estes aspectos foram avaliados nas imagens do satélite LANSAT-TM, banda 3, escala 1:50.000, datadas de 19/07/93; imagens LANDSAT-TM, bandas



3, 4 e 5, escala 1:100.000, datadas de 09/07/95, e imagens LANSAT-TM, bandas 3, 4, e 5, datadas de 09/10/97.

A delimitação da área fotointerpretada levou em consideração também os critérios legais. Desta forma, a porção norte, oeste e sudoeste da mancha urbana, onde se situam várias áreas protegidas por lei, foram descartadas.

Através dos trabalhos de fotointerpretação, foram, então, previamente individualizados 11 locais que atendiam aos critérios estabelecidos para seleção de áreas favoráveis à implantação de aterro sanitário, sendo seis (6) deles situados ao sul da mancha urbana, quatro (4) a nordeste e um (1) a leste, respectivamente. A **Figura 3** mostra as áreas protegidas por lei ou impeditivas para a implantação de aterro sanitário.



**Figura 3:** Representação das áreas impeditivas à instalação de aterro sanitário

## 6.7- Trabalhos de campo

Após esta fase de estudos preliminares, procedeu-se ao detalhamento de campo em cada área-alvo. Para identificação dos locais visitados, utilizaram-se as imagens do satélite LANDSAT-TM, escala 1:100.000, datadas de 09/10/97. Todos os pontos estudados foram plotados em uma base cartográfica de mesma escala, disponível na REPO. As coordenadas UTM de cada local foram obtidas utilizando-se um GPS marca Garmin, modelo 45.

Foram verificados vários parâmetros que permitiram a individualização e hierarquização das áreas que apresentam maior favorabilidade para este uso.

A leitura do Mapa Integrado (**Anexo 6**), sugere que quase todas as áreas pré-selecionadas poderão apresentar problemas de trafegabilidade em épocas chuvosas, pelo fato de possuírem vários trechos sujeitos a alagamentos em épocas chuvosas.

Os trabalhos de campo permitiram verificar que atualmente a porção sul e sudeste são as que apresentam melhores condições de trafegabilidade em épocas chuvosas. Segundo informações obtidas com moradores da região, as estradas municipais como a da Areia Branca, Treze de Setembro, Três Buritis e das Garças se mantêm em boas condições de trafegabilidade em qualquer época do ano. Também não apresentam restrições ao tráfego de caminhões pesados, pois não existe nenhum pontilhão ou ponte sobre os cursos de água desta porção da área que limitem o tráfego destes veículos. Na porção nordeste, a situação é diferente, pois todas as estradas municipais apresentam precárias condições de tráfego em épocas chuvosas e existem vários locais que oferecem riscos ao tráfego pesado. Na porção leste, a estrada municipal que conduz à Colônia dos Periquitos apresenta boas condições de trafegabilidade em qualquer época do ano e não oferece fisco ao trânsito de veículos pesados.

Com relação à profundidade do lençol freático, constatou-se que, com exceção das áreas situadas no topo dos altiplanos sustentados por horizontes lateríticos (Áreas 2 e 5), todas as demais áreas verificadas poderão apresentar problemas no que se refere à implantação de aterro sanitário. Em épocas chuvosas, nestas áreas mais baixas, o lençol freático situa-se a uma profundidade geralmente inferior a 2 m. Este fato constitui restrições para este tipo de uso, as quais devem ser consideradas por ocasião da escolha do tipo de aterro a ser construído.

A natureza do solo e do substrato também foi verificada. De uma maneira preliminar, pode-se admitir que na maioria das áreas estudadas o solo e substrato são constituídos por material predominantemente argiloso, pouco permeável. Nos pontos 3 e 4, que correspondem a áreas de extração de areia, as verificações realizadas nos respectivos locais indicaram que estes depósitos arenosos gradam lateral e verticalmente para depósitos argilosos em uma pequena distância. Do ponto de vista geológico, este fato pode ser facilmente entendido porque sabe-se que tais depósitos correspondem a barras e canais arenosos que se intercalam e ou interdigitam com depósitos argilosos que constituem os leques aluviais, depósitos fluviais e depósitos lagunares da Formação Jaciparaná.

Ressaltamos que a área total coberta por mata nativa apresentada no Mapa Integrado (**Anexo 6**), cuja última atualização data de 1997, encontra-se hoje bastante modificada. O referido mapa sugere que as áreas pré-selecionadas de números 4, 5, 6 e 11 estariam cercadas por mata nativa. Os trabalhos de reconhecimento de campo demonstraram, no entanto, que todas as áreas pré-selecionadas constituem extensas áreas de pastagens onde ainda se pode observar pequenas porções de mata nativa próximas aos cursos d'água ou nas encostas das pequenas elevações sustentadas por horizontes lateríticos.

Para cada local selecionado foi preenchida uma ficha que contempla as principais características do meio físico, aspectos socioeconômicos e ambientais. No **Anexo 1**, são apresentadas as fichas de cada local.

## 7 - RESULTADOS OBTIDOS

---

### 7.1 - Considerações Iniciais

Os trabalhos realizados permitiram reunir uma série de informações importantes que serão abordadas antes de se proceder à descrição e à avaliação das áreas selecionadas. As fichas de descrição que sintetizam as principais características de cada área pré-selecionada são apresentadas no **Anexo 1**.

Vários locais posicionados a sul da mancha urbana, ao longo da estrada da Areia Branca, apresentam boas perspectivas para implantação de aterro sanitário no que se refere às características do meio físico, aspectos legais e socioeconômicos. Porém, as verificações de campo demonstraram que a referida estrada, em um curto período de tempo, constituirá um eixo estruturador da expansão urbana para a porção sul, uma vez que a BR-364, nesta mesma porção, possui uma extensa faixa que corresponde a uma área militar que impede o desenvolvimento urbano.

Desta forma, para evitarem-se futuros conflitos de uso do solo em um curto período de tempo, optou-se por não indicar áreas para disposição de resíduos sólidos neste setor.

Nas porções norte e noroeste, onde se situam o aeroporto, a base aérea e o Parque Ecológico, que constituem fatores impeditivos a este tipo de uso do solo tanto do ponto de vista operacional como legal também evitou-se a indicação de áreas.

Na porção oeste e sudoeste, a existência de uma extensa área de proteção ambiental ao longo das margens do Rio Madeira bem como a inexistência de ponte sobre o referido rio são fatores impeditivos à indicação de áreas nestas porções.

### 7.2- Descrição das Áreas Estudadas para a Implantação de Aterro Sanitário

#### 7.2.1- Área 1

Situa-se cerca de 10 km a sul da mancha urbana, seguindo-se pela estrada Três Buritis. Este local possui aproximadamente 25 ha e corresponde a uma porção baixa com cotas que variam de 50 m a 80 m.

Esta área é atualmente usada para fins agropecuários e a cobertura vegetal é constituída predominantemente por gramíneas. Possui relevo plano a suave ondulado, com substrato constituído por sedimentos predominantemente argilosos da Formação Jaciparaná. Sobre estes sedimentos, desenvolvem-se solos podzólicos vermelho-amarelo, com textura predominantemente argilosa, espessos e pouco permeáveis. Por apresentar um relevo plano e um substrato argiloso pouco permeável, constitui uma área mal drenada, relacionada a uma planície aluvial, onde o lençol freático encontra-se a profundidades inferiores a 3 m em épocas chuvosas.

Do ponto de vista legal, não apresenta nenhuma restrição, pois situa-se a uma distância adequada das rodovias, da mancha urbana, dos cursos d'água e não está circunscrita às áreas protegidas.

das por lei. Porém, do ponto de vista de viabilidade técnica, a pequena dimensão da área, as precárias condições de acesso e nível freático subafiorante em épocas chuvosas, são fatores restritivos à implantação de um aterro sanitário neste local.

### **7.2.2- Área 2**

Corresponde a uma área com aproximadamente 100 ha, localizada nas proximidades do cruzamento da estrada da Viçosa com a estrada Colônia do Garça. Situa-se aproximadamente a 14 km do centro produtor de lixo e pode ser alcançada percorrendo-se 10 km através da BR 364 e 5 km através de estrada municipal, esta com boas condições de trafegabilidade em qualquer época do ano.

Do ponto de vista geomorfológico, corresponde a um pequeno altiplano com cota em torno de 100 m, com topo suave ondulado e encostas com declividades menores que 15%. No topo ocorrem latossolos espessos, com textura argilosa e estrutura granular ou colunar, desenvolvidos sobre sedimentos argilo-arenosos pertencentes à formação Jaciparaná. Nas bordas do altiplano ou nas pequenas depressões correspondente às cabeceiras dos igarapés, estes latossolos possuem espessuras menores, em torno de 2 m. Devido ao tipo de estrutura que apresentam possuem permeabilidade moderada.

A drenagem desta área relaciona-se ao igarapé Bate Estaca, em seu alto curso. Na área indicada, não ocorre nenhum curso d'água a uma distância inferior a 200 m. Pelo fato de tratar-se de um altiplano, esta área é bem drenada e possui nível freático a uma profundidade superior a 5 m em qualquer época do ano. Do ponto de vista hidrogeológico, a natureza predominantemente argilosa do solo e substrato e a falta de uma boa área de recarga indicam que a área não constitui uma unidade aquífera. Porém, ao longo das encostas, no intervalo estratigráfico correspondente ao contato do horizonte laterítico com os sedimentos argilosos sotopostos, ocorrem algumas nascentes que dão origem a pequenos cursos d'água.

Com relação aos critérios eliminatórios, esta área não possui restrições, porque a cobertura vegetal é constituída por pastagens e a mata nativa original restringe-se a pequenas porções junto às encostas ou depressões correspondentes aos cursos d'água. O limite da mancha urbana e a BR-364 situam-se a uma distância superior a 2 km. As áreas de nascentes que ocorrem nas encostas e que caracterizam áreas de proteção ambiental posicionam-se nos entornos da área indicada.

Com relação aos parâmetros que definirão a viabilidade técnica desta área, ocorrem algumas restrições no que se refere à natureza geológica do solo e do substrato, uma vez que o espesso horizonte laterítico que sustenta a topografia local pode oferecer dificuldades de escavabilidade, no caso da construção de um aterro abaixo da superfície do terreno. Esta é a única entre as áreas indicadas que permite a construção de aterro sanitário abaixo da superfície original do terreno sem necessidade de projetos especiais de engenharia para compensar restrições relacionadas ao lençol freático.

Com relação aos aspectos socioeconômicos que vão embasar a tomada de decisão final na escolha do local para construção do aterro, deve-se levar em consideração vários fatores relaciona

dos ao valor nominal da terra, uso atual do solo, distância da área em relação ao centro produtor, integração à malha viária e aceitabilidade da população.

A grande dimensão da área permite sua utilização por um período de tempo muito superior a 10 anos. O valor nominal da terra, obtido através de informações de terceiros, gira em torno de R\$ 1.200,00 o ha, sendo que o uso atual do solo é para fins agropecuários. As observações realizadas durante os trabalhos de campo indicaram que as propriedades rurais desta porção do município são de pequeno ou médio porte e praticamente não possuem áreas de pastagem artificial. Observou-se também que o número de cabeças de gado por hectare é bem inferior ao que se verifica na porção nordeste do município. Desta forma, acredita-se que não haverá grandes dificuldades para a negociação de um terreno para o aterro sanitário, ou para obter-se o consentimento da população local para a realização deste empreendimento.

### 7.2.3- Área 3

Corresponde a uma área de extração de areia ainda em atividade, com aproximadamente 25 ha, situada nas proximidades da Colônia Linha do Garça (**Foto 5**). O acesso à área pode ser realizado partindo-se do limite da mancha urbana, percorrendo-se 3,5 km pela BR-364 até a estrada municipal que dá acesso à Colônia Linha do Garça. A partir daí, até a área, percorre-se mais 5 km através de estradas não pavimentadas mas em boas condições de trafegabilidade em qualquer época do ano.

Não apresenta nenhum impeditivo do ponto de vista legal para este tipo de uso, pois situa-se a uma distância de 5 km da mancha urbana e da BR-364, não abrigando nenhum corpo d'água em uma distância inferior a 200 m, estando a vegetação nativa presente somente nos entornos da área e não abrigando nenhuma área especial de proteção.

Esta área possui um relevo suave ondulado, com declividades inferiores a 5%. Do ponto de vista geológico, constatou-se que ocorrem depósitos arenosos pertencentes à Formação Jaciparaná que, subordinadamente, intercalam camadas argilosas com espessuras variáveis, geralmente inferiores a 1 m. A presença de estruturas sedimentares do tipo estratificação cruzada acanalada de pequeno porte, gradação normal e estruturas de corte e preenchimento, sugerem tratar-se de depósitos de barras e canais relacionados a um ambiente fluvial. Lateral e verticalmente, estes depósitos arenosos gradam para depósitos predominantemente argilosos, que correspondem aos depósitos de planície de inundação. Nos cortes correspondentes às cavas de mineração, pode-se constatar que sobre estes sedimentos arenosos desenvolvem-se solos tipo latossolo vermelho amarelo, com espessura superior a 4 m. A permeabilidade do solo é moderada e dos depósitos arenosos é alta.

Com relação aos aspectos hidrogeológicos, segundo MORAIS (1998), sabe-se que estes depósitos de canais arenosos no município de Porto Velho geralmente constituem unidades aquíferas. Porém, no caso desta área em especial, a importância hidrogeológica local é pequena. De acordo com informações obtidas junto ao pessoal que trabalha na extração de areia, o nível do lençol freático se mantém a uma profundidade superior a 3 m em qualquer época do ano. A **Foto 6** mostra uma cava



**Foto 5:** Aspecto da lavra de areia. Verifica-se a grande extensão e profundidades das cavas. Ao fundo, nota-se a forma de relevo suave ondulado.



**Foto 6:** Detalhe de uma cava abandonada, onde pode ser visto o perfil de solo Latossólico Vermelho-Amarelo e a exposição do lençol freático na base da mesma. Verifica-se também o acúmulo de areia proveniente da atuação de processos erosivos.



abandonada, onde se pode verificar o lençol freático na base da referida cava, à profundidade de 10 m. A natureza predominantemente arenosa dos litótipos e o relevo suave ondulado sugerem tratar-se de uma área bem drenada.

Com relação aos parâmetros que definirão a viabilidade técnica desta área, ocorrem algumas restrições no que se refere à natureza geológica do solo e do substrato, ao tipo de uso atual e ao tamanho da área. O fato de esta área possuir solo e substrato predominantemente arenosos, com permeabilidade média à alta, exige um projeto de engenharia oneroso para a impermeabilização das enormes cavas abandonadas a fim de evitar-se a contaminação das águas subterrâneas pelos líquidos percolados que serão gerados a partir da massa de lixo. As atividades de lavra de areia estão sendo realizadas normalmente. Desta forma, acredita-se que a utilização desta área para disposição de resíduos sólidos será certamente um fator de conflito. As dimensões da área em torno de 25 ha é outro fator negativo, pois sabe-se que uma área, para ser considerada adequada, deve ter vida útil superior a 10 anos e, como foi demonstrado no capítulo 6.2, para o caso de Porto Velho é necessário que a área tenha pelo menos 25 ha para permitir a disposição de resíduos sólidos durante 10 anos.

Do ponto de vista socioeconômico e legal, pelo fato desta área situar-se em zona rural com baixa densidade ocupacional, onde as atividades principais relacionam-se à criação de gado e, subordinadamente, à mineração de areia, acredita-se não haver problema com os habitantes da região para implantação de um aterro sanitário. Porém, se o proprietário da empresa detiver um diploma legal do órgão competente (licenciamento ou decreto de lavra) que lhe garanta a extração de areia, poderá haver problemas para negociação da área. Outro fator negativo verificado nesta área refere-se ao custo nominal do terreno (R\$ 1.500,00), considerado relativamente elevado para os padrões da região.

Por outro lado, poderia haver um acordo entre o titular da área e a prefeitura no sentido de que fosse colocado somente entulho nas cavas abandonadas. O objetivo seria a recuperação das cavas abandonadas que causam grande impacto negativo na paisagem, gerando, inclusive, o desencadeamento de processos erosivos pela atuação do escoamento superficial sobre o horizonte C dos solos podzólicos suscetíveis à erosão. Acredita-se que esta área pode ser utilizada somente para a deposição de entulhos. Este procedimento auxiliaria a recuperação da topografia original do terreno e, pelo fato de o entulho ser praticamente inerte, não haveria a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos.

#### **7.2.4- Área 4**

Corresponde a uma antiga área de extração de areia com 39 ha que atualmente encontra-se desativada. Situa-se nas proximidades da Colônia Linha do Garça e o acesso pode ser realizado partindo-se do limite da mancha urbana, percorrendo-se 3,5 km pela BR-364 até a estrada municipal que dá acesso à Colônia Linha do Garça. A partir daí, até a área, percorre-se mais 6 km através de estradas não pavimentadas mas em boas condições de trafegabilidade em qualquer época do ano.

As características físicas desta área são muito semelhantes às descritas para a Área 3. O relevo é plano a suave ondulado, com declividades inferiores a 5%. A geologia é constituída por depósitos areno-argilosos pertencentes à Formação Jaciparaná. A presença de estruturas sedimentares tipo estratificação cruzada acanalada de pequeno porte e gradação normal e estruturas de corte e preenchimento sugerem tratar-se de depósitos de barras e canais relacionados a um ambiente fluvial. Lateral e verticalmente, estes depósitos arenosos gradam para depósitos predominantemente argilosos que correspondem aos depósitos de planície de inundação. Nos cortes correspondentes às cavas de mineração, pode-se constatar que sobre estes sedimentos arenosos desenvolvem-se solos tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, com espessura superior a 4 m. A **Foto 7** mostra que neste local o horizonte B laterítico, que geralmente possui espessura superior a 1 m, é pouco espesso ( 0.50 m). Este fato sugere que a permeabilidade do solo pode variar de baixa à moderada.



---

**Foto 7:** Aspecto geral de uma cava abandonada. Nota-se a pequena espessura do Horizonte B do solo, o relevo plano e a pequena profundidade das cavas, em torno de 4 metros.

---

Em função da proximidade e semelhança de suas características físicas com a da Área 3, pode-se admitir um comportamento hidrogeológico similar entre ambas. A profundidade atual do nível freático é superior a 10 m. Em épocas chuvosas, pelo fato de a área ser relativamente plana, o lençol freático poderá situar-se à profundidades inferiores a 3 m. A drenagem desta área relaciona-se a um pequeno igarapé, afluente pela margem esquerda do Rio das Garças, que se situa a cerca de 2 km.

As cavas abandonadas, resultantes das atividades de mineração, possuem profundidade bem menor do que aquelas verificadas na Área 3 e têm em média 4 m, conforme mostra a **Foto 7**.

Atualmente esta área é utilizada para fins agropecuários. Porém, não se observou nenhuma cabeça de gado no local. Segundo informações de pessoas que habitam a região, a referida área encontra-se hipotecada e o proprietário pretende vendê-la. O valor do hectare nesta porção do município fica em torno de R\$ 1.000,00.

Com relação aos parâmetros que definirão a viabilidade técnica do empreendimento, esta área apresenta uma série de fatores positivos. As únicas restrições referem-se à natureza geológica do solo e do substrato. Porém, acredita-se que pelo fato de haver nas proximidades da área disponibilidade de material de empréstimo para impermeabilização da base do aterro, esta restrição é facilmente contornável.

A existência de material argiloso nas proximidade das cavas, a configuração atual da área, que apresenta várias cavas com largura e comprimento em torno de 100 m e profundidade de 4 m, permitem que se realize um projeto de aterro de área, que auxiliará na recomposição da topografia original. A preexistência das cavas é importante numa obra deste tipo porque desonera em muito os custos de implantação, uma vez que torna-se relativamente fácil a regularização da base das mesmas e a instalação de uma camada selante de argila e/ou manta geomecânica.

Do ponto de vista legal, não apresenta nenhum impeditivo para este tipo de uso, pois situa-se a uma distância de 6 km da mancha urbana e da BR-364, não possui nenhum corpo d'água em uma distância inferior a 500 m, a vegetação nativa está presente somente nos entornos da área e não abriga nenhuma área especial de proteção. Pelo fato de situar-se em área rural com baixa densidade ocupacional e onde já existe tráfego de veículos pesados (caminhões que transportam areia), acredita-se não haver problemas relacionados à aceitação popular da realização deste empreendimento neste local.

As facilidades de acesso, a existência de energia elétrica nas proximidades, a disponibilidade de área suficiente para construção do aterro sanitário, a pequena distância de transporte a partir do centro produtor e, principalmente, o fato de esta área encontrar-se hipotecada e à venda são fatores importantes na avaliação desta área.

#### **7.2.5- Área 5**

Esta área situa-se nas proximidades da área 3 e o acesso pode ser realizado partindo-se do limite da mancha urbana, percorrendo-se 3,5 km pela BR-364 até a estrada municipal que conduz à Colônia Linha do Garça. A partir daí, até a lavra de areia, percorre-se mais 5 km através de estradas não pavimentadas mas em boas condições de trafegabilidade em qualquer época do ano. Da lavra de areia até esta área, percorre-se mais 2 km através de estrada secundária, em péssimas condições de trafegabilidade.

A área corresponde a um pequeno morrote com cota em torno de 100 m, com topo suave ondulado e encostas com declividades menores que 15%. Observações realizadas em afloramentos que ocorrem em cortes da estrada secundária que secciona a encosta deste morrote, permitem verificar-se que a topografia é sustentada por um espesso horizonte laterítico desenvolvido sobre sedimentos argilo-arenosos da Formação Jaciparaná. Estes horizontes lateríticos relacionam-se a latossolos espessos que possuem textura argilosa e nível concrecionário de estrutura granular ou colunar. Na encosta superior do altiplano, verifica-se que a espessura destes latossolos é superior a 10 m. Pelo fato de apresentarem estrutura granular e ou colunar, são bastante permeáveis. No contato entre estes latossolos e os sedimentos argilosos subjacentes ocorrem algumas nascentes que dão origem aos pequenos cursos d'água da região, fato este importante do ponto de vista hidrogeológico.

No topo deste morrote, ocorre um relevo suave ondulado, com declividades inferiores a 5%. A cobertura vegetal original já foi quase toda retirada e substituída por pastagens. Nas encostas ou em pequenas porções isoladas ainda se pode verificar a presença de mata nativa. Esta porção correspondente ao topo, por se tratar de uma área alta, com solo permeável e relevo suave ondulado, constitui uma área bem drenada, com nível freático profundo, situado a uma profundidade superior a 10 m, mesmo em épocas chuvosas. Por ser seccionada pela superfície do terreno, não atua como unidade aquífera. A drenagem superficial desta área é pobre e constituída somente por pequenos cursos d'água que correspondem a cabeceiras de drenagem.

Com relação aos critérios eliminatórios, as principais restrições estão relacionadas às péssimas condições de trafegabilidade da estrada secundária que dá acesso à área e à inexistência de infra-estrutura mínima para construção do aterro.

Do ponto de vista legal, não apresenta nenhum impeditivo para este tipo de uso, pois situa-se a uma distância de aproximadamente 6 km da mancha urbana e da BR-364, não possui nenhum corpo d'água em uma distância inferior a 500 m, a vegetação nativa está presente somente nos entornos da área e não abriga nenhuma área especial de proteção.

Com relação aos parâmetros que definirão a viabilidade técnica desta área, ocorrem restrições principalmente no que se refere à natureza geológica do solo e à infra-estrutura. Por ocasião da elaboração das células, o espesso horizonte laterítico que capeia todo este morrote poderá apresentar problemas geotécnicos relacionados à escavabilidade, à infiltração e à falta de material adequado para impermeabilização da base do aterro. Com relação às vias de acesso, para a utilização desta área é necessário a melhoria de um trecho de 2 km, onde poderão ocorrer problemas relacionados com a dificuldade de corte que esta espessa crosta laterítica poderá oferecer. Neste local também não existe rede elétrica, necessária para a operacionalização do aterro.

Do ponto de vista socioeconômico, pelo fato desta área situar-se em zona rural com baixa densidade ocupacional, onde as atividades principais relacionam-se à criação de gado e à preparação de áreas de pastagem, acredita-se não haver problemas de aceitação popular para a implantação de um aterro sanitário. O valor nominal da área também não deverá ultrapassar R\$ 1.200,00/ha e, por tratar-se de uma grande propriedade, onde não se observou nenhuma cerca divisória, supõe-se que a

negociação de uma pequena parcela da área (40 ha) para implantação deste empreendimento não representará problema.

#### **7.2.6- Área 6**

Esta área situa-se a cerca de 3 km ao sul da mancha urbana, a partir da BR-364, seguindo-se pela estrada Treze de Setembro. Este local fica próximo ao início da Estrada da Viçosa, possui aproximadamente 50 ha e apresenta boas condições de trafegabilidade em qualquer época do ano.

Esta área atualmente é usada para fins agropecuários e corresponde a uma porção baixa, com cotas que variam de 50 m a 80 m, com cobertura vegetal constituída predominantemente por gramíneas. Por situar-se à pequena distância da mancha urbana, possui alto índice de desmatamento e, por conseqüência, nas suas proximidades já ocorrem áreas invadidas ou ocupadas irregularmente.

Possui relevo plano a suave ondulado, com substrato constituído por sedimentos predominantemente argilosos da Formação Jaciparaná. Sobre estes sedimentos, desenvolvem-se Latossolos Vermelho-Amarelo, com espessura superiores a 4 m, textura predominantemente argilosa. Pelo fato de apresentarem um horizonte B laterítico, à baixa profundidade, sobreposto por um horizonte A, predominantemente arenoso, são suscetíveis aos processos erosivos relacionados ao escoamento superficial. Nas cabeceiras de drenagens, pode-se verificar pequenas ravinas, relacionadas à erosão remontante, originada a partir da atuação conjunta do escoamento superficial e subsuperficial.

Por apresentar um relevo plano e um substrato argiloso, constitui uma área mal drenada, que está relacionada a uma planície aluvial, onde o lençol freático encontra-se à baixa profundidade o ano todo e, em épocas de chuvas intensas, é subaflorante. Devido às características acima citadas, sua importância hidrogeológica local é pequena. A drenagem superficial é pobre e constituída por pequenos cursos d'água que formam um braço do igarapé Bate-Estaca em seu alto curso.

Do ponto de vista legal, não apresenta nenhuma restrição, pois situa-se a uma distância de aproximadamente 3 km da mancha urbana e da BR-364, não possui nenhum corpo d'água em uma distância inferior a 800 m. A vegetação nativa está presente somente nos entornos da área e não abriga nenhuma área especial de proteção.

Com relação aos critérios eliminatórios, não apresenta nenhum impeditivo. Porém, pelo fato de constituir uma área plana, mal drenada, onde o lençol freático encontra-se subaflorante em épocas chuvosas, há que se ter cuidado por ocasião da elaboração do projeto do aterro para contornar este problema. Com relação aos critérios seletivos que irão definir a adequabilidade da área para este uso, deve-se levar em consideração vários fatores relacionados ao valor nominal da terra, uso atual do solo, distância da área em relação ao centro produtor, integração à malha viária e aceitabilidade da população.

As características de área rural, com áreas de pastagem para fins agropecuários, facilitarão a aceitação popular para este empreendimento. Porém, devido às proximidades com a mancha urbana,

o valor nominal da terra é relativamente alto se comparado ao das demais áreas. O valor obtido através de informações de terceiros gira em torno de R\$ 1.500,00 a 2.000,00 por hectare.

As facilidades para a implantação da infra-estrutura necessária, a grande dimensão da área, a estrada municipal com boas condições de trafegabilidade em qualquer época do ano, a pequena distância de transporte do lixo e as facilidades para a obtenção de material de empréstimo são fatores positivos importantes na avaliação desta área.

#### **7.2.7- Área 7**

Corresponde a uma área de pastagem com aproximadamente 100 ha, situada nas proximidades do cruzamento da Linha 21 com a estrada PV-08.

Esta área, da mesma forma que as áreas 8, 9 e 10, foi pré-selecionada considerando-se, principalmente, as informações obtidas a partir da interpretação das fotografias aéreas e imagens do satélite LANDSAT-TM, bem como a leitura de mapas disponíveis na REPO.

Após os trabalhos de campo, verificou-se que a grande distância de transporte a partir do centro gerador de lixo, as péssimas condições de trafegabilidade em qualquer época do ano, bem como a existência de várias outras áreas com maior favorabilidade foram fatores decisivos para descartar-se esta área.

#### **7.2.8- Área 8**

Esta área situa-se a cerca de 3 km ao norte da mancha urbana, a partir da avenida Amazonas. Atualmente o acesso é realizado seguindo-se pela estrada que conduz à Colônia Penal, até a Linha 21, e, a partir desta, percorre-se mais 6 km até a área indicada.

As precárias condições de acesso, a falta de pontes e bueiros para permitir o tráfego de veículos pesados e, principalmente, o fato de ser uma área com relevo plano, mal drenada, com substrato argiloso, parcialmente sujeita a alagamentos periódicos (**Anexo 2**), são fatores eliminatórios desta área.

Por outro lado, esta área pode apresentar boas perspectivas para a construção de um aterro sanitário se for aberto um acesso a partir do final da Avenida Amazonas e se for considerada somente uma porção com aproximadamente 30 ha, situada em cotas superiores a 100 m, que ocorrem em um pequeno morrote sustentado por horizontes lateríticos, correspondente às cabeceiras de um pequeno braço do Igarapé Periquitos, fora da área sujeita à inundações. Neste caso, esta área apresentaria facilidades para implantação da infra-estrutura necessária, pequena distância de transporte a partir do centro gerador de lixo além da facilidade para a obtenção de material de empréstimo necessários à impermeabilização da base e à cobertura do aterro.

Por se tratar de uma área rural, situada a uma distância adequada dos vetores de expansão urbana, acredita-se que não haveria problemas de aceitação popular para este uso. O valor nominal da terra, segundo informações de terceiros, é de aproximadamente R\$1.200,00/ha.

### 7.2.9- Área 9

Corresponde a uma área com mais de 100 ha, atualmente usada para implantação de pastagens e criação de gado, situada ao longo da Estrada 28 de setembro. A partir do limite da mancha urbana, o acesso é realizado pela estrada que leva à Colônia Penal. Daí em diante, percorre-se aproximadamente 8 km até o início da Estrada 28 de Novembro e, a partir desta, percorre-se mais 6 km por estrada municipal, em precárias condições de trafegabilidade, até a área indicada.

Do ponto de vista geomorfológico, corresponde a uma extensa área com relevo plano e cotas em torno de 100 m, que constitui o divisor de águas da porção nordeste da mancha urbana. O substrato é constituído por sedimentos parcialmente consolidados, predominantemente argilosos, pertencentes à Formação Jaciparaná. Estas características indicam tratar-se de uma área mal drenada, com lençol freático pouco profundo.

Considerando-se os critérios eliminatórios, as péssimas condições de trafegabilidade em épocas chuvosas, a falta de pontes e bueiros para permitir o tráfego de veículos pesados e, principalmente, o fato de ser uma área sujeita a alagamentos e/ou inundações periódicas (**Anexo 2**) inviabilizam a sua utilização para construção de aterro sanitário. Outro fator restritivo a este tipo de empreendimento nesta porção do município relaciona-se ao fato de ser esta constituída por grandes propriedades rurais, com estabelecimentos bem equipados no que se refere a moradias e à maquinaria. Pode-se verificar extensas áreas de pastagem artificial onde se concentram um grande número de cabeças de gado de excelente qualidade. Por este motivo, acredita-se que haveria grande dificuldade para negociação de uma área destinada à implantação de um aterro sanitário, além de que esta obra certamente se tornaria um fator de conflito com as atividades agropastoris desenvolvidas na região.

### 7.2.10- Área 10

Situa-se a nordeste da mancha urbana, distante aproximadamente 16 km do centro produtor de lixo, ao longo da Estrada da Praia do Tamanduá. O acesso é realizado pela estrada que leva à Colônia Penal. Daí em diante percorre-se aproximadamente 12 km até a área indicada.

As fotos aéreas mostram que esta porção corresponde a um pequeno altiplano, com cotas em torno de 100 m, com baixa densidade de drenagens, onde têm origem vários cursos d'água que formam a rede de drenagem de toda porção nordeste e leste da mancha urbana. As imagens, datadas de 1997, mostram que esta porção também possui um alto índice de desmatamento para implantação de áreas de pastagem. Estes seriam fatores positivos para a indicação das referidas áreas. No entanto, o que posteriormente se verificou no campo não confirmou esta hipótese. O relevo plano e o substrato constituído por sedimentos argilosos pouco permeáveis indicam tratar-se de uma área mal drenada. O elevado número de cabeças de gado por hectare também tem contribuído para diminuir a infiltração da água superficial. Todos estes fatores contribuem para que em épocas de grandes preci

pitações ocorra alagamento e, em casos mais extremos, inundações em vários locais deste pequeno altiplano.

Desta forma, considerando-se os critérios eliminatórios, as péssimas condições de trafegabilidade em épocas chuvosas, a falta de bueiros e pontes para permitir o tráfego de veículos pesados, a grande distância de transporte a partir do centro gerador de lixo, a absoluta falta de infra-estrutura na região e a existência de áreas sujeitas a alagamentos e ou inundações são fatores que permitem descartar esta área para este tipo de uso.

#### **7.2.11- Área 11**

Esta área corresponde a uma superfície de aproximadamente 50 ha, situada ao longo da estrada que dá acesso à Colônia dos Periquitos. A partir da mancha urbana secundária, existente no início da referida estrada, pode-se chegar até a área indicada percorrendo-se aproximadamente 5 km por estrada municipal em boas condições de trafegabilidade em qualquer época do ano.

Esta área possui um relevo suave ondulado, com declividades inferiores à 5% e baixa densidade de drenagem. Ao fundo, aproximadamente a 800 m a partir da Estrada da Colônia dos Periquitos, o relevo torna-se um pouco mais ondulado devido à proximidade de um braço do Igarapé Periquito pela sua margem direita.

Do ponto de vista geológico, ocorrem depósitos predominantemente argilosos pertencentes à Formação Jaciparaná. Sobre estes depósitos desenvolvem-se solos tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, com espessura geralmente superior a 4 m, textura argilosa e pouco permeáveis. O relevo plano e o substrato argiloso sugerem tratar-se de uma área mal drenada, onde o nível freático pode situar-se a profundidades inferiores a 3 m em épocas chuvosas.

Quanto ao uso atual do solo, as observações realizadas durante a etapa de campo mostraram que nas proximidades do Igarapé Periquito, isto é, do lado esquerdo da referida estrada, quando se dirige da área urbana em sentido à Colônia dos Periquitos, ocorrem vários sítios de lazer, sedes campestres ou pequenas propriedades rurais. Do outro lado da estrada, predominam propriedades rurais com áreas superiores a 100 ha, destinadas à criação de gado.

A área indicada situa-se à direita da estrada, numa porção pouco ocupada, com características de área rural e afastada a uma distância adequada do Igarapé Periquito e seus afluentes. Devido ao tipo de uso do solo, a cobertura vegetal original foi em grande parte substituída por pastagens. As pequenas porções cobertas por mata nativa situam-se nas proximidades do braço do Igarapé Periquito. A **Foto 8** mostra o relevo e a cobertura vegetal da área indicada.

Do ponto de vista legal, não apresenta nenhuma restrição, pois situa-se a uma distância de aproximadamente 5 km da mancha urbana e 8 km da BR-364, não possui nenhum corpo d'água em uma distância inferior a 300 m, a vegetação nativa está presente somente nos entornos da área e não abriga nenhuma área especial de proteção. Também não apresenta nenhum impeditivo com relação aos critérios eliminatórios. Porém, pelo fato de constituir uma área plana, mal drenada, onde o lençol



freático encontra-se a profundidades inferiores a 3 m em épocas chuvosas, há que se ter cuidado por ocasião da elaboração do projeto, sendo recomendado, neste caso, um projeto de aterro positivo que não necessite de escavações.

As características de área rural, com áreas de pastagem para fins agropecuários, facilitarão a aceitação popular para este empreendimento. Devido às proximidades com a mancha urbana, o valor nominal da terra é relativamente alto se comparado ao das demais áreas. O valor, obtido através de informações de terceiros, gira em torno de R\$ 1.500,00/ha.



---

**Foto 8:** Vista parcial da área. Nota-se o relevo suave ondulado e a substituição da mata nativa por pastagem.

---

Com relação aos parâmetros que definirão a viabilidade técnica do empreendimento, as facilidades para implantação da infra-estrutura necessária, a grande dimensão da área, estrada municipal com boas condições de trafegabilidade em qualquer época do ano, pequena distância de transporte do lixo e facilidades para obtenção de material de empréstimo são fatores positivos importantes na avaliação desta área.

### **7.3 - Descrição das Áreas Indicadas Somente para Disposição de Entulhos**

Devido à grande quantidade de entulhos provenientes da indústria da construção civil em Porto Velho, procurou-se, neste trabalho, a identificação de locais adequados para este fim.

Sabe-se que o entulho é constituído por material praticamente inerte e que seu custo de transporte é relativamente elevado (IPT, 1995). Por isso, não requer locais especiais e pode ser depo

sitado mesmo dentro da área urbana, em pontos que necessitem de recomposição ou modificação da superfície do terreno.

Partindo-se deste princípio, procurou-se identificar dentro da mancha urbana ou nos entornos dela, locais degradados correspondente a antigas cavas abandonadas resultantes das atividades de extração de areia ou argila, que precisam ser preenchidas para que possam ter, futuramente, novos usos. Foram identificados três locais, todos eles situados na porção sul da área urbana e nas proximidades da BR-364.

O primeiro ponto indicado situa-se dentro da mancha urbana principal, no local conhecido como Areal da Floresta, e corresponde a uma antiga cava abandonada, com área de 15 ha, situada junto à Rua 5, nas proximidades da BR-364. Possui dimensões de 300 m de frente por 500 m de fundo e 10 m de profundidade. Do outro lado da Rua 5, existe uma zona residencial e, nas laterais da cava, já está ocorrendo invasão por pessoal de baixa renda para fins de moradia. A cava possui fundo aplainado e pode-se verificar o acúmulo de lixo em alguns pontos isolados. Do ponto de vista do meio físico, ocorrem neste local sedimentos predominantemente arenosos pertencentes à Formação Jaciparaná. A cobertura vegetal nos entornos da área é constituída por vegetação tipo sapé e, subordinadamente, por árvores de pequeno porte. Secionando diagonalmente a área, ocorre um pequeno curso d'água intermitente, com largura de 1 m.

O segundo local indicado situa-se ao longo da BR-364, defronte à EMBRAPA. Possui aproximadamente 500 m de frente por 100 m de fundo, perfazendo uma área de 5 ha. A profundidade da cava varia de 3 m a 4. O fundo é relativamente aplainado e apresenta grande acumulação de água em vários pontos. Este fato indica que o lençol freático situa-se à baixa profundidade. Na época de inverno forma um pequeno curso de água na porção situada próxima à BR-364 e ao depósito de ferro velho. Corresponde a uma antiga área de extração de cascalho laterítico relacionado a um espesso latossolo desenvolvido sobre sedimentos argilo-arenosos pertencentes à Formação Jaciparaná. Nos entornos da área praticamente não ocorre nenhuma residência e no interior da cava não existe acumulação de lixo. A cobertura vegetal é constituída por sapé e capoeira.

A terceira área corresponde a um antigo local de extração de areia e argila situado ao longo da BR-364, junto ao entroncamento que dá acesso à Colônia dos Periquitos. Ocorrem duas cavas abandonadas, situadas cada uma de um lado da BR-364, a maior com aproximadamente 2,2 ha e a menor com 2 ha. Neste local, ocorrem sedimentos argilo-arenosos pertencentes à Formação Jaciparaná. No entorno de ambas as áreas, não ocorre ocupação urbana e a cobertura vegetal é constituída por sapé e árvores de pequeno porte. Nas proximidades da cava situada à esquerda da BR-364 (sentido Porto Velho - Cuiabá), já ocorre alguma ocupação. No caso da outra cava situada do outro lado da referida rodovia, já longe dos vetores de expansão urbana, a cobertura vegetal é constituída por mata nativa e capoeira. A profundidade das cavas varia de 3 m a mais de 10 m, ambas possuem o fundo relativamente plano e nos seus interiores não ocorre deposição de lixo. A **Figura 4** mostra a distribuição dos referidos locais.

#### 7.4 - Avaliação e Hierarquização das Áreas

A seguir apresenta-se uma análise comparativa entre as 11 (onze) áreas estudadas, considerando-se os critérios estabelecidos para este trabalho.

Tendo-se em vista o pequeno espaço de tempo disponível para se avaliarem as características do ponto de vista legal, físico e socioeconômico de cada área, que definiram os critérios eliminatórios e seletivos utilizados, optou-se por não seguir a metodologia proposta por WAQUIL et al. (1998), no que se refere à pontuação em termos de importância relativa e ponderada para cada parâmetro avaliado. Adotou-se este procedimento para evitarem-se erros de avaliação por ocasião da hierarquização das áreas, pois acredita-se que para conferir uma pontuação diferenciada para cada parâmetro analisado, tal como é sugerido por aqueles 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. Também ter-se-ia que 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. Desta forma, para a hierarquização das áreas considerou-se o grau de dificuldade que cada característica poderá representar por ocasião das diferentes etapas necessárias para a construção de um aterro sanitário. Este procedimento foi adotado por JUNGBLUT, KREBS & VIERO (1995), que realizaram trabalho semelhante no município de Lauro Müller, em Santa Catarina.

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

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

Neste trabalho, a hierarquização das áreas 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 **áreas favoráveis** foram consideradas todas aquelas que apresentam menores dificuldades para realização do aterro, ou seja, aquelas áreas 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, estas áreas também não deverão apresentar nenhum problema no que se refere à obtenção da licença ambiental perante o órgão fiscalizador.

Como **áreas medianamente favoráveis** foram consideradas aquelas 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 aquelas em que uma ou mais características do meio físico poderão representar obstáculos para a obtenção da licença ambiental.

Como **áreas desfavoráveis** foram consideradas todas aquelas que apresentaram um ou mais critérios eliminatórios.

De acordo com os resultados obtidos, expressos na Tabela 1, considerou-se como de maior favorabilidade todas aquelas que apresentaram uma pontuação igual ou superior a 41, sendo estas as áreas de número 2, 4, 6 e 11.

Como áreas medianamente favoráveis foram consideradas aquelas que obtiveram uma pontuação igual ou inferior a 40 e não apresentaram nenhuma característica considerada eliminatória, sendo estas as áreas de número 1, 3 e 5.

As demais áreas, por apresentarem entre suas características pelo menos uma considerada eliminatória, foram descartadas. As áreas eliminadas foram as de número 7, 8, 9 e 10. Com relação à área de número 8, caso seja aberto um acesso a partir da Av. Amazonas, o local tornar-se-á favorável, uma vez que situa-se à pequena distância da mancha urbana e não apresenta maiores problemas para a implantação da infra-estrutura necessária à realização deste empreendimento. Na **Figura 4** e no **Anexo 6**, são identificadas todas as áreas estudadas.

Características	Áreas Estudadas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Aspectos Legais</b>											
• Afastamento da mancha urbana	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2
• Áreas especiais de proteção	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2
• Distância de corpos d'água	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
• Distância de rodovias Federais . ou Estaduais.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
• Distância de estradas municipais	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
• Vegetação de preservação	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2
<b>Aspectos Físicos</b>											
• Classe textural de solo	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2
• Permeabilidade do solo	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
• Espessura do solo	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2
• Relevo	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1
• Declividade	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1
• Profund. do nível freático em épocas chuvosas	1	2	2	2	2	1	0	1	0	0	1
• Natureza geológica do substrato	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2
• Permeabilidade do substrato	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
• Potencial hídrico da área	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2
<b>Aspectos Socioeconômicos</b>											
• Dimensões da área	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
• Uso atual do solo	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
• Distância ao centro produtor de lixo	1	1	2	2	1	2	0	0	0	0	2
• Vida útil do aterro	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
• Vetor de crescimento urbano (zo- neamento)	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1
• Planos fed. estad. E munic.para uso futuro	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
• Valor nominal da área	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	2
• Aceitação popular	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Soma Total</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>36</b>	<b>41</b>	<b>38</b>	<b>41</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>42</b>

 Áreas Favoráveis     
 Áreas Medianamente Favoráveis.     
 Áreas Desfavoráveis.

Tabela 1: Avaliação das características das áreas estudadas, do ponto de vista legal, físico e socioeconômico.



## 8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

---

Os trabalhos realizados para a seleção de áreas favoráveis à implantação de aterros sanitários nos entornos da cidade de Porto Velho permitiram chegar-se às seguintes conclusões:

### ♦ Com relação ao atual depósito de lixo

- Fica evidente que o referido local não é adequado, considerando-se os critérios constantes na Legislação Ambiental Federal, no que se refere à distância de corpos d'água e à presença de vegetação de preservação. O tipo de solo que ocorre na área, do ponto de vista geológico e geotécnico, não é adequado para constituir base de depósito de resíduos sólidos sem a devida impermeabilização porque é permeável e permite a infiltração do chorume no substrato, fato este que causará a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos. Esta porção do município apresenta ainda a vegetação nativa parcialmente preservada, abriga várias áreas de nascente e seu substrato constitui uma importante unidade aquífera. Por todos os fatores citados, somados ao fato de que a área possui precárias condições de infra-estrutura para operacionalização e controle, bem como também gera conflitos de uso do solo com outras atividades desenvolvidas na região, recomenda-se a desativação deste depósito.
- Para desativação e remediação do atual depósito, deverá ser elaborado um projeto de engenharia que contemple uma série de atividades, detalhadas no **Capítulo 5** deste relatório. O referido projeto deverá ser elaborado por técnicos especializados neste tema, com a participação dos técnicos da Prefeitura Municipal, que vão gerenciar e supervisionar as obras.

### ♦ Quanto à utilização do atual depósito como local de deposição de entulhos:

- Os trabalhos realizados desaconselham a utilização futura somente para deposição de entulhos. A colocação de entulho sobre as pilhas de lixo impediria a implantação de medidas necessárias à recuperação ambiental desta área. As medidas técnicas necessárias à colocação de entulho sobre a atual pilha de resíduos exigiria uma impermeabilização da capa do aterro com material argiloso ou manta geotêxtil. Estes procedimentos, além de onerosos, demandam muito tempo de trabalho, não se justificando, desta forma, a colocação de entulho sobre esta obra já pronta. Outro fator impeditivo para a disposição de entulhos neste local é o fato de que este procedimento ocasionaria o avanço do aterro sobre a drenagem e a vegetação nativa que ocupa a encosta do vale, o que seria inaceitável do ponto de vista ambiental.

♦ **Quanto à seleção de áreas para a instalação de aterro sanitário:**

- Os trabalhos de campo, bem como as informações obtidas através da bibliografia consultada, permitiram concluir-se que as maiores dificuldades encontradas para a implantação de um aterro sanitário na área de entorno da cidade de Porto Velho relacionam-se a um comportamento mais ou menos homogêneo, no que se refere à morfologia do terreno, bastante plano, ao comportamento do lençol freático, subaflorante, ou à baixa profundidade no período de chuvas, que corresponde a seis meses do ano, aos tipos de solos e ao substrato, com permeabilidades variáveis desde baixa até alta, bem como às condições de drenabilidade do terreno. Estas características são fundamentais na definição do grau de dificuldade ou exigência tecnológica que determinam o custo envolvido na execução de um aterro sanitário. Entretanto, faz-se exceção às pequenas porções de terrenos definidas pelos topos de morrotes onde predominam horizontes lateríticos concrecionários. Estas, em função de sua maior elevação, são áreas bem drenadas, que mantêm o lençol freático a uma profundidade maior que 3 m durante todo o ano, representando, então, uma menor dificuldade e menores custos, em termos de soluções técnicas, para a implantação de um aterro sanitário.

Os trabalhos realizados para selecionar áreas adequadas a este tipo de uso permitiram a escolha de quatro (4) áreas com maior favorabilidade, considerando-se os critérios eliminatórios e seletivos (**Tabela 1**) Três delas situam-se ao sul da mancha urbana (Áreas 2, 4 e 6) e uma a leste (Área 11). A **Figura 4** e o **Anexo 6** ilustram os referidos locais.

- No caso das áreas 4, 6 e 11, pelo fato de situarem-se todas elas em áreas relativamente baixas (cota inferior a 100 m), deve-se optar por um projeto de aterro positivo, com uma boa impermeabilização de fundo, para se evitarem eventuais problemas com o nível do lençol freático. A Área 2 situa-se no topo de um altiplano com cota superior a 100m, onde o lençol freático se mantém a uma profundidade superior a 5 m em qualquer época do ano. Este fato permite que se implante um aterro com células abaixo da superfície do terreno.
- A Área 11, situada ao longo da estrada que conduz à Colônia dos Periquitos, foi a que apresentou mais alta pontuação, com relação ao grau de dificuldade para implantação do aterro sanitário. Esta área possui razoáveis condições de infra-estrutura no que se refere a vias de acesso e energia elétrica. Não deverão ocorrer dificuldades durante as etapas de preparação (nivelamento e terraplanagem), e impermeabilização do fundo do aterro, visto que a área possui um relevo suave ondulado, solo com boas condições de escavabilidade e facilidades para obtenção de material de empréstimo adequado para selagem de fundo e cobertura das células.



- A Área 6 apresenta razoáveis condições de infra-estrutura no que se refere a vias de acesso e energia elétrica. Porém, pelo fato de constituir uma área mais baixa (cota inferior a 80 m), relativamente plana e mal drenada, onde o lençol freático encontra-se subaflorente ou à baixa profundidade em épocas chuvosas, há que se ter cuidado por ocasião da elaboração do projeto do aterro para compensar estas restrições.
- A Área 4 corresponde a uma antiga área de extração de areia, atualmente desativada. As facilidades de acesso, a existência de energia elétrica nas proximidades, a disponibilidade de área suficiente para construção do aterro sanitário, a pequena distância de transporte a partir do centro produtor e, principalmente, o fato de esta área encontrar-se hipotecada e à venda são fatores positivos para sua indicação. As únicas restrições referem-se à natureza geológica do solo e do substrato. Porém, verificou-se que, pelo fato de haver nas proximidades da área disponibilidade de material de empréstimo adequado para impermeabilização da base do aterro, esta restrição pode ser facilmente superada. A existência de material argiloso nas proximidade das cavas, a configuração atual da área, que apresenta várias cavas com largura e comprimento em torno de 100 m e profundidade de 4 m, permitem que se realize um projeto de aterro de área que auxiliará na recomposição da topografia original.
- A Área 2 é a única entre as áreas indicadas que permite a construção de aterro sanitário abaixo da superfície original do terreno sem necessidade de projetos especiais de engenharia para compensar restrições relacionadas ao lençol freático. As características rurais desta porção do município (pequenas ou médias propriedades rurais sem áreas de pastagem artificial e pequeno número de animais por hectare) indicam que não deverá haver problemas relacionados à aquisição de área e à aceitação do empreendimento. Outro fator positivo é o fato de ocorrer nas proximidades do local material adequado à impermeabilização de fundo e à cobertura operacional e final das células do aterro.
- As demais áreas, consideradas medianamente favoráveis (Áreas 1, 3 e 5), apresentam um maior grau de dificuldade para a implantação de um aterro sanitário, em função de algumas características naturais, da localização ou da infra-estrutura insuficiente.
- Ressalta-se, no entanto, que a hierarquização das áreas com maior favorabilidade apresentadas neste trabalho foi realizada considerando-se somente os aspectos legais, as características do meio físico, a localização e a infra-estrutura disponível. A escolha final do local dependerá ainda de estudos detalhados de geologia e geotecnia, tal como é enfatizado no item 7.4, bem como da realização de estudos de viabilidade econômica e da aceitação popular deste empreendimento.

◆ **Quanto à seleção de áreas somente para deposição de entulhos:**

Pelo fato de o entulho constituir um material praticamente inerte e possuir alto custo de transporte, procurou-se definir áreas adequadas para este fim dentro ou nas proximidades da mancha urbana. Foram identificados três locais correspondentes a antigas cavas de extração de areia e argila, todos eles situados na porção sul da área urbana e nas proximidades da BR-364, sendo que os mesmos causam impactos negativos sob o ponto de vista paisagístico e são alvos de deposição clandestina de lixo e de invasão com fins de moradia pela população de baixa renda. A **Figura 4** e o **Anexo 6** ilustram os referidos locais.

## 9 – BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

---

- ADAMY, A. & ROMANINI, S. J. 1990. **Geologia da região de Porto Velho-Abunã**. Porto Velho (SC 20-V-B-V), Mutumparaná (SC 20-v-C-VI), Jaciparaná (SC 20-V-D-I) e Abunã (SC 20-V-C-V). Estados de Rondônia e Amazonas. Brasília: DNPM, 1990. 273 p. il. Convênio DNPM/CPRM.
- BRASIL. 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, centro gráfico.
- BRASIL. Resolução **CONAMA** n.º 4 de 18 de setembro de 1985. D. O. U. de 20 de janeiro de 1986.
- CONAMA, 1992. Resoluções **CONAMA** 1984 a 1991. 4 ed. Brasília.
- COSTA, E. G. **Proposta de Reciclagem de Parte do Lixo Urbano da Grande Fortaleza**. *R. Econ. Nord.*, Fortaleza, 26 (1):41-58, jan./mar. 1995.
- FUZARO, J.A. **Resíduos Sólidos Domésticos: tratamento e disposição final**. São Paulo: Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, 1994. V.2. 85 f. (Curso coordenado e ministrado por João Antonio Fuzaro) (Inédito).
- GONÇALVES, C.W.P. et al. **O lixo pode ser um tesouro**. Rio de Janeiro: Centro Cultural RioCine, 1992. 4v.
- ISOTTA, C. L. et al. 1978. **Projeto Província Estanífera de Rondônia**. Relatório Final. Porto Velho: CPRM, 16 v., il..
- JUNGBLUT. M., KREBS, A. S. J., VIERO, A. C. 1995. **Subsídios à avaliação de áreas potencialmente favoráveis à implantação de aterros sanitários no município de Lauro Müller, SC**. Porto Alegre: CPRM. 1v.(Série Ordenamento Territorial – Porto Alegre, v. 21). (Programa de informações Básicas para Gestão Territorial de Santa Catarina – PROGESC).
- KÖEPPEN, W. 1948. **Climatologia: Um estudo dos climas da Terra**. Buenos Aires, Fundo de Cultura Econômica. 478 p.
- LIXO MUNICIPAL: **manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT, 1995. 278p.
- METROPLAN. 1993. **Critérios para localização de aterros sanitários**. Estudos Metropolitanos, n.2. Porto Alegre.
- MORAIS, P.R.C. **Mapa Hidrogeológico do Estado de Rondônia**. Escala 1: 1.000.000; Texto Explicativo. CPRM. Porto Velho: 1998. 39p. (Programa Recursos Hídricos).
- ORLANDI FILHO, V.; ADAMY, A.; WANDERLEY, V. J. R. 1999. **Seleção de Áreas para a localização do Aterro Sanitário de Ariquemes - Rondônia**. Porto Alegre: CPRM. (Relatório Inédito).
- PEREIRA, L. A C.; REIS, M. M.; SILVA FILHO, E.P. 1997. **Uso e ocupação do solo e levantamento preliminar dos aspectos ambientais na região de Porto Velho-RO**. Porto Velho: CPRM, 1996. 1 v. il. (Programa de Informações para Gestão Territorial-GATE).
- REIS, M, R.; PEREIRA, L. A. da COSTA, REIS, M. F. P.; SILVA FILHO, E, P da.; MORAIS, P.R. C de. 1997. **Avaliação preliminar da Área Periurbana de Porto Velho (APPV) para a disposição de Resíduos Urbanos**. Porto Velho: CPRM, 1997. 1v. il. Programa de Informações para Gestão Territorial-GATE).

STECH, P.J.; LINDENBERG, R. de C. & GOUVÊA, Y.M. **Resíduos Sólidos Domésticos: tratamento e disposição final**. São Paulo: Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, 1994. V.1. 120 f. (Curso coordenado e ministrado por João Antonio Fuzaro) (Inédito).

WAQUIL, D. R. P.; GIUGNO, N. B.; ORLANDI FILHO. V. 1995. **Seleção de áreas para o tratamento e disposição de resíduos sólidos na Região Metropolitana de Porto Alegre**. Etapa 1. Porto Alegre: CPRM/METROPLAN. 1 V.: il. (Série ordenamento Territorial – vol. 24).

WAQUIL, D. R. P.; ANGHINONI, M. C. M.; ORLANDI FILHO V. 1998. Seleção de áreas para o tratamento e disposição de resíduos sólidos na Região Metropolitana de Porto Alegre. Etapa 2. Porto Alegre: CPRM/METROPLAN/FEPAM. 1 V.: il. (Série ordenamento Territorial – vol. 31).

**Ficha de Avaliação do Atual Depósito de Resíduos Sólidos**

**Fichas de Descrição dos Locais Selecionados**

**Mapa de Áreas Inundáveis e de Umidade Elevada**

**Mapa de Uso e Ocupação do Solo**

**Mapa de Solos**



**Mapa Geológico**

**Mapa de Alternativas Locacionais para a Disposição  
de Resíduos Sólidos Urbanos**