

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

**ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DE  
CEMITÉRIO EM GUAJARÁ MIRIM – RONDÔNIA**



**Relatório Final**

**Porto Velho**  
**2008**

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

**ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DE  
CEMITÉRIO EM GUAJARÁ MIRIM - RONDÔNIA**

**Relatório Final**

**Amílcar Adamy**

**Porto Velho**  
**Junho de 2008**

## 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 cemitérios.

Nesse contexto, a CPRM, através da Residência de Porto Velho, atendendo à solicitação da Prefeitura Municipal de Guajará Mirim, Estado de Rondônia, empreendeu estudos no entorno desta cidade, com o objetivo de selecionar áreas para a implantação de um novo cemitério municipal.

Os trabalhos foram desenvolvidos pelo geólogo Amílcar Adamy, da Residência de Porto Velho. Na etapa de campo, contou-se também com a participação logística do Secretário Municipal de Meio Ambiente e dos funcionários públicos João Ferreira Bento e Francisco Anderson, da Secretária Municipal de Obras e Serviços Públicos de Guajará Mirim.

A realização deste trabalho só foi possível devido à ação conjunta da CPRM, através da Residência de Porto Velho e da Prefeitura Municipal de Guajará Mirim, envolvendo as Secretarias de Meio Ambiente, de Obras e Serviços Públicos e da Assessoria Jurídica, através do advogado João Soares. Este profissional foi responsável pela intermediação dos contatos entre ambas as instituições e que possibilitou a execução deste trabalho.

São aqui descritos e analisados 08 (oito) locais situados em diferentes porções no entorno da cidade de Guajará Mirim, selecionados segundo critérios eliminatórios estabelecidos pela Legislação Ambiental Brasileira bem como critérios seletivos relacionados aos aspectos do meio físico e aos aspectos socioeconômicos.

Este trabalho contempla também uma descrição sucinta do atual cemitério público do município, onde são descritas algumas sugestões para serem aplicadas em sua recuperação ambiental. São incorporados ainda os anexos 1, apresentando as fichas de descrição dos locais selecionados durante este trabalho e, no Anexo 2, o produto cartográfico final indicando a representação espacial das áreas estudadas.

Espera-se, pois, que as informações geradas neste trabalho balizem a tomada de decisões político-administrativas, auxiliem no equacionamento dos problemas relacionados à adequada disposição dos sepultamentos e garanta o processo de implantação do futuro cemitério público de Guajará Mirim.

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	3
1. INTRODUÇÃO .....	6
2. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO.....	7
3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA .....	9
3.1. Geologia .....	9
3.2. Relevo .....	10
3.3. Solos .....	12
3.4. Cobertura Vegetal .....	14
3.5. Clima .....	18
3.6. Recursos Hídricos .....	18
3.7. Uso Atual do Solo .....	20
4. METODOLOGIA DE TRABALHO .....	22
4.1. Considerações Iniciais .....	22
4.2. Consolidação das Informações Disponíveis .....	23
4.3. Cálculo da Área Ideal para o Cemitério .....	24
4.4. Critérios Utilizados .....	25
4.5. Interpretação de Fotografias Aéreas e Imagens de Satélite .....	28
4.6. Trabalhos de Campo .....	28
5. A DISPOSIÇÃO ATUAL DOS SEPULTAMENTOS .....	30
5.1. Conceitos Gerais .....	30
5.2. Situação Atual do Cemitério Santa Cruz .....	33
6. RESULTADOS OBTIDOS .....	35
6.1 Diretrizes Básicas .....	35
6.2. Ensaio Geotécnicos .....	36
6.3. Análise Granulométrica dos Solos .....	46
6.4 Descrição das Áreas Estudadas para a Implantação de Cemitério .....	49

6.4.1	Área 1 .....	49
6.4.2	Área 2 .....	51
6.4.3	Área 3 .....	54
6.4.4	Área 4 .....	57
6.4.5	Área 5 .....	62
6.4.6	Área 6 .....	65
6.4.7.	Área 7 .....	69
6.4.8.	Área 8 .....	73
6.4.9.	Outras Áreas .....	74
6.5.	Avaliação e Hierarquização das Áreas .....	75
7.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	80
8.	BIBLIOGRAFIA .....	82
ANEXOS		
Anexo 1.	Fichas de Descrição dos Locais Selecionados	84
Anexo 2.	Mapa de Alternativas Locacionais para a Implantação de Cemitério	93

## 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 associados à inadequabilidade dos cemitérios têm preocupado os gestores públicos, além da escassez de locais que atendam aos critérios estabelecidos dos pontos de vista técnico e legal necessários ao desenvolvimento desta atividade.

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

O Município de Guajará Mirim, situado na porção oeste do Estado de Rondônia, junto à fronteira com a República da Bolívia, experimentou na primeira metade da década de 90, um impulso de crescimento econômico expressivo em face da implantação da Zona de Livre Comércio, entretanto nos últimos anos constatou-se uma desaceleração da economia regional, com conseqüente diminuição das atividades produtivas, causando inclusive decréscimo populacional. O empenho da atual administração municipal em retomar o desenvolvimento com a adoção de medidas em nível local, a elaboração de projetos de maior alcance em parceria com os governos estadual e federal, aliados aos investimentos do setor privado, principalmente no setor turístico, poderá reconduzir o município ao progresso e ao crescimento socioeconômico. Merece destaque o fato de que aproximadamente 90% da área total do município encontram-se ao abrigo de unidades de conservação, através de reservas extrativistas, reservas biológicas, parques e áreas indígenas.

A sede do município, situada junto à margem direita do rio Mamoré, possui hoje uma população estimada de 35.000 habitantes, distribuída em uma área de aproximadamente 16 km<sup>2</sup>. Diferentemente da grande maioria das cidades rondonianas, a cidade de Guajará Mirim exibe uma ocupação relativamente ordenada, com um traçado regular de suas vias de acesso, não ocorrendo um crescimento explosivo, responsável pela má distribuição urbana e indisponibilidade de serviços básicos. Entretanto, mesmo assim, alguns bairros foram implantados em

áreas inadequadas, associadas principalmente a um nível freático elevado, ocasionando sazonais inundações. Dados obtidos junto a Prefeitura Municipal revelam que 70% da área urbana é atendida pelo abastecimento público de água e que o sistema de esgotamento sanitário restringe-se apenas a 12,4 km, afeto apenas ao centro comercial, sendo jogado posteriormente nas águas do rio Mamoré, sem qualquer tratamento.

Da mesma forma, a localização geográfica da sede urbana, ocupando parcialmente a planície aluvial do rio Mamoré, favorece a existência de áreas sujeitas às alagações / inundações no período chuvoso, tanto pela elevação do nível freático como do nível fluviométrico do rio. Esta situação produz conseqüências desastrosas para a população ribeirinha, entre as quais a incidência de moléstias associadas à veiculação hídrica.

Com relação ao cemitério disponível na cidade de Guajará Mirim, constata-se o seu alto índice de ocupação, com a redução gradativa de sua vida útil, obrigando ao seu aproveitamento total e até mesmo a suspensão de novos sepultamentos ou de reaproveitamento de espaços em alguns deles; além disso, foi comprovada a incidência de impactos ambientais e sanitários dele derivados, principalmente associados à contaminação dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos. Este cenário tem sido um fator de conflito de uso do solo e, na maioria das vezes, resulta em um comprometimento da qualidade de vida da população do entorno devido à poluição da água e à degradação do solo. Os líquidos percolados, oriundos da decomposição dos corpos podem contaminar os cursos d'água superficiais e, em casos mais graves, contaminar também as águas subterrâneas.

Desta maneira, a definição de um novo local tecnicamente adequado para a implantação de um cemitério virá ao encontro dos anseios da comunidade, contribuindo efetivamente para melhoria da qualidade de vida de toda a população bem como auxiliará o equacionamento de um problema de cunho socioeconômico e ambiental do poder municipal. O trabalho inicial de definição de sítios alternativos para a implantação deste empreendimento representa um esforço conjugado da administração municipal e da CPRM - Serviço Geológico do Brasil, visando propiciar uma nova política sanitária para a cidade de Guajará Mirim, princípios em consonância com os paradigmas de desenvolvimento sustentável, dando uma destinação adequada aos sepultamentos. O estudo de alternativas locais para sepultamentos, sem dúvida, um dos principais instrumentos de planejamento ambiental, sendo uma das diretrizes importantes estabelecidas pela Resolução CONAMA 001/86.

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

A área estudada situa-se no entorno da cidade de Guajará Mirim, sendo limitada ao norte pelo rio Bananeira, próximo ao paralelo 10° 38' S; ao sul, é limitada pela bacia do Igarapé

Saldanha, aproximadamente junto ao paralelo 10° 54' S. Ao leste, limita-se pelos cursos superiores dos igarapés do Quatorze, Saldanha e Bananeira, situados na Serra do Pacaás Novos, aproximadamente junto ao meridiano 65° 10' W. A oeste, limita-se, em toda sua extensão, pelo rio Mamoré, estabelecendo a fronteira internacional com a República da Bolívia. Ao norte, estabelece limite municipal com Nova Mamoré. 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-425, em sentido sul - norte, atingindo a rodovia BR - 364, que permite o acesso a Porto Velho / RO e Rio Branco / Acre. Linhas de acesso secundárias, como vicinais ou caminhos, são numerosas, destacando-se os ramais Bom Sossego e Estrada do Palheta, que conduz a Reserva Extrativista Ouro Preto e ao Hotel Pacaás Palafitas Lodge, localizadas na parte sul da área estudada, em geral possuindo uma trafegabilidade satisfatória, dificultadas, parcialmente, na estação chuvosa. O acesso por via fluvial é regularmente utilizado pela população ribeirinha, através do rio Mamoré com embarcações de médio porte, e do rio Pacaás Novos, onde se navega apenas com pequenas embarcações.

Merece destaque ainda à antiga Ferrovia Madeira-Mamoré, situada ao longo dos rios Mamoré e Madeira, estando atualmente desativada. A atual administração municipal planeja recuperar um pequeno trecho ferroviário com objetivos turísticos.

### **3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA**

#### **3.1. Geologia**

A execução de trabalhos desenvolvidos recentemente na área caracteriza o predomínio de Coberturas Cenozóicas, depositadas em idades do final do Terciário ao Quaternário, incluindo ainda partes de unidades pré-cambrianas, constituindo o arcabouço geológico regional. Essas unidades, do ponto de vista estratigráfico, ordenam-se a partir do Complexo Jamari, de idade paleoproterozóica, portanto as mais antigas; a Formação Palmeiral, do Neoproterozóico; as coberturas indiferenciadas do Terciário-Quaternário e finalmente, os sedimentos recentes associados ao Holoceno (Figura 2).

O Complexo Jamari, aflorante ao longo do Ramal Bom Sossego e entre os igarapés do Quatorze e Saldanha, está representado por rochas gnáissicas orto e paraderivadas, de alto grau metamórfico, exibindo o bandamento típico, estando freqüentemente milonitizados, podendo ainda estar encobertos por sedimentos cenozóicos. Afloramentos significativos dessas rochas são observados em cachoeiras e corredeiras do rio Mamoré, destacando-se a cachoeira Guajará-Açu, a jusante de Guajará Mirim. Recentemente, estas rochas foram desmembradas do Complexo Jamari, passando a constituir a Suíte Metamórfica Nova Mamoré, do mesoproterozóico.

A Formação Palmeiral, formadora da Serra dos Pacaás Novos, é representada por arenitos arcosianos e ortoconglomerados de base, depositados por um sistema fluvial entrelaçado. Os ortoconglomerados, polimíticos, são constituídos por seixos bem arredondados, com diâmetros médios entre 9 e 16 cm, indicando um longo transporte em meio subaquoso. Os arenitos são finos a médios, subordinadamente mais grossos, e em geral com grau de seleção boa à moderada. Observa-se uma nítida ciclicidade dos elementos, bem clara na borda norte da serra. Essa unidade representa um excelente aquífero, e por se encontrar bastante afetada por fraturamentos, deverá ser evitada para a implantação de aterro sanitário, bem como em suas proximidades.

As coberturas indiferenciadas agrupam depósitos plio-pleistocênicos associados a ambientes de leques aluviais, canais fluviais, planícies de inundação e lacustres, numa interação complexa de materiais, desde cascalho até a fração argila, com lateritização significativa, não

individualizáveis nas escalas trabalhadas. Distribuem-se amplamente no entorno da cidade, sendo a unidade predominante.

As aluviões recentes são depósitos relacionadas às drenagens atuais, presentes nos leitos dos rios e nas faixas periodicamente inundáveis nas cheias. Foram instaladas em clima úmido, condicionadas fortemente por estruturas neotectônicas. Esses sedimentos aluvionares podem ser fossilíferos, e mineralizados em ouro, já identificado a partir da junção dos rios Marmoré e Beni. Ocorrem tanto em ambiente de canal fluvial através de barras em pontal, barras de meio de canal de carga de fundo, como nas planícies de inundação em lagos residuais constituídos principalmente por sedimentos finos.

Embora existam restrições quanto à natureza de seus sedimentos, os terrenos representados pelas coberturas indiferenciadas representam a melhor opção para a implantação do cemitério, necessitando, porém a adoção de medidas que visem proteger as águas subterrâneas da infiltração de líquidos percolados e contaminantes.

### **3.2. Relevo**

Do ponto de vista geomorfológico, a área do entorno de Guajará Mirim está caracterizada predominantemente por unidades denudacionais, associadas a um processo erosivo intenso (SEPLAN, 2000). Entre elas, destaca-se o domínio da unidade definida como Superfície de Aplanamento com expressiva distribuição na área de estudo, formando áreas de arrasamento em rochas antigas. Desenvolve-se sobre rochas do embasamento cristalino, com altitudes inferiores a 300 metros, normalmente maiores que 200 metros, exibindo ainda uma dissecação baixa a média, desprovida de *inselbergs* (D2211 e DD2221). Dentro da mesma unidade, destaca-se na porção nordeste uma diferenciação morfológica, representada por um relevo plano e evidências de superfícies com couraças ferruginosas (D2210). Estão parcialmente encobertas por coberturas sedimentares indiferenciadas, de idade Terciário-Quaternário (Figura 3).

Entretanto, a feição mais notável está associada ao um conjunto serrano, denominado de Serra dos Pacaás Novos, que nasce nas proximidades de Guajará Mirim e que se estende de oeste para leste, atingindo a bacia do rio Jamari. Apresenta altitudes geralmente superiores a 300 metros, com forma de superfícies tabulares, contínuas ou não, desenvolvidas em terrenos sedimentares, com baixa a média dissecação (S111 e S112). Em sua borda norte, essa chapada contém uma faixa escarpada, relacionada a um controle estrutural das rochas, dando origem a depósitos gravitacionais no sopé das elevações (D11). Trata-se de zonas coluvionares de até 75 metros de altura.

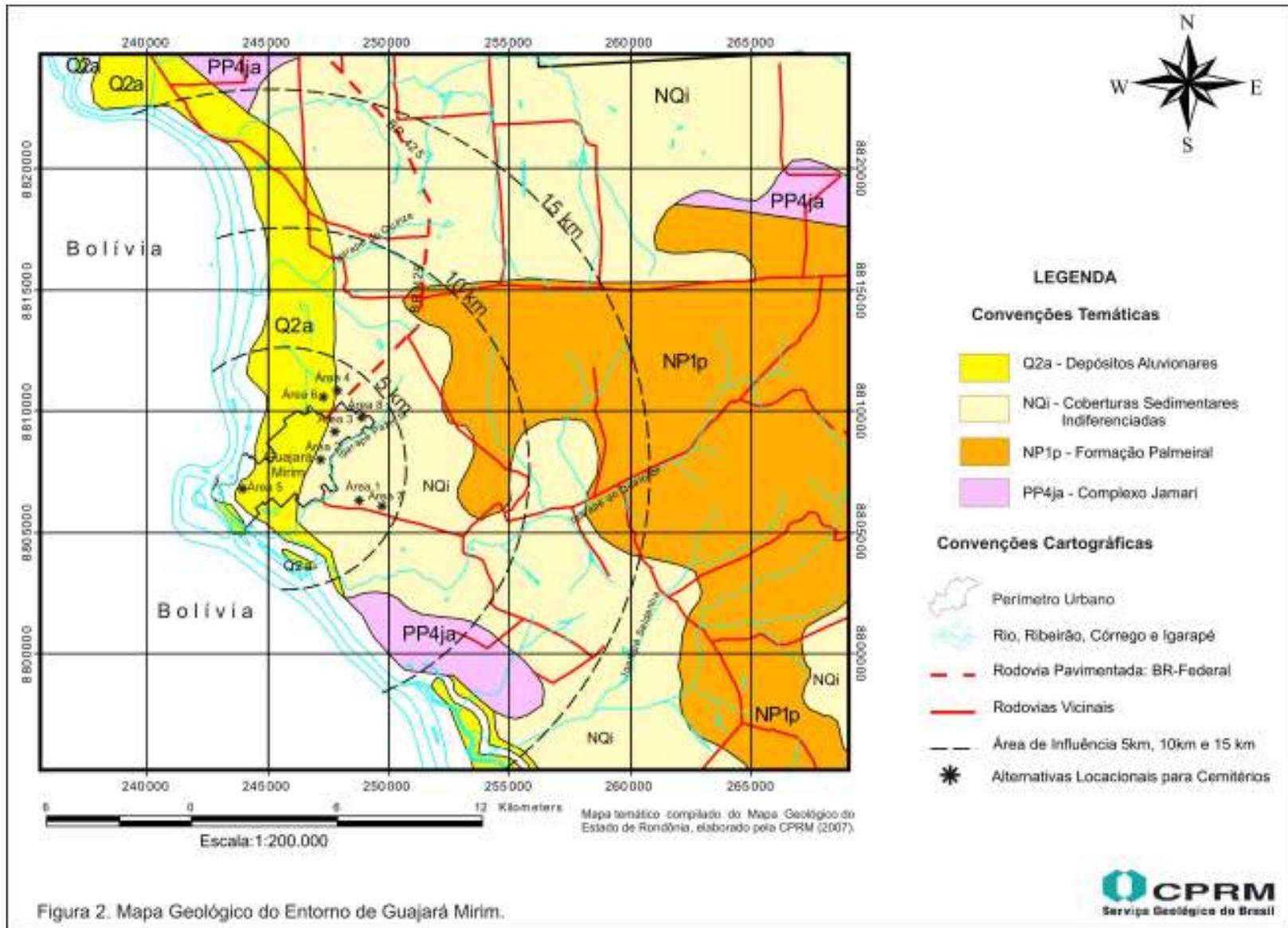


Figura 2. Mapa Geológico do Entorno de Guajará Mirim.

As unidades de natureza deposicional estão representadas pelas planícies aluviais, com intensa sedimentação, dispostas nos terrenos marginais ao longo do rio Mamoré, e parcialmente inundadas no período chuvoso (A31).

Do ponto de vista geomorfológico, os melhores terrenos para a implantação de um cemitério estão abrangidos pelas superfícies de aplanamento, as quais demonstram uma grande estabilidade, absorvendo melhor as perturbações, conferindo-lhes em geral uma menor vulnerabilidade às atividades antrópicas. Descartam-se de imediato, as áreas de planícies aluviais pelo risco associado a inundações e as superfícies tabulares serranas.

### **3.3. Solos**

O levantamento dos tipos de solo existentes nas imediações de Guajará Mirim, contido no Zoneamento Socioeconômico-Ecológico de Rondônia (SEPLAN, 2000), revelou a diversidade pedológica na região, caracterizada pela presença de latossolos, cambissolos, solos podzólicos e aluviais (Figura 4).

Os latossolos, dominantes na área abrangida, bem como em todo o estado, são solos com horizonte B óxido e/ou kândico, comumente bastante intemperizados, constituídos por minerais derivados da argila, caulinita, 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.

Distinguem-se três grupos de latossolos: latossolos vermelho-escuros distróficos e/ou eutróficos, latossolos vermelho-amarelos distróficos e latossolos amarelos distróficos. Os latossolos vermelho-escuros distróficos são dominantes e presentes entre os terraços do rio Mamoré e a Serra do Pacaás Novos na parte sul da área estudada; geralmente são solos argilosos, ligeiramente pedregosos, declividade entre 0 e 2%, bem drenados, ácidos, álicos, associados com latossolos vermelho-amarelo distróficos; os latossolos vermelho-escuros eutróficos possuem características semelhantes, ocorrendo nos vales das elevações arenosas da Serra dos Pacaás Novos. Os latossolos amarelos distróficos ocorrem acompanhando a borda norte da serra supracitada, em forma de uma faixa leste-oeste, exibindo uma declividade de 0 - 2%, sendo argilosos e bem drenados; apresenta uma diferenciação próxima ao curso do rio Bananeira, onde a textura é franco e mal drenado. É comum a associação com solos concrecionários distróficos. São solos pobres em nutrientes, de baixa fertilidade e ricos em nódulos lateríticos.

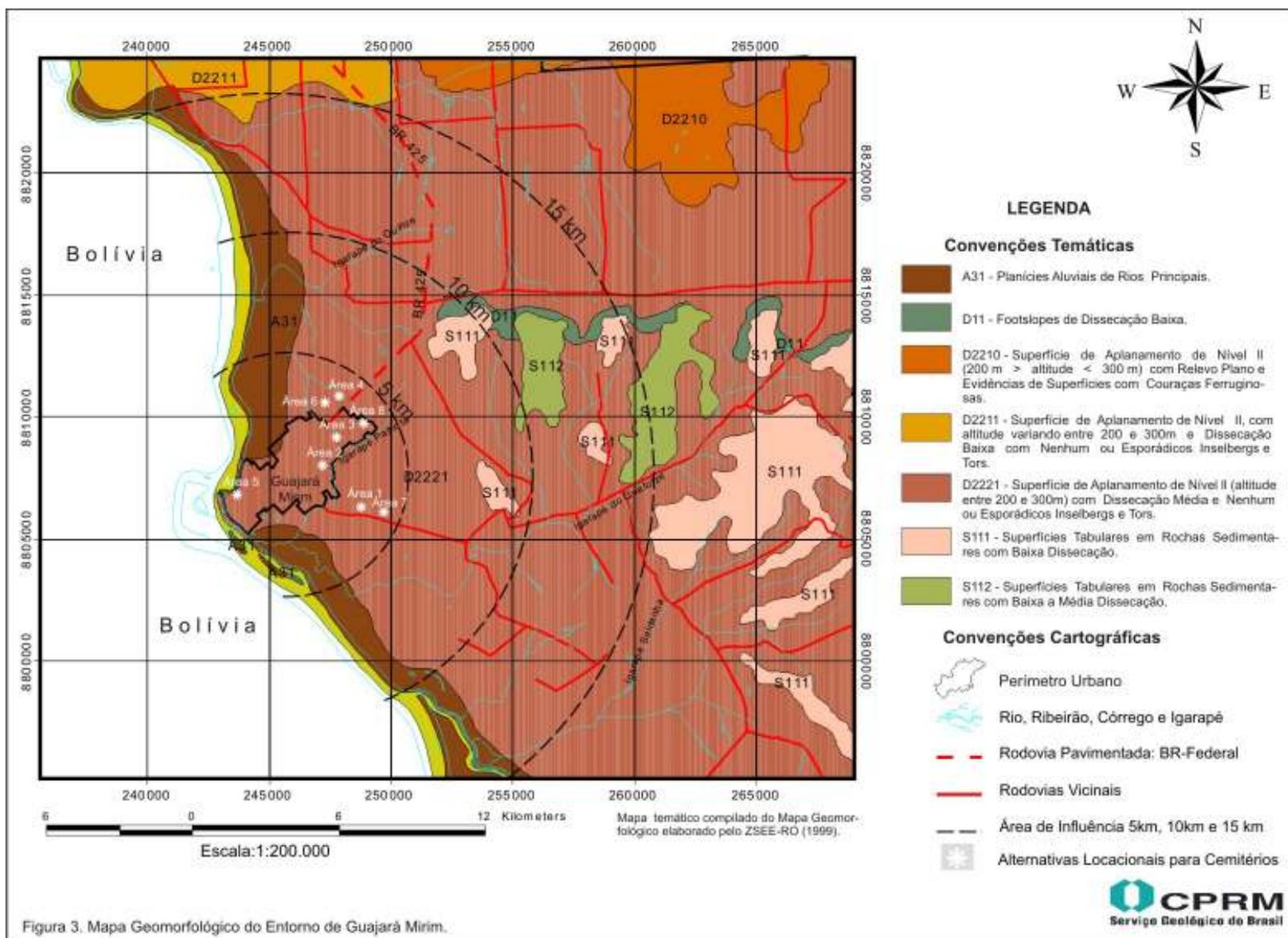


Figura 3. Mapa Geomorfológico do Entorno de Guajará Mirim.

Os solos podzólicos vermelho-amarelo distróficos distribuem-se na parte norte da área estudada, estendendo-se desde o rio Mamoré até o limite leste. São solos com horizonte “B textural”, argilosos ou franco, ácidos, freqüentemente álicos, com declividade entre 0 - 2% e bem drenados. Podem estar associados eventualmente com solos concrecionários distróficos.

Nas chapadas e encostas dos morros da Serra do Pacaás Novos, desenvolvem-se cambissolos distróficos, caracterizados pela presença do horizonte câmbico. São pouco a moderadamente profundos, e em geral sua fertilidade é baixa; a declividade oscila entre 2 a 8%, bem drenados, arenosos e pedregosos. Trata-se de solos muito suscetíveis a erosão quando sua cobertura vegetal for removida.

Em faixas marginais desenvolvidas ao longo do rio Mamoré, ocorrem solos aluviais distróficos, com baixa declividade (0-2%), de textura arenosa, bem drenada, associando-se freqüentemente a solos glei distróficos.

A caracterização dos solos na área permite assumir que as melhores indicações para cemitério estão sobre os solos podzólicos vermelho-amarelos distróficos ou latossolos vermelho escuro eutróficos, necessitando ambos de medidas especiais em face de sua suscetível permeabilidade, o que favorece a infiltração de líquidos.

### **3.4. Cobertura Vegetal**

O entorno da cidade de Guajará Mirim evidencia duas feições características, associadas ou não ao processo de ocupação humana. Na parte sul, a vegetação nativa encontra-se relativamente bem preservada, enquanto que na parte norte, face ao avanço da ação antrópica, a cobertura vegetal foi removida pelo desmatamento generalizado, implantando-se em seguida a atividade pecuária.

Os tipos gerais de vegetação identificados na área correspondem à floresta ombrófila aberta ou densa, floresta de transição, savana e de várzea (Figura 5).

Como unidade predominante, observa-se a floresta ombrófila aberta, com dossel descontínuo, permitindo ausência de área foliar entre 30 a 40%, as quais podem estar associadas a palmeiras, cipós, bambus e sororocas. São distinguidos dois subtipos: submontana e aluvial. A floresta ombrófila aberta submontana está presente em algumas manchas nos quadrantes nordeste e noroeste e melhor distribuído e preservado na parte sul; cresce sobre solos antigos, fortemente intemperizados, podendo ocorrer afloramentos de rochas e seixos superficiais, derivados do embasamento cristalino. Desenvolvem-se sobre solos podzólicos vermelho-amarelo distróficos e latossolos vermelho escuro e em áreas de relevo associadas às superfícies de aplanamento.

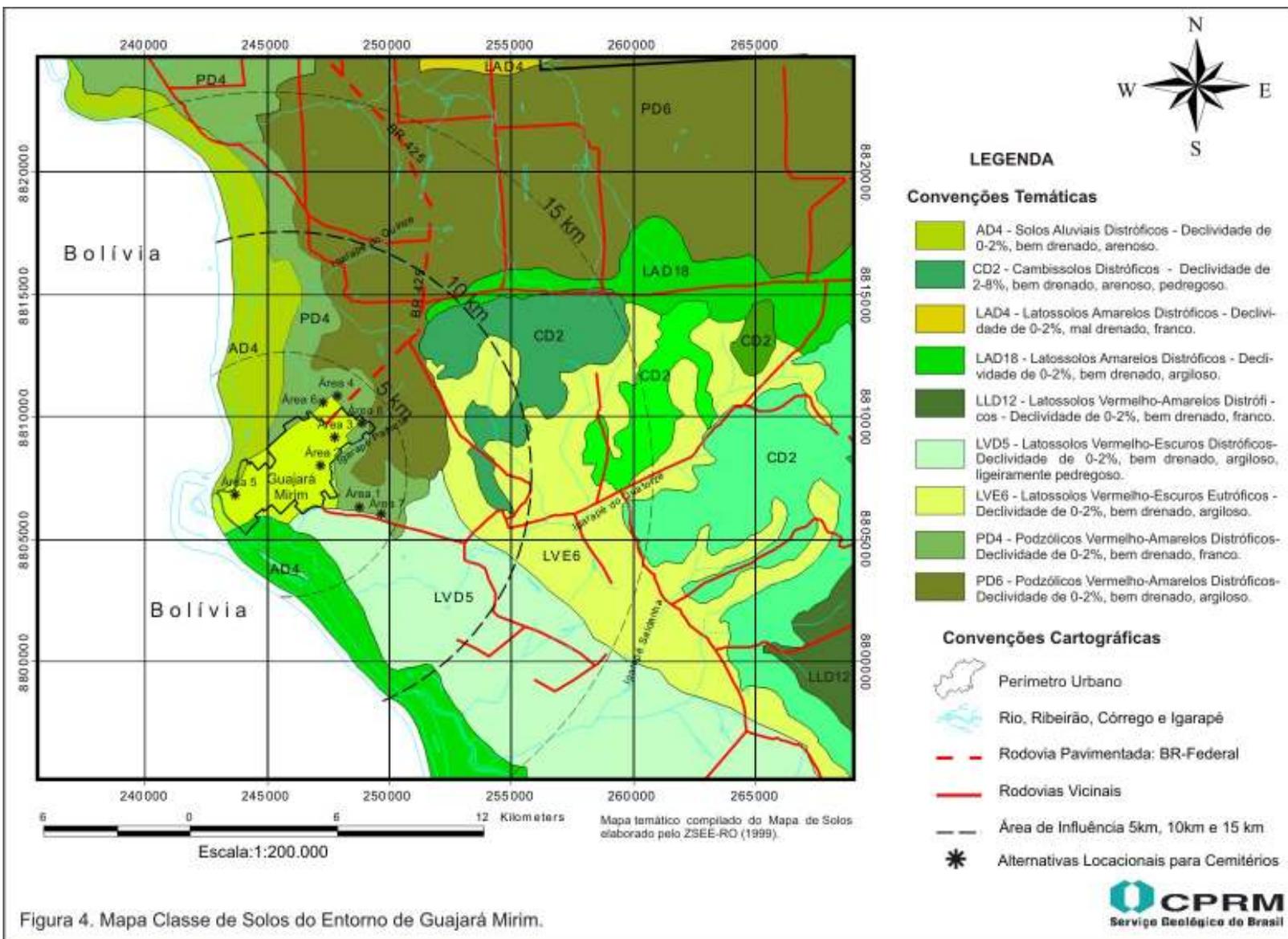


Figura 4. Mapa Classe de Solos do Entorno de Guajará Mirim.

A floresta ombrófila aberta aluvial ocupa porções restritas na parte sul, associadas às planícies aluvionares e áreas de planície de inundação de rios com forte sazonalidade; pode ocorrer ainda nas várzeas dos rios. Desenvolve-se sobre latossolos vermelho-escuro distróficos.

A floresta ombrófila densa, de um modo geral, exibe um dossel contínuo, fechado, com domínio de árvores na abóbada, sem associações co-dominantes. Na área, foi caracterizado um subtipo aluvial, em faixas ao longo do rio Mamoré, entre a cidade de Guajará Mirim e a foz do rio Bananeira, possuindo larguras médias de 1-1,5 km. Associam-se a solos aluviais distróficos, mal drenados, que podem ficar saturados durante as chuvas de inverno, inundando o terreno. São comuns micro-canais de drenagem, produzindo um relevo irregular. Espécies vegetais como paxiúba e açai ocorrem com frequência em solos mal consolidados, como esses.

Na Serra dos Pacaás Novos formada por arenitos da Formação Palmeiral, desenvolve-se uma cobertura vegetal do tipo savana ou cerrado recobrando estes sedimentos, produzida por estacionalidade de origem hídrica, sendo definidas por um estrato herbáceo ou gramíneo contínuo, ou então algumas feições florestadas. Dois subtipos foram caracterizados no entorno de Guajará Mirim: um, a savana arborizada (cerrado arbóreo-arbustivo), densamente povoada por elementos arbóreos, formando ilhas ou aglomerados, as quais se somam o estrato arbustivo e outro, a savana florestada (cerradão), que representa uma forma transitória para floresta, crescendo sobre solos ácidos e pobres, com certo grau de retenção hídrica, aumentando a biomassa. São desenvolvidas sobre cambissolos distróficos.

Uma floresta de transição entre formações savânicas e florestadas desenvolve-se em vales da região serrana, onde os terrenos encontram-se dissecados. Os solos são pobres, definidos como cambissolos distróficos.

A região de baixios, compreendida pelo curso inferior do rio Pacaás Novos e o rio Mamoré, periodicamente inundável, foi favorecida pela implantação de formações pioneiras fluviais, compreendendo as variações herbácea (ou graminóide) e arbustiva e/ou arbórea. O tipo herbáceo compreende formações campestres e localizadas em áreas baixas que passam a maior parte do tempo inundado e o tipo arbustivo e/ou arbórea situam-se em depressões de planícies, com relevo plano e altitudes inferiores a 100 metros. Ocorrem de maneira restrita, dispondo-se em cordões aproximadamente paralelos aos rios ou meandros abandonados. Os solos presentes sob essa vegetação são aluviais distróficos.

A dinâmica de ação antrópica exercida sobre a parte norte nos últimos anos, resultou em profunda modificação da paisagem, transformando extensas porções originalmente cobertas por mata nativa em áreas de pastagem ou capoeira. No entorno de Guajará Mirim, principalmente ao longo de suas vias de acesso (BR-425, Estrada do Palheta e ramais menores)

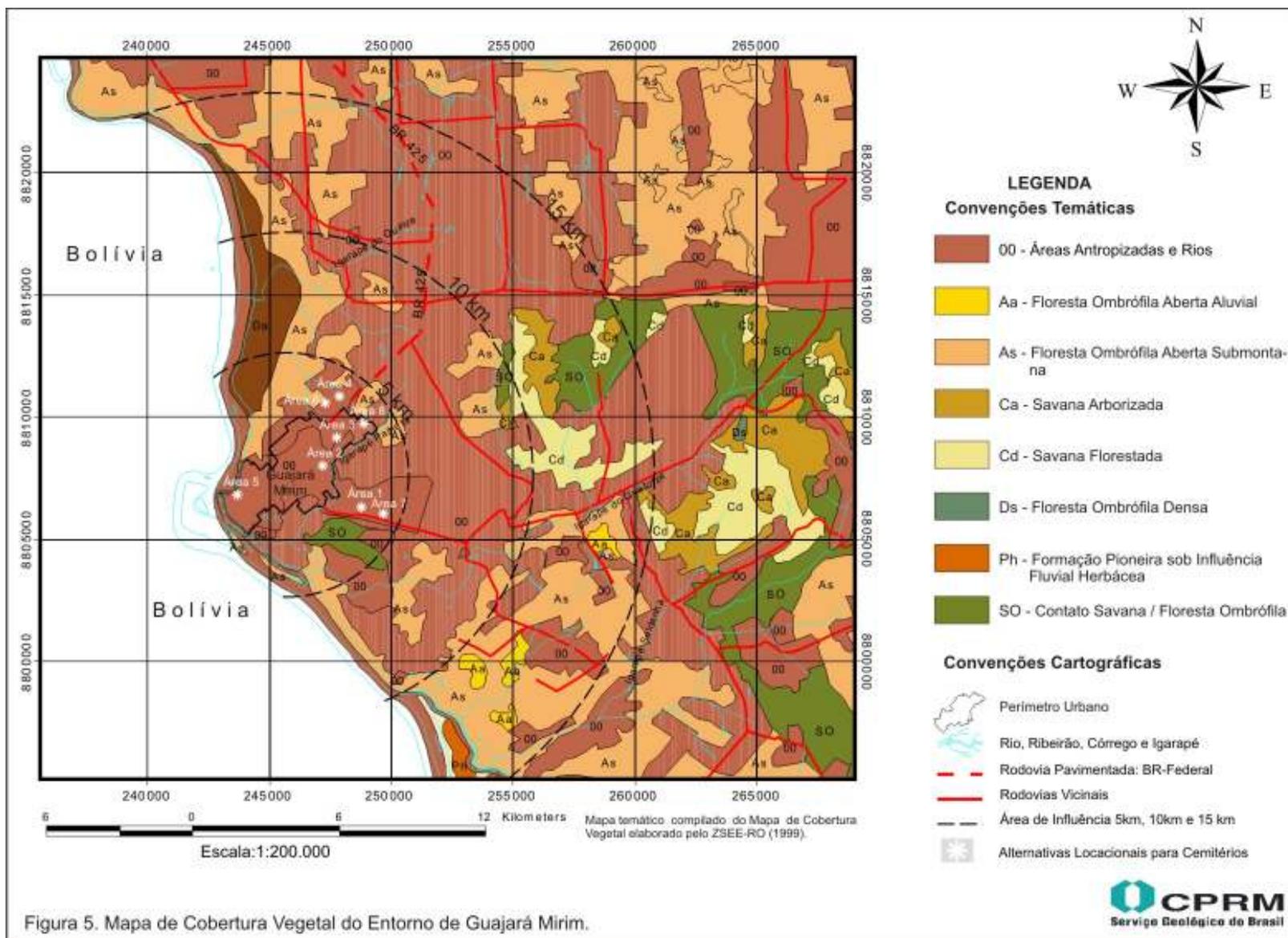


Figura 5. Mapa de Cobertura Vegetal do Entorno de Guajará Mirim.

ocorre hoje forte pressão para ocupação urbana. Os solos presentes na área desmatada são predominantemente podzólicos vermelho-amarelo distróficos e latossolos vermelho-escuros eutróficos.

### **3.5. Clima**

Os dados climáticos indicados nesse trabalho estão amparados na estação da ANEEL localizada em Guajará Mirim no período abrangido pelos anos 1971 a 1995, bem como na estação meteorológica automática de Guajará Mirim, localizada no Aeroporto. Segundo a classificação adotada (Köppen, 1948), o clima da região corresponde ao tipo Aw – Clima Tropical Chuvoso, com média climatológica da temperatura do ar durante o mês mais frio superior a 18° e um período seco bem definido durante a estação de inverno (junho a agosto) quando ocorre na região um moderado déficit hídrico, com índices pluviométricos inferiores a 50 mm/mês. A média anual da precipitação pluvial na região estudada atinge em média 2000 mm/ano e a média anual de temperatura do ar entre 24 e 26° C.

A região, eventualmente, encontra-se sob a influência de anticiclones que se formam nas altas latitudes e atravessam a Cordilheira dos Andes em direção ao sul do Chile. Por vezes são intensos, condicionando a formação de aglomerados convectivos, gerando sistemas frontais no sul do país, que podem se deslocar em direção à região amazônica, causando o fenômeno de friagem, quando então as temperaturas mínimas do ar podem atingir valores inferiores a 12° C.

O clima da área caracteriza-se ainda por apresentar uma homogeneidade espacial e sazonal da temperatura média do ar, com pouca variação ao longo do ano. Por outro lado, a pluviosidade apresenta uma variabilidade temporal e em menor escala, a espacial. No decorrer do ano, ocorrem duas estações bem definidas: a chuvosa entre os meses de outubro a abril, onde se concentra mais de 90% da precipitação anual e a seca, entre junho e agosto. A média anual da umidade relativa do ar gira em torno de 80 a 90% no verão e no inverno (estação seca) estão em torno de 70%. A média da precipitação anual no período 71/95 é de 1585 mm, conforme consta no Boletim Meteorológico nº-1. Na Serra dos Pacaás Novos, provavelmente ocorram índices menores de precipitação pluvial média, conferindo-lhe um micro-clima. Embora não existam dados, assume-se que a evapo-transpiração potencial é alta durante todo o ano, com valores superiores a 100 mm/mês, e anualmente não excede a precipitação anual observada.

### **3.6. Recursos Hídricos**

Na região do entorno de Guajará Mirim desenvolve-se uma rede hidrográfica expressiva e densificada, comportando drenagens de 1ª ordem até cursos d'água volumosos como o rio Mamoré, principal rio da área, que flui com sentido sul - norte. Esse rio possui uma largura média de 1000 a 1200 metros, exibindo numerosas ilhas ao longo do seu percurso, das quais a mais expressiva, Ilha de Guajará Mirim, situa-se defronte a cidade homônima. Evidências geológicas indicam um controle tectônico N-S, sem desenvolver planície aluvial significativa, sendo comuns os afloramentos rochosos em seu leito. Os afluentes principais identificados na área de estudo são os rios Pacaás Novos e Bananeiras, e os igarapés do Quatorze e do Quinze.

O rio Pacaás Novos, principal afluente pela margem direita, nasce na extremidade leste da serra homônima, percorrendo cerca de 200 km até desembocar a montante de Guajará Mirim, caracterizando-se pela água de coloração preta, com um baixo volume de material em suspensão. O principal afluente na área é o Igarapé Saldanha, de pequeno porte.

O Igarapé Palheta, afluente do Igarapé do Quatorze, possui todo o seu curso abrangido pelo presente estudo, cruzando a área urbana pela parte SE - SW, estando parcialmente comprometido pela ocupação humana, e necessitando de cuidados imediatos visando sua preservação, seja pela possibilidade de riscos a saúde humana por doenças de veiculação hídrica, como também abrigar vários balneários ao longo do seu percurso.

O processo de desmatamento observado a norte da mancha urbana, para a implantação de áreas de pastagem, trouxe consigo o assoreamento de pequenos igarapés, tornando-se intermitentes, praticamente desaparecendo na estação seca. Essa ação é favorecida ainda pelo aporte expressivo de sedimentos, oriundos das elevações existentes nas proximidades.

Do ponto de vista de potencialidade hidrogeológica, as planícies aluviais do rio Mamoré são as mais importantes, seguido pelas áreas cobertas por sedimentos antigos formadores da Serra dos Pacaás Novos e de onde se originam rios como o Pacaás Novos e o Ouro Preto. No perímetro urbano existem dezenas de poços tubulares explotando os aquíferos existentes nos sedimentos cenozóicos, com profundidade média de 25 metros e vazão média de 5 m<sup>3</sup>/h.

O abastecimento público da área urbana, oferecido pela Cia. de Águas e Esgotos de Rondônia - CAERD é efetuado a partir do tratamento de águas superficiais, coletadas no Rio Mamoré e parcialmente no Igarapé do Palheta. Entretanto, uma parcela significativa da população, principalmente na região periurbana, utiliza água subterrânea obtida em poços e cacimbas. Poços tubulares mais profundos, estimados em algumas unidades, são utilizados por uma parcela da população de maior poder aquisitivo, por conjuntos residenciais ou por empresas, em profundidades variáveis entre 20 a 50 metros, e de vazões igualmente variáveis, estimada em 5 a 7 m<sup>3</sup>/h, em média.

No período de inverno, onde as taxas de precipitação são expressivas, com elevação do nível freático e transbordamento de drenagens, associado ao relevo em forma de superfi-

cies de aplanamento, são comuns as áreas inundadas, particularmente na porção sudoeste, formando-se inclusive pequenas lagoas. A partir da interpretação criteriosa das imagens de satélite em escala 1:50.000 e 1:100.000, foi possível identificar as áreas submetidas a inundações periódicas e/ou de umidade elevada, que poderiam representar terrenos não favoráveis à implantação de cemitérios. Os parâmetros utilizados dizem respeito às 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 se procedeu a uma melhor caracterização quanto à sua real localização, à proximidade de drenagens, à taxa de infiltração no solo e ao substrato litológico. No quadrante sudoeste, 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 o fim pretendido.

### **3.7. Uso Atual do Solo**

Dados coletados em levantamentos realizados pelo Zoneamento Socioeconômico e Ecológico de Rondônia (SEPLAN, 2000) e atualizados a partir de imagens de satélite e dados de campo, indicam que o maior uso atual da terra na área de entorno de Guajará Mirim está relacionado à implantação de projetos de pecuária, através do plantio de pastagem, mormente na parte norte. Observam-se ainda esparsas manchas de áreas que foram utilizadas pelo homem e sem uso produtivo atual, e que podem estar em processo de regeneração, com o desenvolvimento de uma vegetação secundária, tipo capoeira (Figura 6).

A vegetação nativa do tipo floresta tropical mantém-se parcialmente intacta nas áreas inundáveis, próximas ao rio Mamoré, ou então como ilhas dispersas nas áreas de pastagem. Nas áreas de relevo mais pronunciado, bem como em suas encostas, preserva-se uma vegetação do tipo cerrado, favorecido pela aridez dos solos e pelo próprio relevo.

É interessante destacar que a maior parcela do território municipal encontra-se protegido por unidades de conservação – terras indígenas, parques e reservas extrativistas, superando 90% de áreas protegidas.

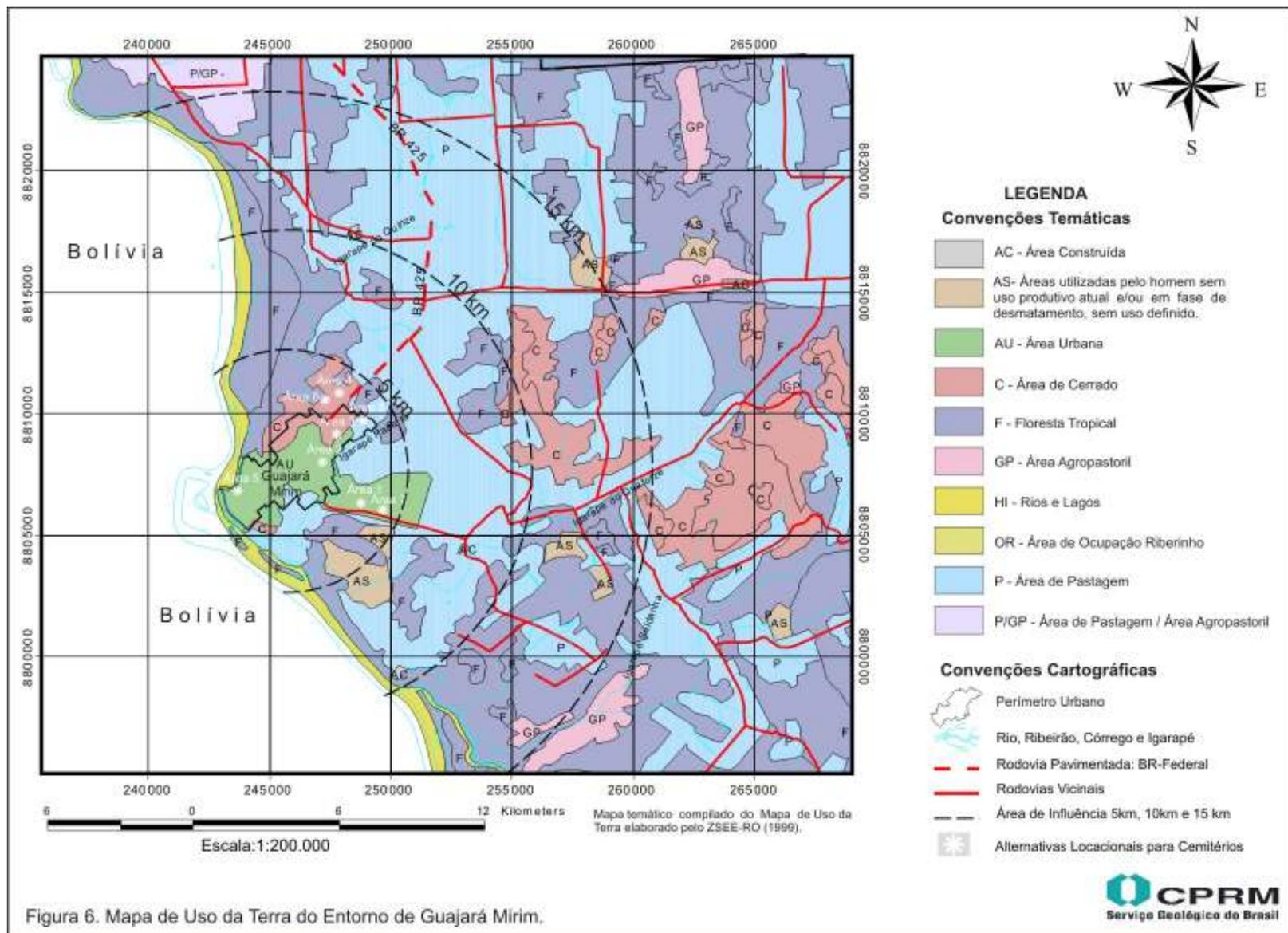


Figura 6. Mapa de Uso da Terra do Entorno de Guajará Mirim.

## 4. METODOLOGIA DE TRABALHO

### 4.1. Considerações Iniciais

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

Com fulcro nessa disposição, políticas públicas associadas ao meio ambiente estão sendo gradativamente implantadas no País. A adoção de políticas públicas voltadas ao saneamento básico, associadas também à questão de disposição de resíduos sólidos urbanos e mais recentemente a adequabilidade de áreas para cemitérios, representam um marco importante no equacionamento desses temas para os municípios brasileiros. Este procedimento irá erradicar gradativamente da paisagem locais inadequados para lixo e sepultamentos, que geram graves impactos ao meio ambiente.

A cultura brasileira quanto à implantação de cemitérios quase sempre implica na adoção de soluções imediatistas, através da escolha de áreas sem um necessário diagnóstico do meio biofísico, favorecendo a degradação ambiental. A escolha de áreas apropriadas para esta atividade é uma medida indispensável a grande maioria dos municípios brasileiros; entretanto, essa escolha nem sempre oferece opções realmente adequadas em face da sua escassez por serem áreas densamente urbanizadas e de alto valor agregado.

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

A metodologia de trabalho e os critérios técnicos utilizados seguiram a orientação de alguns trabalhos já desenvolvidos sobre o tema, tais como CETESB (1983), PACHECO (s/d) e MAGALHÃES (s/d), úteis para a obtenção de informações sobre áreas de cemitérios, além de trabalhos apresentados no congresso da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS (2002). Serviu também como fonte de consulta a dissertação de mestrado de MIOTTO, S. L. (1990), que trata da adequabilidade de áreas para cemitérios.

Na seleção de áreas, alguns aspectos básicos devem ser considerados. As áreas indicadas devem apresentar plenas condições para a elaboração do projeto e implantação do ce-

mitério, pois muitas vezes áreas tecnicamente adequadas não demonstram condições de negociação com os proprietários, fato este que inviabiliza a implantação do investimento. Ressalta-se que no atual trabalho, devido à limitação de tempo disponível, não foi possível contatar os proprietários das áreas indicadas como mais favoráveis e, portanto, não foi estabelecido o valor de venda das terras.

A seguir, serão descritas sucintamente as diversas atividades desenvolvidas para a seleção de áreas favoráveis à implantação dessa obra de engenharia em Guajará Mirim, Rondônia.

#### **4.2. Consolidação das Informações Disponíveis**

Nesta etapa inicial, foram consolidadas e avaliadas todas as informações obtidas nos trabalhos Mapa Geológico de Rondônia (QUADROS & RIZZOTTO, 2006), Zoneamento Socioeconômico - Ecológico de Rondônia (SEPLAN / ITERON, 1999), Zoneamento Ecológico - Econômico da Região Fronteira Brasil - Bolívia (ADAMY *et alii*, 2000), Diagnóstico do Sistema de Limpeza Pública da Cidade de Guajará Mirim (SEM AUTOR, 2000). Além destes trabalhos, foram selecionadas fotos aéreas nas escalas 1:70.000, datadas de 1963/66 e na escala 120.000 (SACS), de 1974, imagem de satélite LANDSAT-TM, escala 1:250.000, banda 3, data de julho de 1993, e outros mapas disponíveis na REPO.

Durante as atividades de campo, promoveram-se reuniões com os responsáveis pelas Secretarias Municipais de Meio Ambiente e Obras e Serviços Públicos, quando foram abordados temas diversos associados ao empreendimento pretendido, tais como a identificação dos vetores de expansão urbana e a localização de setores industriais, comerciais e residenciais. Enfatizou-se ainda uma apreciação do sistema viário da malha urbana e do seu entorno, considerando que a implantação de um cemitério requer boas condições de acessibilidade em todos os períodos do ano. Em contatos com a Secretária Municipal de Meio Ambiente, procedeu-se ainda a apresentação de algumas áreas selecionadas em fotografias aéreas, bem como uma avaliação preliminar de sítios sugeridos por este órgão municipal, os quais seriam totalmente visitados durante a etapa de campo propriamente dita.

Em estudo comparativo efetuado com produtos de sensoriamento remoto, seja com o uso de fotografias aéreas dos anos 70 ou com imagens de satélite mais recentes, constatou-se um expressivo crescimento da mancha urbana em relação àquela existente em décadas passadas, evidenciando-se que os principais eixos de expansão apontam para os quadrantes NE e SE, associados nitidamente à expansão da malha viária.

As discussões promovidas com os técnicos da Prefeitura foram importantes para que se possa realizar uma avaliação mais precisa a respeito de cada área selecionada para implantação do cemitério. Considerou-se uma projeção futura de no mínimo 15 anos para a expansão

urbana e eventuais variações na largura da faixa de domínio das rodovias federais estaduais e municipais.

Desta forma, esta cidade não deverá ser objeto de um processo migratório em larga escala nas próximas décadas, o que acarretaria um incremento considerável em sua população urbana e como conseqüência, um aumento considerável do número de sepultamentos. Assim sendo, a área selecionada pelo presente estudo possibilitará a sua utilização por um largo intervalo de tempo, evitando-se a busca de novas áreas, se necessário fosse.

#### **4.3. Cálculo da Área Ideal para o Cemitério**

O estudo sistemático de cemitérios e as conseqüências deles advindos quanto à contaminação do meio ambiente remontam a alguns anos, existindo poucas referências quanto à área necessária para sua implantação, inexistindo ainda normas técnicas, tipo ABNT. Evidentemente, uma das premissas básicas a serem utilizadas para essa definição relaciona-se a quantificação da população-alvo. Segundo estimativas fundamentadas no Censo do IBGE (2000), da população recenseada recentemente (IBGE, 2007) e indicativos municipais, a população urbana estimada para os dias de hoje é de 40.000 habitantes.

Uma referência bibliográfica consultada refere-se ao Cemitério da Paz, localizado em uma área nobre de São Paulo, existente desde o ano de 1962, que ocupa atualmente uma área de 120.000 m<sup>2</sup> e para o qual estão previstas 13.000 sepulturas, das quais 12.500 já se encontram ocupadas. Estes valores indicam uma área de 9,2 m<sup>2</sup> para cada sepultura, entretanto não possibilita caracterizar o número de sepultamentos anualmente.

Considerando a população atual e dados obtidos em outros municípios, estima-se uma média mensal atual de 15 a 20 sepultamentos em todas as unidades disponíveis, sejam públicas ou privadas, perfazendo aproximadamente 180 a 200 sepultamentos anuais, estimando-se uma área mínima de 3,60 m<sup>2</sup> por cada sepultura (1,50 m x 2,40 m).

Para o dimensionamento da área ideal para a implantação de um cemitério em Guajará Mirim, foram considerados os seguintes parâmetros:

- ✓ Vida útil do cemitério: 20 anos;
- ✓ Área necessária para cada sepultura: 3,60 m<sup>2</sup>;
- ✓ Taxa de crescimento anual da população: 3,0%;
- ✓ Cortina vegetal de 5 m circundando a área escolhida;
- ✓ N°. de sepultamentos por ano: 200. É importante esclarecer que este valor considera o crescimento populacional da cidade e do seu entorno para os próximos 20 anos;
- ✓ Arborização em torno de 20% da área escolhida, permitindo o restabelecimento ecológico parcial da flora e da avifauna;

✓ Área de apoio e infra-estrutura, administração, capelas, vias de acesso internas, depósitos, incineração de resíduos, etc. (20%);

✓ Vias de acesso.

Consolidando-se estes valores, obtêm-se os seguintes resultados:

✓ Área anual para sepulturas: 720 m<sup>2</sup> (nº. de sepulturas anuais – 200 e área necessária para cada sepultamento – 3,60 m<sup>2</sup>);

✓ Área necessária para 20 anos de utilização: 14.400 m<sup>2</sup>;

✓ Acréscimo de 20% para arborização interna: 2.880 m<sup>2</sup>;

✓ Cortina vegetal de 5 m circundando internamente o empreendimento, estimado em um perímetro de 800 m: 4.000 m<sup>2</sup>;

✓ Área de apoio e infra-estrutura, administração e outras necessidades (20%): 2.880 m<sup>2</sup>;

✓ Vias de acesso internas, sugeridas em 4 ruas com uma extensão total de 1.200 m e 4 m de largura, totalizando 4.800 m<sup>2</sup>;

✓ Área de segurança para utilização eventual (10%): 10.800 m<sup>2</sup>.

O conjunto desses valores alcança uma área de **30.400 m<sup>2</sup>**, ou 3,4 hectares para um novo cemitério público em Guajará Mirim, que deverá atender uma previsão de 2.400 sepulturas num prazo mínimo de 20 anos.

#### **4.4. Critérios Utilizados**

A política ambiental em bases sustentáveis, preservando os ecossistemas, principalmente os solos e os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, implica na existência de uma legislação específica, com normas regulamentadoras para a implantação e operação de empreendimentos potencialmente ou efetivamente poluidores, como é o caso de cemitérios.

A construção de cemitérios horizontais em âmbito municipal, como é a presente situação, implica em um criterioso estudo prévio de áreas pré-selecionadas através de fotografias aéreas, considerando, principalmente, aspectos relacionados com o meio ambiente e a saúde pública. O risco à saúde pública pela implantação de cemitérios em meios urbanos decorre da possibilidade de utilização de águas subterrâneas contaminadas por microorganismos patogênicos oriundos do necrochorume, resultante da decomposição da matéria orgânica. Um dos exemplos citados pela literatura especializada refere-se aos casos de febre tifóide em Paris na década de 70.

De uma maneira geral, os critérios utilizados para pré-definição de áreas para cemitérios aproximam-se daqueles empregados para a indicação de aterros sanitários, enfatizando-se o diagnóstico do meio físico. No estudo do entorno de Guajará Mirim, foram considerados os seguintes aspectos:

- ✓ Caracterização geológica, com a identificação dos litótipos aflorantes na região, procurando-se evitar áreas com substrato rochoso vulnerável, tais como unidades arenosas permeáveis, unidades afetadas por lineamentos tectônicos ou unidades suscetíveis à erosão;
- ✓ Caracterização hidrogeológica, procurando-se descartar unidades favoráveis à presença de aquíferos, áreas de recarga natural, proximidades de poços escavados e tubulares, surgências naturais e sistemas drenantes;
- ✓ Favorabilidade de relevo, priorizando-se áreas planas e elevadas, de baixa declividade (entre 5 a 15%). Terrenos com declividade inferior a 5% favorecem uma maior infiltração das águas superficiais, devido o escoamento lento e quando superior a 15%, o escoamento será muito rápido, acelerando os processos erosivos;
- ✓ Ausência de cobertura vegetal preservada, optando-se por locais já antropizados e de baixa utilização;
- ✓ Natureza do solo (classe textural, permeabilidade e espessura), preferindo-se solos argilo-arenosos, descartando-se solos de permeabilidade média a alta;
- ✓ Profundidade do nível freático superior a 3 m, sendo necessária uma distância mínima de 2 m entre a base da sepultura e o nível freático, estabelecidos obrigatoriamente no período das chuvas;
- ✓ Distância mínima de 500 m de cursos d'água ou de poços escavados ou tubulares. Este critério nem sempre foi possível observar dada à morfologia específica da região, constituída por um relevo colinoso, de interflúvios estreitos e expressiva densidade de drenagem de 1ª ordem;
- ✓ Evitar necessariamente a indicação em áreas protegidas ou de beleza cênica, passível de aproveitamento futuro;
- ✓ Distância mínima de 2 km da mancha urbana, levando em consideração os vetores de expansão urbana e o crescimento futuro da população. Esta distância torna-se necessária, considerando que cemitérios sempre representaram uma ameaça para a população e que aspectos sanitários devem ser incorporados ao empreendimento;
- ✓ As alternativas locais deverão 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. Devido à possibilidade de ocorrência de variação da largura da faixa de domínio, a distância ideal será de 50 m;
- ✓ Dimensão da área requerida em função da população urbana e do seu entorno, onde deverá constar a área de sepultamento e de infra-estrutura do local. O cálculo realizado no item 4.3 indica que no caso do município de Guajará Mirim a dimensão mínima que a

área deverá possuir para ser considerada adequada é de 3,4 ha. Assim sendo, áreas com superfície menor foram descartadas.

- ✓ Considerou-se igualmente a exigência de uma área mais próxima ao centro urbano e de fácil acesso.

Recomendações contidas em trabalhos produzidos pela CETESB, SECTAM/PA e outros autores também foram contempladas quando se procedeu a pré-seleção das áreas estudadas para cemitério.

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 possua um baixo custo para implantação, operação e posterior encerramento dos sepultamentos. Estes critérios referem-se aos aspectos do meio físico e aos aspectos socioeconômicos de cada local selecionado.

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

Depois de definida a área para a implantação do cemitério, é recomendável a adoção de medidas complementares visando atender exigências de ordem sanitária, entre as quais podemos adiantar as seguintes:

- ✓ Sistema de drenagem das águas superficiais, subsuperficiais e pluviais, evitando ao máximo sua percolação e infiltração na área de sepultamento e reduzindo seu fluxo torrencial erosivo;
- ✓ Abastecimento de água através de captação, tratamento, reservação e distribuição;
- ✓ Destinação de uma área para tratamento do necrochorume, drenado por dutos a partir da área de sepultamento;
- ✓ Isolamento do cemitério dos imóveis vizinhos através de uma faixa mínima de 5 m de largura, estabelecida em todo seu perímetro, onde não será efetuado nenhum sepultamento, destituída de pavimentação e que será destinada à arborização, servindo como cortina vegetal;

- ✓ Instalação de poços de monitoramento a montante e a jusante do empreendimento, permitindo o acompanhamento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas;
- ✓ Execução de análises prévias da qualidade da água na área do empreendimento e do seu entorno, estabelecendo os parâmetros de referencia para análises futuras (*background*).

#### **4.5. Interpretação de Fotografias Aéreas e Imagens de Satélite**

Após a definição dos critérios que seriam utilizados, procedeu-se aos trabalhos de foto-interpretção. Foram interpretadas fotografias aéreas convencionais em preto e branco, escala 1:120.000, datadas de 1974 (SACS), disponíveis na REPO. Esta atividade teve como objetivo a identificação do sistema de drenagem da área de entorno de Guajará Mirim, as formas de relevo dominantes regionalmente, merecendo destaque o conjunto serrano da Serra dos Pacaás Novos, a nordeste da cidade. Foram caracterizadas ainda as áreas inundáveis, constituídas predominantemente por solos argilosos, associadas aos antigos canais do rio Mamoré ou sua planície de inundação, que exibem uma tonalidade mais escura na fotografia. Neste aspecto, devem ser observadas as limitações naturais a sul da mancha urbana, devido a inundações sazonais pela elevação do nível fluviométrico do rio Mamoré.

A delimitação da área fotointerpretada levou em consideração também os critérios legais, com o intuito de descartar áreas protegidas por unidades de conservação, verificando-se então a existência de uma restrita faixa na parte nordeste da área, associada a Reserva Indígena do rio Laje.

Com o estabelecimento dos critérios de pré-seleção de áreas, procedeu-se ao trabalho de análise das fotografias aéreas, considerando ainda o sistema viário existente. Como resultado desta análise, foram previamente individualizadas mais de uma dezena de locais que atendiam aos critérios estabelecidos para seleção de áreas adequadas à implantação de cemitério, dos quais foram estudadas in loco apenas oito áreas, descartando-se as demais devido às distâncias envolvidas até o centro da mancha urbana e as condições das vias de acesso disponíveis.

#### **4.6. Trabalhos de Campo**

Após esta fase de estudo preliminar realizada em Porto Velho, procedeu-se ao detalhamento de campo em cada área-alvo. Para identificação dos locais visitados, utilizaram-se as fotografias aéreas em preto e branco, escala 1:120.000. Todos os pontos estudados foram plotados em uma base cartográfica de escala 1:100.000, elaborada na Residência da CPRM de

Porto Velho, contendo a área estudada. As coordenadas geográficas de cada local foram obtidas utilizando-se um GPS marca Garmin, modelo 45.

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 2) indica que a maioria das áreas pré-selecionadas, não apresenta problemas de trafegabilidade em épocas chuvosas, sendo acessíveis durante o ano inteiro, por possuírem pavimento asfáltico, embora se observe a necessidade de alguns reparos em determinados trechos da Estrada do Palheta. Esse quadro favorece a implantação do cemitério em diversas áreas indicadas, representando um baixo dispêndio de recursos para estabelecer as vias de acesso. Durante a execução dos trabalhos de campo, algumas áreas pré-selecionadas foram descartadas, embora ainda estejam indicadas no Anexo 1. As justificativas para este descarte incluem fatores diversos tais como a dimensão reduzida da área utilizável, condições de acesso menos satisfatórias, com leito da estrada não pavimentado, o que tornaria indispensável à prática de manutenção mais freqüente, inexistência de acesso, distâncias excessivas em relação ao centro geométrico da cidade, relevo inapropriado, proximidade de água superficial e intensa ocupação e uso do solo.

Os trabalhos de campo permitiram verificar que as áreas 1 e 7, localizadas na Estrada do Palheta, se escolhidas forem, necessitarão de melhorias mais substanciais na cobertura asfáltica atualmente existente, bem como recuperação na passagem sobre o Igarapé do Palheta, em más condições de conservação.

Constatou-se que na maioria das áreas estudadas, não existem restrições quanto ao nível freático, dispostas em profundidades superiores a 5 metros, adequadas para uma boa percolação dos possíveis líquidos contaminantes. As exceções ocorrem por conta da Área 1 onde o nível freático situa-se próximo à superfície do terreno e a Área 5, por estar a montante de um terreno alagadiço, mormente na estação das chuvas.

Durante os trabalhos de campo, o substrato rochoso e o solo predominante foram objetos de observação. O substrato rochoso da maioria dos pontos estudados (Pontos 1, 2, 3, 7 e 8) relaciona-se com as Coberturas Sedimentares Indiferenciadas, de idade terciária - quaternária (NQ<sub>i</sub>), amplamente dominantes na região, aos quais se associam um solo podzólico argiloso na parte norte e latossolos argilosos na parte sul. Por outro lado, as áreas 4, 5 e 6 estão cobertas por depósitos aluvionares quaternários, aos quais se vincula um solo aluvial, arenoso. Parece-nos bastante provável que o Complexo Jamari esteja sendo recoberto pela unidade NQ<sub>i</sub> em todos os pontos, aflorando (Área 4) ou não em função da taxa de erosão. Verifica-se ainda em quase todos os pontos, a presença em maior ou menor grau de um solo concrecionário, de natureza laterítica, recobrimdo a superfície do terreno.

Ressaltamos que a área total coberta por uma vegetação nativa identificada nas fotografias aéreas, datadas da década de 70, encontra-se hoje bastante modificada devido à ação antrópica. A imagem de satélite e os trabalhos de reconhecimento de campo demonstraram, no entanto, que as áreas pré-selecionadas fora do perímetro urbano constituem extensas áreas de pastagens ou de práticas agrícolas (Área 1), onde ainda se pode observar restritas manchas de mata nativa próximas aos cursos d'água ou até mesmo dispersas no terreno. Por sua vez, as áreas 2, 3 e 5, indicadas pela Secretaria de Meio Ambiente, localizadas na mancha urbana, estão totalmente antropizadas.

A vegetação de cerrado mapeada nas áreas arenosas da Serra dos Pacaás Novos mantém-se praticamente intacta, seja pela própria morfologia ou então pela inexistência de madeiras de interesse econômico.

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

## **5. A DISPOSIÇÃO FINAL DOS SEPULTAMENTOS**

### **5.1. Conceitos Gerais**

Conceitos associados a saneamento ambiental não constavam das prioridades estabelecidas pelas administrações municipais até algumas décadas passadas. A partir do crescente avanço do desenvolvimento em bases sustentáveis iniciado nos anos 70, com a conscientização evolutiva dessas autoridades e da própria população organizada, modificações substanciais foram sendo introduzidas no tratamento dessa questão. Uma contribuição fundamental foi proporcionada por órgãos do governo central, ao abrirem linhas de financiamento para o atendimento municipal da problemática ambiental. No plano atual do conhecimento, merece destaque as Conferências Municipais das Cidades, realizadas periodicamente, onde um dos temas básicos alinha-se exatamente com o saneamento ambiental.

A implantação de cemitérios carrega consigo possíveis impactos ao meio ambiente, através da concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas e a eventual presença de microorganismos patogênicos (bactérias e talvez vírus), onde o impacto físico mais importante está no risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas. A contaminação em cemitérios pode atingir o nível freático através do necrochorume – líquido liberado de forma intermitente pelos cadáveres em putrefação, transportados pelas águas infiltradas nas covas ou pelo contato dos corpos com a água subterrânea. Esse necrochorume constitui uma solução aquosa rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, de cor castanho-

acinzentada, viscosa, polimerizável, de cheiro forte e com grau variado de patogenicidade (MATOS & PACHECO, 2002).

Além de impactos ambientais associados a decomposição dos corpos, a contaminação pode ocorrer também por metais tóxicos e pesados, dissolvidos nas águas infiltradas em consequência da lixiviação dessas substâncias presentes nas guarnições, tintas e vernizes dos ataúdes. Esse processo de contaminação se renova a cada período chuvoso, embora não esteja ausente na estação seca.

O processo de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos é agravado se a localização e operação dos cemitérios forem inadequadas, não só no próprio local, como se estendendo para o entorno, aumentando o risco à saúde das pessoas ou até mesmo de animais domésticos usuários dessa água. A intensidade e velocidade de contaminação das águas subterrâneas vinculam-se diretamente ao tipo de aquífero. Em aquíferos granulares, a circulação das águas é lenta, mesmo com altos índices de vazios, devido à atração molecular e da ação da capilaridade, enquanto que aquíferos fraturados, onde podem existir grandes espaços vazios, esta velocidade de circulação das águas é maior.

Uma feição importante a ser considerada quando da implantação de cemitérios diz respeito à espessura da zona não saturada, que se constitui em uma barreira contra a contaminação da água subterrânea, abrandando ou eliminando contaminantes. Trata-se de uma camada limitada superiormente pelo próprio perfil do solo e inferiormente pela zona saturada, com uma condição química normalmente aeróbica e frequentemente alcalina. Quando a contaminação possui um caráter persistente, como em cemitérios, a zona não saturada retarda a migração dos contaminantes até a zona saturada. Desta forma, a espessura desta zona é fator determinante para a filtragem dos líquidos resultantes da decomposição dos corpos sepultados. Por outro lado, se o sepultamento ocorrer em terrenos muito úmidos, poderá ser favorecido o processo de conservação do corpo sepultado (saponificação), revestindo-se de importância uma espessura mínima da zona não saturada e da umidade equilibrada, que favoreça a decomposição. Em climas tropicais, como na Amazônia, onde ocorre uma estação chuvosa com altos índices de pluviosidade e uma taxa de infiltração significativa, com elevação do nível freático e a redução da zona não saturada, a seleção adequada de terrenos para cemitério deve ser uma prioridade da administração pública.

A natureza do solo presente na zona não saturada também desempenha um papel significativo na retenção de microrganismos patógenos, presentes nos líquidos resultantes do processo de decomposição de cadáveres. No processo de decomposição é gerado um líquido humoroso conhecido como necrochorume, onde a matéria orgânica torna-se liquefeita, estando presente uma série de microrganismos que contribuem para esse processo, oriundas do próprio cadáver e do solo circundante. Substâncias tóxicas como a cadaverina e a putrescina es-

tão presentes nesse líquido, contaminando o solo e os recursos hídricos. Este líquido atinge uma média de 10 litros por cadáver.

Estudos publicados têm revelado que a capacidade de retenção de um solo é inversamente proporcional a sua condutividade hidráulica. Assim, solos arenosos possuem uma menor capacidade de retenção do que solos argilosos. Este fato implica também na necessidade de ser determinada uma faixa de proteção lateral no perímetro do cemitério onde não haja sepultamentos, permitindo uma zona de depuração de contaminantes.

Fenômenos de conservação de corpos (saponificação) também podem ser vinculados à natureza do solo e a presença de umidade. Solos argilosos favorecem este processo, devido à impermeabilidade, principalmente na estação das chuvas, mantendo a umidade elevada e à difícil aeração (MIOTTO, 1990).

PACHECO (In MIOTTO, 1990) ao considerar que o processo de decomposição de um cadáver ocorre em um período variável entre um a oito anos e de que os sepultamentos ocorrem de forma aleatória dentro de um cemitério, afirma que o risco de contaminação é extensivo, provocando um contínuo processo transformativo da área atingida, afetando o sistema solo e água. O necrochorume pode se infiltrar até o aquífero subjacente, espalhando-se arealmente em subsuperfície, afetando as águas subterrâneas passíveis de utilização em pontos mais distantes. Verifica-se, portanto, a vulnerabilidade do aquífero sujeitando-o a contaminação por largos espaços de tempo e por extensões significativas.

O processo de contaminação pode atingir também as águas superficiais, notadamente nas estações de alta pluviosidade, por escoarem para sepulturas com alguma abertura e serem contaminadas pelos corpos em decomposição. Em cemitérios tipo parques, esta infiltração é mais acentuada e mais atuante como agente contaminante, principalmente quando os sepultamentos são por simples inumação. Recomenda-se, portanto, um sistema de drenagem adequado possibilitando a captação das águas que circulam no interior da área do cemitério, favorecendo uma depuração antes de serem eliminadas (MIOTTO, op. cit.).

Na Amazônia, durante o período chuvoso, os terrenos baixos favorecem a elevação do nível freático, podendo até mesmo aflorar superficialmente, quando então junta-se as águas superficiais, aumentando exponencialmente a contaminação em locais utilizados como cemitérios.

Depreende-se do conjunto destas observações que a identificação de áreas para cemitérios deve sempre levar em conta as características geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas. Desta forma, os riscos associados à má localização por determinados condicionantes tais como a natureza do solo, a capacidade de infiltração, tipo de substrato, a morfologia do terreno, além da persistência da fonte de contaminação, traduzem-se em empreendimentos geradores de graves impactos ambientais.

## 5.2. Situação Atual do Cemitério Santa Cruz

A cidade de Guajará Mirim, cuja origem remonta ao início do século XX, associada à exploração dos produtos da floresta, conta atualmente com uma população estimada de 40.000 habitantes, que dispõem de apenas uma unidade pública de sepultamento – Cemitério Santa Cruz. Esta unidade está situada na parte central da cidade e próxima do rio Mamoré, onde se observa uma intensa ocupação espacial, com significativa densidade demográfica (Figura 7). Este cemitério localiza-se no encontro das avenidas Quintino Bocaiúva e Pimenta Bueno, Bairro Tamandaré, ao lado das instalações da empresa Real Norte, ocupando uma área aproximada de 10.000 m<sup>2</sup> (100 x 100 m), onde os primeiros sepultamentos ocorreram a mais de 50 anos, estimando-se um número superior a 3.000 sepultamentos até a presente data e uma média anual de 180 a 200 enterros (Figura 8), sendo que em 2007 foram sepultadas aproximadamente 100 pessoas.



Figura 7. Cemitério Santa Cruz e o seu entorno. (Fonte: Google Earth, 2007).



Figura 8. Cemitério Santa Cruz. Vista Frontal.

Segundo informações prestadas pela administração local, este cemitério encontra-se praticamente exaurido para novos sepultamentos, com sobreposição da disposição de corpos, excetuando-se jazigos familiares e vagas abertas por remoções e/ou abandonadas. Apresenta uma razoável estrutura interna, com um precário arruamento estabelecido.

O cemitério evidencia uma morfologia aplainada, suavemente inclinada para a parte distal do terreno, não excedendo a 15°. Esta topografia possibilita um escoamento rápido das águas pluviais, que podem ser acumuladas no muro marginal do cemitério, agravado pela elevação do nível freático na estação chuvosa, constatado na parte mais baixa do terreno. A vegetação nativa foi totalmente erradicada, observando-se algumas árvores dispersas na área.

Durante a etapa de campo (novembro), a intensa atividade desenvolvida pelos habitantes da cidade pela proximidade do Dia de Finados, para a limpeza das sepulturas e a remoção da vegetação secundária existente em toda a área do cemitério, possibilitou constatar a natureza arenosa do subsolo, predominante na parte dos fundos do terreno, sugerindo uma boa permeabilidade do terreno, favorável a percolação de fluídos, inclusive oriundos da decomposição dos corpos sepultados (necrochorume), representando um risco de contaminação do subsolo e das águas subterrâneas.

Nesta mesma oportunidade, foi caracterizada a proximidade do nível freático, com profundidade média de 1 m, principalmente na parte mais distal do terreno, o que dificulta a plena utilização do espaço ainda disponível do cemitério. Certamente, na estação das chuvas, o pro-

blema agrava-se, dificultando ainda mais a realização de sepultamentos. De posse desta informação, tornou-se indispensável uma avaliação do entorno do empreendimento, para verificar eventuais danos ambientais por ele provocados. Foi possível assim, constatar uma superfície rebaixada (“brejada”) por trás do cemitério, onde se acumula água originada tanto de precipitações, como da proximidade do nível freático já caracterizado nos fundos do cemitério. Acredita-se que teores anômalos de determinados elementos deverão ser identificados em amostras de água coletadas neste brejo, o qual deverá ser submetido a um monitoramento periódico.

Este monitoramento das águas subterrâneas leva em consideração igualmente a alta taxa de ocupação humana observada no entorno do cemitério, notadamente em direção ao rio Mamoré, onde o abastecimento de água é realizado por poços amazonas, existentes em grande número. Portanto, o empreendimento está associado a impactos ambientais não devidamente mensurados, exigindo uma solução em curto prazo, com a definição de um local mais apropriado tecnicamente e que conduzirá, em curto prazo, o encerramento das atividades no Cemitério Santa Cruz.

Considerando a inserção deste cemitério junto a uma área densamente povoada e a própria exaustão para novos sepultamentos, é recomendável sua gradativa desativação. As águas superficiais poderão ser captadas através de um sistema de drenagem, evitando-se sua acumulação nas partes baixas e sendo conduzidas posteriormente a um local onde possa ser depurada, impedindo sua infiltração no subsolo e a contaminação das águas subterrâneas porventura existentes no seu entorno.

Partindo do pressuposto da existência do registro de todos os sepultamentos aí efetuados, recomenda-se a elaboração de um banco de dados em meio digital, que favoreça o controle e acompanhamento destas atividades; se este registro não existir, torna-se necessário proceder a um levantamento dos dados existentes para sua realização.

## **6. RESULTADOS OBTIDOS**

### **6.1. Diretrizes Básicas**

Os trabalhos realizados em campo, associados às atividades preliminares desenvolvidas em escritório, possibilitaram coletar informações a serem abordadas antes de se proceder à descrição e à avaliação das áreas selecionadas. As características fundamentais de cada área são apontadas nas fichas de descrição já referenciadas no item anterior (Anexo 1).

A análise preliminar do entorno da sede municipal com o uso de fotografias aéreas e imagens de satélite permitiram a identificação de alternativas locais favoráveis à implantação de uma nova unidade municipal de sepultamentos, as quais foram avaliadas quando da

verificação de campo. Procedeu-se igualmente uma confrontação entre essas áreas e os vetores de expansão da sede urbana, associada à taxa geométrica de crescimento populacional anual.

É importante considerar também a constatação de fatores físicos limitantes à definição de áreas, os quais reduziram as alternativas pré-selecionadas. Entre esses fatores podem ser indicados os seguintes:

- ✓ A conformação geográfica do município, limitada a oeste pelo rio Mamoré, estabelecendo a fronteira internacional com a República da Bolívia;
- ✓ Características morfológicas do entorno da mancha urbana, definidas por duas grandes unidades, representadas pelo conjunto serrano dos Pacaás Novos e pela superfície aplainada das coberturas cenozóicas, com fatores limitantes específicos;
- ✓ Distribuição de unidades de preservação e/ou proteção ambiental no entorno da cidade, tais como o Parque Estadual dos Pacaás Novos, Reserva Extrativista do Ouro Preto e a Terra Indígena do Laje, restringindo a área de pesquisa de campo;
- ✓ A extensa planície de inundação do rio Mamoré, que ocupa extensas áreas no período das chuvas, além de contribuir para a elevação do nível freático constatada na região;
- ✓ A necessidade de uma distância relativamente curta do centro da cidade e com acesso em boas condições de trafegabilidade;

Conforme mencionado anteriormente, foram avaliadas 8 (oito) áreas a uma distância máxima de 5 km do centro urbano de Guajará Mirim, sendo que algumas delas estão inseridas na própria mancha urbana.

Na seleção de áreas, procurou-se priorizar áreas possuidoras de vias de acesso em melhores condições, preferencialmente pavimentadas e que não seccionem trechos densamente habitados. Sob esta ótica, destacam-se as áreas 4 e 6, localizadas junto à rodovia BR-364, em excelentes condições de trafegabilidade. As áreas 1 e 7 são as que apresentam condições mais desfavoráveis de acesso, através da Estrada do Palheta, a qual apesar de dispor de um revestimento asfáltico e ser trafegável durante o ano inteiro, requer recuperação em alguns trechos.

## **6.2. Ensaios Geotécnicos**

A caracterização das áreas pré-selecionadas para a implantação de cemitérios está intrinsecamente associada à definição de parâmetros físicos tais como a permeabilidade (condutividade hidráulica), profundidade do nível freático e a classe de solo. No que se refere à permeabilidade, trata-se de definir as características que influenciam na facilidade de infiltração, percolação e acumulação de água. Esta permeabilidade pode ser estabelecida de forma indire-

ta através da classe textural do solo, porosidade e estrutura, referindo-se predominantemente ao conjunto dos horizontes B e C. A textura do solo está associada às proporções de areia, silte e argila existentes, onde o tamanho das partículas correlaciona-se as dimensões dos poros deste solo, que por sua vez, determinam o movimento da água através do mesmo; desta forma, quanto maiores às partículas do solo, maiores serão os poros e mais rápida a absorção.

A estrutura dos solos diz respeito à tendência das partículas individuais, principalmente as de argila, de se agregarem e formarem aglomerados maiores, podendo ser reconhecida pela forma como o solo se fragmenta. Em atividades expeditas de campo, é possível estimar a permeabilidade de um solo através de sua cor, onde solos avermelhados e amarelados indicam solos mais permeáveis por existir condições de oxidação e movimentos de água e ar, enquanto que solos acinzentados a escuros são menos permeáveis por indicarem falta de aeração e movimentos mais restritos de água e ar.

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

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

Para atender esta exigência, foi prevista a execução de furos de trado de baixa profundidade em todas as áreas selecionadas visando à obtenção de informações que determinassem a adequabilidade necessária ou não para o fim pretendido.

O teste de infiltração utilizado para determinar a permeabilidade ou condutividade hidráulica da zona não saturada nas áreas pré-selecionadas para implantação do cemitério do município de Guajará Mirim foi o ensaio de rebaixamento, de acordo com a metodologia recomendada pela ABGE (1996). Esse ensaio consistiu em se perfurar o solo com um trado mecânico, com broca de 10,16 mm (4") de diâmetro, até a profundidade de 2,00 metros. A partir de então, inseriu-se um tubo de PVC com 0,5 metros de comprimento dentro do furo. O furo foi então preenchido com água até sua borda durante 10 minutos, até a saturação. Em seguida, interrompeu-se o fornecimento de água, tomando-se este como o instante zero. A intervalos curtos no início, e mais longos em seguida, acompanhou-se o rebaixamento do nível d'água. O método recomenda que o ensaio seja concluído quando o rebaixamento atingir 20% da carga inicial aplicada ou 30 minutos de ensaio. Por margem de segurança, na maioria dos furos, os ensaios foram realizados durante 40 minutos. A Figura 9 ilustra como o método foi executado.

A condutividade hidráulica foi obtida então através da fórmula:

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

Onde:

- $\Delta t$  = tempo de duração do ensaio;  
 $\Delta h$  = Variação do nível d'água durante o ensaio;  
 $D$  = diâmetro da perfuração;  
 $L$  = comprimento do intervalo testado ( $1 \leq L \leq 3$  m)  
 $H_0$  = distância do início do ensaio até a metade de  $L$

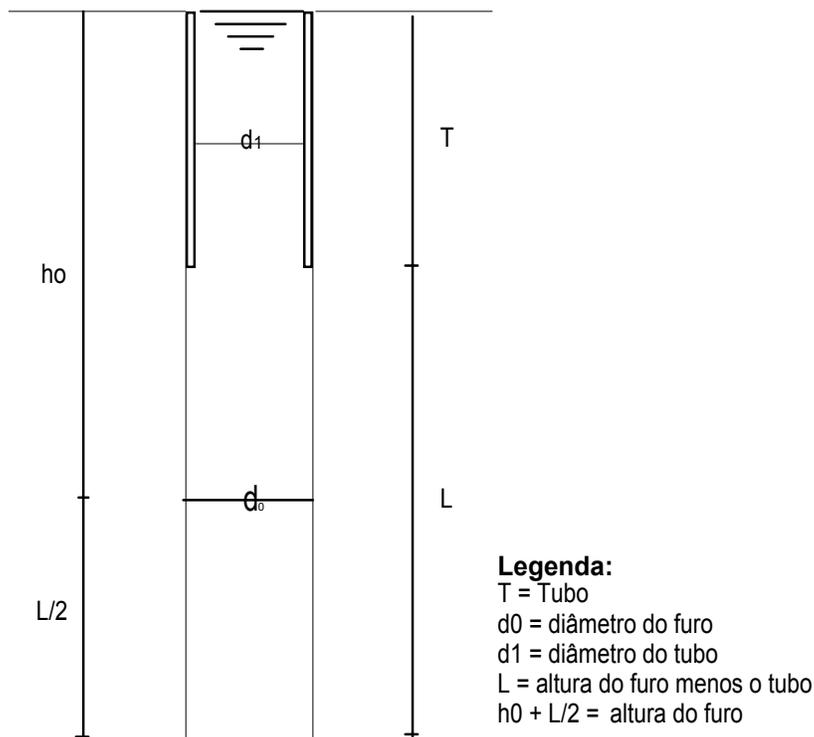


Figura 9. Ensaio de rebaixamento para cálculo da condutividade hidráulica na zona não saturada (ABGE, 1996).

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

As tabelas 2 a 7 apresentam os valores dos parâmetros obtidos nos testes de infiltração realizados em terrenos selecionados no município de Guajará Mirim, enquanto que os quadros 1 a 5 exibem os resultados obtidos para a condutividade hidráulica na zona não saturada em valores de cm/seg ou m/dia.

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

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

- **Área 1**

Tabela 2. Parâmetros analisados e seus respectivos valores identificados no teste de infiltração 01, realizado no KM 4,3 da Estrada do Palheta.

Teste 1	Coordenadas Geog: 10° 47' 31,8" S / 65° 17' 49,3" W		
Tempo (min)	Varição do NA (cm)	Parâmetros	Valores
1		<b>d<sub>0</sub></b> =	12cm
2		<b>d<sub>1</sub></b> =	10cm
3		<b>L</b> =	209- 50 = 159cm
4		<b>Tube</b> =	50cm
5		<b>Prof.</b> =	209cm
6		<b>h<sub>0</sub></b> =	50 + 79,5 = 129,5cm
7		<b>h<sub>0</sub></b> =	129,5cm
8		<b>Δh</b> =	Não caracterizado
9		<b>Δt</b> =	
10			
15			
20			
25			
30			
40			
<b>Obs.:</b> Estrada do Palheta / KM 4,3			

Trata-se de um terreno de alta permeabilidade, capaz de absorver 500 l de água, sem permitir a saturação do solo, o que obrigou a abandonar o teste. Considera-se inadequado este local para o objetivo proposto, por se tratar de um solo arenoso amarelado.

- **Área 2**

Tabela 3. Parâmetros analisados e seus respectivos valores identificados no teste de infiltração 02, realizado em terreno próprio na rua Antônio L. de Macedo, 3656, Bairro Fátima.

Teste 2	Coordenadas Geog: 10° 46' 25,8" S / 65° 18' 41,2"W		
Tempo (min)	Varição do NA (cm)	Parâmetros	Valores
1	12	$d_0 =$	11 cm
2	26	$d_1 =$	10 cm
3	41	$L =$	159 cm
4	52	<b>Tubo =</b>	50 cm
5	62	<b>Prof. =</b>	209 cm
6	69	$h_0 =$	50 + 159/2 cm
7	79	$h_0 =$	129,5 cm
8	82	$\Delta h =$	146 cm
9	89	$\Delta t =$	1800 s
10	94		
15	114		
20	130		
30	146		
40	Seco		
<b>Obs.:</b>			

Quadro 1. Valores da condutividade hidráulica na zona não saturada identificados no Teste 2.

$$T_2:$$

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

$$K = \frac{146}{1800} \times \frac{(10)^2}{8 \times 129,5 \sqrt{11} \times 156}$$

$$K = 0,0811 \times \frac{100}{1036 \times \sqrt{1749}}$$

$$K = 0,0811 \times \frac{100}{43326,556}$$

$$K = 1,871 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

$$K = 0,1616 \text{ m/dia}$$

Este terreno, de propriedade da Prefeitura Municipal, situa-se na zona urbana, rua Antônio Luiz de Macedo, nº. 3656, Bairro Fátima, e seu último uso foi para atividades de horticultura.

- **Área 3**

Tabela 4. Parâmetros analisados e seus respectivos valores identificados no teste de infiltração 03, realizado na zona urbana.

Teste 3	Coordenadas Geog: 10° 45' 48,0" S / 65° 18' 21,0" W		
Tempo (min)	Varição do NA (cm)	Parâmetros	Valores
1	22	$d_0 =$	10,5cm
2	40	$d_1 =$	10cm
3	57	$L =$	202 - 50 = 152cm
4	68	<b>Tubo =</b>	50cm
5	77	<b>Prof. =</b>	202cm
6	86	$h_0 =$	$T + L/2 = (50+76)$
7	92	$h_0 =$	126cm
8	99	$\Delta h =$	170cm
9	104	$\Delta t =$	1800 s
10	109		
15	133		
20	139		
30	170		
40	Seco		

Quadro 2. Valores da condutividade hidráulica na zona não saturada identificados no Teste 3.

$$T_3:$$

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

$$K = \frac{170}{1800} \times \frac{10^2}{8 \times 126 \sqrt{10,5} \times 152}$$

$$K = 0,0944 \times \frac{100}{1008 \sqrt{1596}}$$

$$K = 0,0944 \times \frac{100}{40269,499}$$

$$K = 2,344 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

$$K = 0,2025 \text{ m/dia}$$

Este terreno também se localiza na zona urbana, rua Princesa Isabel, s/nº, Bairro Jardim das Esmeraldas. É de propriedade da Polícia Federal, que estaria disposta a permutá-lo por outro imóvel urbano, caso fosse selecionado para o objetivo proposto.

- **Área 4**

Tabela 5. Parâmetros analisados e seus respectivos valores identificados no teste de infiltração 04, realizado próximo às instalações da UNIR, junto a BR-425.

<b>Teste 4</b>	<b>Coordenadas Geog:</b> 10° 44' 54,4" S / 65° 18' 16,7" W		
<b>Tempo (min)</b>	<b>Varição do NA (cm)</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Valores</b>
1	52	<b>d<sub>0</sub> =</b>	11 cm
2	80	<b>d<sub>1</sub> =</b>	10 cm
3	98	<b>L =</b>	149 cm
4	112	<b>Tubo =</b>	50 cm
5	123	<b>Prof. =</b>	199 cm
6	136	<b>h<sub>0</sub> =</b>	50 + 149/2
7	143	<b>h<sub>0</sub> =</b>	124,5
8	148	<b>Δh =</b>	194
9	153	<b>Δt =</b>	2400
10	157		
15	169		
20	180		
30	188		
40	194		

Quadro 3. Valores da condutividade hidráulica na zona não saturada identificados no Teste 4.

$$T_4:$$

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

$$K = \frac{194}{2400} \times \frac{10^2}{8 \times 124,5 \sqrt{11} \times 149}$$

$$K = 0,0808 \times \frac{100}{996 \sqrt{1639}}$$

$$K = 0,0808 \times \frac{100}{40322,562}$$

$$K = 2,003 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

$$K = 0,1730 \text{ m/dia}$$

- **Área 5**

A Área 5, localizada na Avenida Quintino Bocaiúva, Bairro Tamandaré, contígua ao Cemitério Municipal e pertencente à empresa Real Norte, não foi submetida a um ensaio de permeabilidade por apresentar dimensões incompatíveis com as reais necessidades da administração municipal. Insere-se no perímetro urbano, em trecho densamente povoado e sujeita aos efeitos de impactos ambientais derivados de um cemitério, não sendo recomendável a indicação para um empreendimento desta natureza.

- **Área 6**

Tabela 6. Parâmetros analisados e seus respectivos valores identificados no teste de infiltração 05, realizado próximo às instalações da ELETRONORTE, junto a BR-425.

Teste 5	Coordenadas Geog: 10° 45' 02,6" S / 65° 18' 36,1" W		
Tempo (min)	Variação do NA (cm)	Parâmetros	Valores
1	9	$d_o =$	11 cm
2	18	$d_i =$	10 cm
3	26	$L =$	153 cm
4	34	<b>Tubo =</b>	50 cm
5	40	<b>Prof. =</b>	203 cm
6	46	$h_o =$	50 + 153/2 cm
7	51	$h_o =$	126,5 cm
8	55	$\Delta h =$	126 cm
9	59	$\Delta t =$	2400 s
10	63		
15	79		
20	91		
30	110		
40	126		

Quadro 4. Valores da condutividade hidráulica na zona não saturada identificados no Teste 5.

$$T_5:$$

$$K = \frac{\Delta h}{\Delta t} \times \frac{d_i^2}{8h_o \sqrt{d_o} \cdot L}$$

$$K = \frac{126}{2400} \times \frac{10^2}{8 \times 126,5 \sqrt{11} \times 153}$$

$$K = 0,0525 \times \frac{100}{1012 \sqrt{1683}}$$

$$K = 0,0525 \times \frac{100}{41516,692}$$

$$K = 1,264 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

$$K = 0,1092 \text{ m/dia}$$

Constitui um extenso terreno, localizado às margens da Rodovia BR-425 e defronte as instalações da ELETRONORTE, de propriedade do senhor Sebastião Fandinho.

- Área 7

Tabela 7. Parâmetros analisados e seus respectivos valores identificados no teste de infiltração 06, realizado em terreno de propriedade do Comando da Aeronáutica, junto a Estrada do Palheta – KM 5,3.

Teste 6	Coordenadas Geog: 10° 47' 40,1" S / 65° 17' 20,3" W		
Tempo (min)	Variação do NA (cm)	Parâmetros	Valores
1	32	$d_0 =$	11,5 cm
2	56	$d_1 =$	10 cm
3	74	$L =$	156 cm
4	88	<b>Tubo =</b>	50 cm
5	99	<b>Prof. =</b>	206 cm
6	108	$h_0 =$	50 + 156/2 cm
7	114	$h_0 =$	128 cm
8	121	$\Delta h =$	186 cm
9	128	$\Delta t =$	1800 s
10	134		
15	148		
20	166		
30	186		
40	Seco		

Quadro 5. Valores da condutividade hidráulica na zona não saturada identificados no Teste 6.

$$T_6:$$

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

$$K = \frac{186}{1800} \times \frac{10^2}{8 \times 128 \sqrt{11,5} \times 156}$$

$$K = 0,1033 \times \frac{100}{1024 \sqrt{1794}}$$

$$K = 0,1033 \times \frac{100}{43372,134}$$

$$K = 2,381 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

$$K = 0,2057 \text{ m/dia}$$

- **Área 8**

Trata-se de um terreno localizado em uma área de expansão urbana, onde se observa um visível crescimento em sua ocupação, não sendo, portanto, recomendável estabelecer um cemitério neste local.

### **Conclusões e Recomendações**

A determinação da condutividade hidráulica nas áreas estudadas permitiu estabelecer dados comparativos entre elas, identificando aquelas com menores valores e, portanto, mais favoráveis à implantação do empreendimento (Figura 10). Verifica-se, no entanto, não existir diferenças expressivas, com exceção da Área 6, onde foi registrado um rebaixamento de 0,1092 m/dia. Entretanto, este valor deverá ser confirmado em trabalhos futuros, considerando a incidência de chuvas durante a realização do ensaio geotécnico.

Por outro lado, deve ser destacada a identificação de valores de permeabilidade mais expressivos na região de Guajará Mirim do que em outros municípios já trabalhados pela CPRM, podendo estar associada à natureza areno-argilosa do substrato, derivada da decomposição de rochas areníticas da Serra do Pacaás Novos observada no entorno das áreas. De posse destes dados, comprova-se que a Área 6 apresenta os menores valores de condutividade hidráulica, sendo, portanto, aquela mais favorável para a implantação do cemitério em Guajará Mirim, seguindo-se as Áreas 2 e 4, enquanto que a Área 1 é totalmente descartado por sua alta permeabilidade. Não foram realizados ensaios geotécnicos nas áreas 5 e 8 por estarem inseridas no perímetro urbano e por sua reduzida extensão. São classificadas como areia argilosa a argila arenosa (Fetter, 1988), comprovado pela observação táctil-visual do material retirado durante as sondagens e através de ensaios granulométricos posteriores.

### **6.3. Análise Granulométrica dos Solos**

Durante a execução das atividades de campo, foi realizada a coleta de amostras de solo na maioria das áreas estudadas, visando identificar a classe de solo predominante, o que fundamentaria uma melhor avaliação do terreno, quando da hierarquização das áreas.

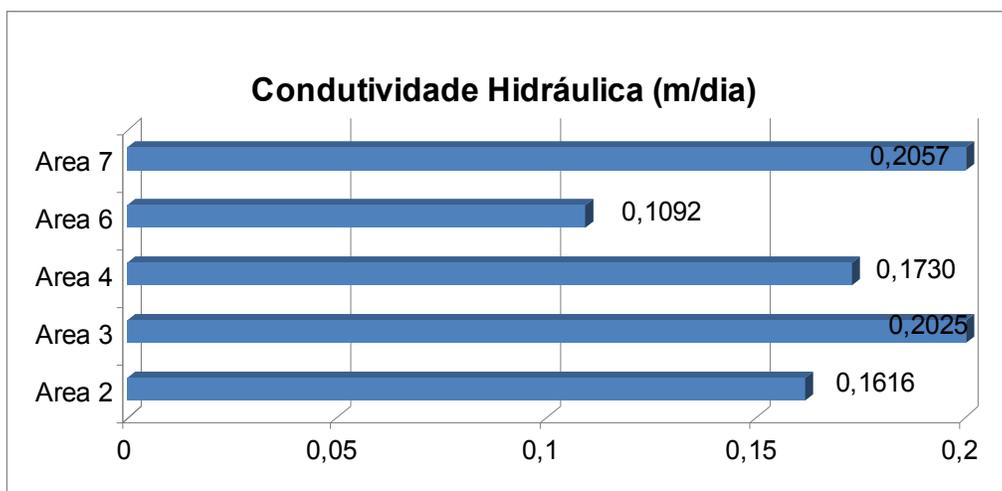


Figura 10. Valores da condutividade hidráulica em m/dia determinados para os testes de infiltração realizados no município de Guajará Mirim.

Na Tabela 8, são caracterizados os solos predominantes nas áreas avaliadas, comprovando-se a sua natureza areno-argilosa generalizada, com percentuais de areia/cascalho variáveis entre 84,8% (Área 4 – 2m) até 44,8% (Área 6 – 1m) e de argila entre 15,1% (Área 4 – 2m) até 55,1% (Área 6 – 1m). Destacam-se assim, as áreas 6 e 4 (1 m) como sendo aquelas com percentuais mais elevados de argila e as áreas 4 (2 m) e 7 como as menos favoráveis devido as baixos conteúdos de material argiloso; da mesma forma, a Área 3 também apresenta um baixo percentual de argila. Merece um destaque especial a Área 1, onde não foi possível realizar o teste de permeabilidade pela exagerada absorção da água despejada no interior da tubulação e que, apesar de alto teor de areia, não revelou índices exageradamente elevados de um solo arenoso (59,7%).

Os valores encontrados na análise granulométrica das amostras de solo não se revelaram conclusivas para a indicação das áreas mais favoráveis, tornando imprescindível sua associação com outros dados, tais como a condutividade hidráulica, relevo, existência ou não de recursos hídricos, entre outros.

Amostra	Nº. LAB	% DISTRIBUÍDA ( em peso )				% DISTRIBUÍDA DE AREIA NAS FRAÇÕES ( em peso )							
		Grânulo	Areia	Silte	Argila	10 #	20 #	40 #	60 #	100 #	150 #	200 #	-200 #
GM-C- Área 1: 1 m	1	0,5	59,7	0,1	39,7	2,8	4,1	32	19,2	24,8	8,4	6,8	1,4
GM-C- Área 1: 7 m	2	0,2	62,3	0,1	37,4	1,7	12,7	45,4	16,6	15,2	4,8	2,6	0,8
GM-C- Área 2: 1 m	3	0,5	56,9	0,1	42,5	1,1	4,9	47	19,1	16,8	5,9	3,6	1,1
GM-C- Área 2: 2 m	4	0	59,4	0,1	40,5	1	4,9	50,3	17,5	16,2	5,2	3	1,9
GM-C- Área 3: 1 m	5	0	70,3	0,1	29,6	0,6	4,2	53,4	20,2	12,2	3	4,8	1,6
GM-C- Área 4: 1 m	6	6,2	46,3	0,1	47,4	33,4	16,1	24,1	7,2	8,4	2,6	1,5	0,5
GM-C- Área 4: 2 m	7	63,3	21,5	0,1	15,1	16,4	5,8	6,9	1,8	2,9	1,2	1,2	0,5
GM-C- Área 6: 1 m	8	0,7	44,1	0,1	55,1	15,8	19,2	37,4	9,5	10,9	3,6	0,3	0,6
GM-C- Área 7: 1 m	9	2,6	70,9	0,1	26,4	2,2	6,3	62,3	10,2	11,5	2,6	1,7	0,6
GM-C- Área 7: 4 m	10	2,8	58,2	0,1	38,9	4,2	13,9	49,5	10,3	10,3	5	3	1

Tabela 8. Análise Granulométrica das Amostras de Solo Coletadas nas Áreas Estudadas.

## 6.4. Descrição das Áreas Estudadas para a Implantação de Cemitério

### 6.4.1. Área 1

Trata-se de uma área localizada à margem norte do KM 4,3 da Estrada do Palheta, identificada pelas coordenadas geográficas  $10^{\circ} 47' 31,8''$  S /  $65^{\circ} 17' 49,3''$  W. Corresponde a uma área aproximada de 2,2 ha, pertencente ao Ministério da Aeronáutica, estando ocupado pela moradora Ivonete Pereira Lopes há alguns anos, sem possuir qualquer documentação que lhe garanta a propriedade (Figura 11). No entorno deste lote, esta situação repete-se com outros moradores, evidenciando certa ocupação da área. Este local resultou de indicação da Prefeitura Municipal, anteveendo-se, no entanto, sérios problemas legais quanto a sua disponibilização para o objetivo pretendido, estando coberta atualmente por uma vegetação do tipo sapé e uso localizado para cultivo agrícola (Figura 12).

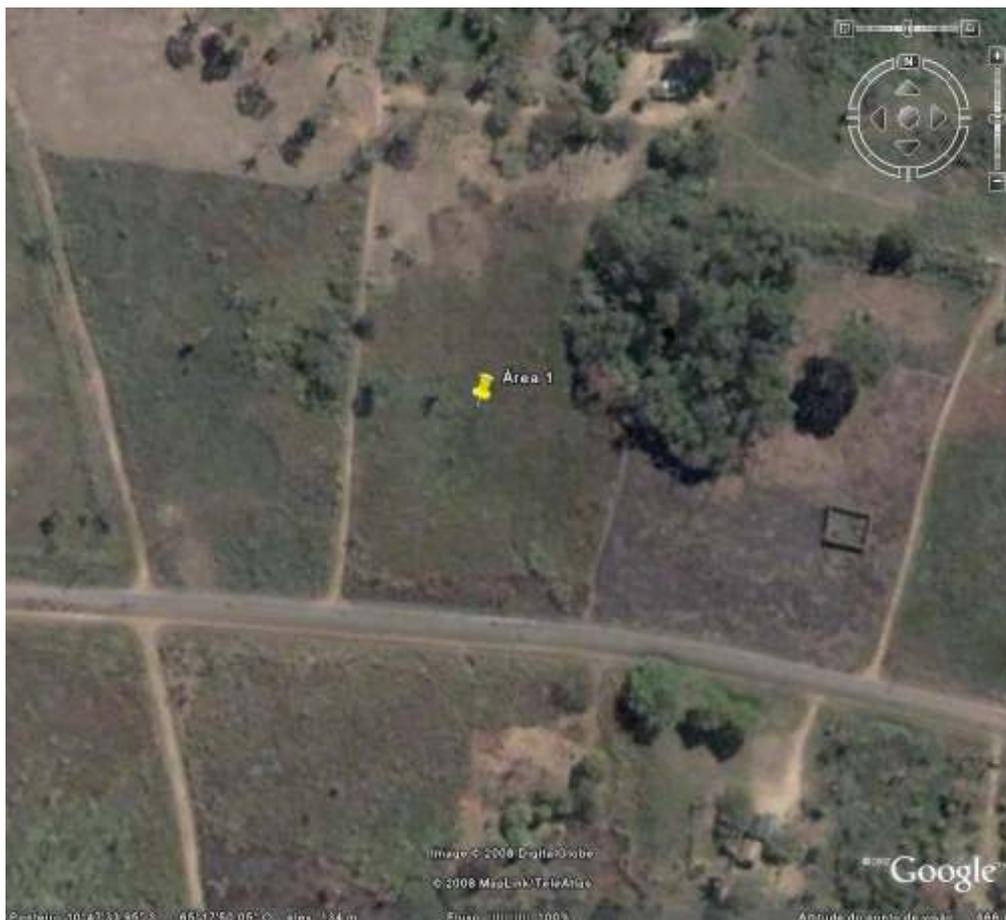


Figura 11. Vista Geral da Área 1, obtida de Imagem QuickBird.



Figura 12. Área 1. Vias de Acesso.

A unidade geológica mapeada no entorno está constituída pelos sedimentos plio-pleistocênicos de natureza variáveis desde cascalhos até argila, observando-se localmente sedimentos areno-argilosos, parcialmente lateritizados, em geral encobertas por solos derivados (NQ<sub>i</sub>). Dispõe-se em superfícies sub-horizontalizadas, afetadas por processos de dissecação de baixa intensidade, produzindo um relevo peneplanizado, caracterizado como uma Superfície de Aplanamento Nível II, sem exibir inselbergs ou tors, de baixa declividade, refletindo-se em uma difícil circulação de líquidos sub-superficiais.

A classe de solos predominante indicada pelo ZSEE-RO é definida como latossolo vermelho-escuro distrófico, com declividade de 0 -2%, bem drenado e argiloso, embora localmente o solo possua uma textura areno-argilosa, comprovada pela análise granulométrica (areia: 60% e argila: 40%) e pela condutividade hidráulica. A cobertura vegetal nativa foi erradicada, observando-se manchas residuais de uma vegetação alta nos terrenos adjacentes. O atual uso da terra associa-se a cultivos de subsistência (arroz e milho) e em capoeira tipo sapé.

No interior da área indicada, procede-se a abertura de poços amazonas para o abastecimento da família residente no local, um dos quais atingindo a profundidade de 7 m onde foi encontrada água subterrânea, podendo se afirmar, no entanto, que esta área apresenta uma baixa favorabilidade para água subterrânea; inexistente igualmente qualquer fonte ou curso de água superficial. Durante os estudos *in loco*, foi executado um furo de trado para a caracterização da condutividade hidráulica, entretanto não foi possível saturar o solo devido à rápida absorção da água injetada no furo, superior a 500 litros, inviabilizando o ensaio geotécnico (Figura 13).



Figura 13. Execução de furo de trado na Área 1.

As características da área representadas por uma adequada distância do centro urbano, inexistência de áreas de proteção, disponibilidade de energia elétrica, e distantes de rodovias federais e estaduais. Os critérios seletivos estão atendidos parcialmente no que se refere ao baixo potencial hídrico da área, a profundidade do nível freático, superior a 3 m e a inexistência de vegetação nativa, restrita a porções residuais.

Como pontos favoráveis para a indicação deste local podem ser destacados: uma distância adequada do centro urbano, a inexistência de áreas de proteção, a disponibilidade de energia elétrica, boas condições de acesso, um baixo potencial hídrico, uma suficiente profundidade do nível freático (superior a 6 m), inexistência de vegetação nativa e textura pedológica satisfatória. Os aspectos negativos desse sítio estão associados fundamentalmente à permeabilidade excessiva do subsolo, ao relevo peneplanizado, com declividade inadequada, a dimensão disponível insuficiente, a necessidade de recuperação parcial do acesso prejudicado em vários pontos pela existência de irregularidades e a situação legal do terreno conflituoso, que implicaria em demandas onerosas.

Considerando a existência de sítios mais favoráveis, esta área não representa uma alternativa adequada para o objetivo pretendido.

#### **6.4.2. Área 2**

Este terreno situa-se no perímetro urbano, localizado na Rua Antonio Luiz de Macedo, nº. 3656, Bairro Fátima, resultante de indicação da Prefeitura Municipal, de qual é proprietária, estando referenciada pelas coordenadas 10° 46' 25,8" S e 65° 18' 41,2" W (Figura 14). Atual-

mente encontra-se sem uso definido, coberto por uma vegetação de capoeira, apesar de que até recentemente ocorria à prática de horticultura. As dimensões do terreno são de 100 x 100 m (1ha), estando protegido por um muro em razoáveis condições de preservação (Figura 15).



Figura 14. Vista Geral da Área 2, obtida de Imagem QuickBird.

O entorno apresenta uma elevada densidade demográfica, dispendo de vias de acesso em boas condições, com disponibilidade de energia elétrica. Entretanto, não possuem rede de abastecimento público de água tratada, sendo suprida por poços tipo amazonas.

Constitui um terreno aplainado,, com leve declividade, integrado a unidade geomorfológica Superfície de Aplainamento de Nível II (D2221), com Média Dissecação, que se estende



Figura 15. Área 2. Vista frontal.

ao seu entorno. Este comportamento dificulta a identificação do substrato geológico, não aflorante localmente, estabelecendo-se uma correlação com as Coberturas Sedimentares Indiferenciadas (NQi), apesar de estar situado próximo aos arenitos da Serra dos Pacaás Novos. A textura do solo observado durante os trabalhos de campo associa-se a um terreno arenoso-argiloso, definido como sendo um latossolo vermelho-escuro distrófico (ZSEE-R), de declividade entre 0 e 2%, bem drenado, onde podem ocorrer fragmentos de natureza laterítica. Uma vegetação secundária, do tipo capoeira, ocupa totalmente o terreno, com a erradicação plena da antiga cobertura vegetal (Figura 16). A presença de água subterrânea é identificada a partir da profundidade de 7 m, conforme observado em poços amazonas existentes em lotes do entorno.

Procedeu-se a execução de um furo de trado com a profundidade de 2 m para a caracterização da condutividade hidráulica do terreno, encontrando-se o valor de 0,1616 m/d, considerado alto para os padrões observados em outras regiões do estado.

Os pontos positivos, favoráveis à implantação do empreendimento, vinculam-se a excelência das vias de acesso, condições adequadas de relevo e declividade, inexistência de águas superficiais, profundidade satisfatória do nível freático (7 m), presença de um solo arenoso-argiloso adequado, disponibilidade de energia elétrica, cobertura vegetal erradicada, e sem qualquer uso atual. Além disso, este terreno pertence à própria Prefeitura Municipal, ou seja, não haverá necessidade de negociação com terceiros.



Figura 16. Área 2, coberta por capoeira secundária.

Como pontos desfavoráveis, podem ser alinhados: a pequena dimensão do espaço disponibilizado (1 ha), suficiente apenas para os primeiros anos; localização inadequada, com ampla ocupação do entorno; dificuldades de aceitação dos moradores próximos; valor de condutividade hidráulica superior ao recomendado, o que poderá ocasionar problemas futuros relacionados à contaminação de águas subterrâneas, largamente usadas pelos habitantes do bairro, visto inexistir rede de abastecimento público.

Considerando estes fatores, pode-se concluir que a Área 2 apresenta parâmetros favoráveis a implantação do cemitério, contudo a inserção no espaço urbano e a sua reduzida capacidade temporal recomendam a utilização de alternativas de maior aceitação.

#### **6.4.3. Área 3**

A cidade de Guajará Mirim apresenta espaços vazios em número expressivo, aos quais cabe estabelecer uma ocupação apropriada e que possa favorecer a implantação de uma infraestrutura urbana condizente com as reais necessidades da população. Um destes terrenos, atualmente sem uso definido, localiza-se na rua Princesa Isabel, sem número, Bairro das Esmeraldas, pertencente a Polícia Federal, que estaria disposta a permutá-lo por outro imóvel urbano, desde que servisse para um equipamento urbano definido pela administração municipal (Figura 17).



Figura 17. Vista Geral da Área 3, obtida de imagem QuickBird.

Com este intuito, esta área foi disponibilizada para uma avaliação crítica, visando seu aproveitamento como cemitério municipal. Este imóvel dispõe de acesso por uma via pavimentada, além de ser servida por energia elétrica, carecendo, no entanto, de atendimento por água tratada, utilizando-se poços amazonas para o abastecimento público (Figura 18).

O posicionamento geográfico é definido pelas coordenadas geográficas 10° 45' 48,0" S e 65° 18' 21,0" W, ocupando uma área estimada de 1 hectare (100 x 100 m), observando-se construções abandonadas e em mau estado de conservação, além de um campo de futebol em razoáveis condições (Figura 19). Este bairro é de ocupação relativamente recente, observando-se muitos moradores, principalmente na Rua Princesa Isabel, ocorrendo vazios demográficos no entorno do terreno.



Figura 18. Área 3. Vista Externa.



Figura 19. Área 3. Interior do terreno, com campo de futebol.

As características do meio físico assemelham-se aquelas observadas na Área 3, com um relevo peneplanizado, de baixa declividade, destituído de afloramentos rochosos, cobertos por uma Cobertura Sedimentar Indiferenciada (NQ<sub>i</sub>), que confere a feição plana do terreno; o solo representa um latossolo vermelho-amarelado, distrófico, de textura areno-argilosa (areia: 70%), o que lhe assegura uma condutividade hidráulica maior (0,2025 m/d). Excetuando-se alguns espécimes arbóreos dispersos, a vegetação nativa foi erradicada, coberto atualmente por uma vegetação rasteira (gramíneas). O uso mais recente do terreno associa-se a uma área

de lazer de um órgão público, atualmente desativado, exceto um campo de futebol, aproveitado pelos moradores das vizinhanças. No interior da área e no seu entorno inexistem águas superficiais, enquanto que a água subterrânea dispõe-se a uma profundidade média de 6 m, conforme se pode constatar em poços amazonas identificados nas adjacências. Observou-se ainda, nestes poços, o desenvolvimento do processo laterítico, representado por concreções derivadas do horizonte colunar / concrecionário.

Procedeu-se a execução de um furo de trado com 2 m de profundidade objetivando quantificar a condutividade hidráulica da área, obtendo-se um valor de 0,2025 m/dia, superior a encontrada em outros municípios, contudo o contexto geológico do seu entorno (arenitos), torna compreensível uma maior taxa de infiltração de líquidos percolantes.

Como aspectos favoráveis, a Área 3 exhibe condições de acesso por vias pavimentadas, facilidades de negociação com os proprietários legais, presença de vazios demográficos no entorno, disponibilidade de energia elétrica, profundidade do nível freático superior a 6 m, inexistência de vegetação, sem uso atual do solo, relevo aplainado e de baixa declividade. Entretanto, os fatores negativos são mais consistentes, desde sua dimensão insatisfatória, a localização inserida no espaço urbano, um substrato de composição arenosa indicada por um solo areno-argiloso, condutividade hidráulica média em relação aos padrões regionais e o risco de contaminação das águas subterrâneas.

Desta forma, considerando os parâmetros físicos e sócio-ambientais observados, este parecer recomenda desconsiderar a opção, preferindo-se indicar sítios mais adequados.

#### **6.4.4. Área 4**

Durante a execução dos estudos técnicos para a seleção de áreas visando à disposição de lixo em Guajará Mirim, o estudo das fotografias aéreas apontou uma área aparentemente viável na rodovia BR-425, distante 4 km da mancha urbana. Em campo, efetivou-se uma visita de avaliação, comprovando-se sua viabilidade técnica, tendo sido descartado posteriormente por estar situado defronte às instalações do Campus da UNIR, o que poderia gerar atos de rejeição popular pela comunidade acadêmica quanto a sua efetivação (Figura 20). Entretanto, para o atual objetivo, esta área era merecedora de uma reavaliação, dado a sua favorabilidade física e ambiental.

Como acima referido, localiza-se a 4 km do centro urbano, acessível através da rodovia BR-425, totalmente pavimentada (Figura 21), com disponibilidade de energia elétrica e oferecendo condições propícias para a implantação da infra-estrutura necessária. As referências cartográficas da parte central do terreno são estabelecidas pelos pontos 10° 44' 54,4" S e 65° 18' 16,7" W .



Figura 20. Vista Geral da Área 4, obtida de imagem QuickBird.



Figura 21. Área 4. Via de acesso pela rodovia BR-425.

Segundo informações obtidas junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, este sítio é de propriedade da Prefeitura Municipal, o que agilizará seu aproveitamento em curto espaço de tempo, sendo a opção escolhida. Neste mesmo local, houve a disposição de lixo urbano durante um curto espaço de tempo, demonstrado pelos monturos dispersos na área, onde se constatam ainda resíduos relativamente recentes (Figura 22).



Figura 22. Disposição de lixo no interior da Área 4.

O diagnóstico do meio físico revela um substrato geológico representado por milonitognais, associado preteritamente ao Complexo Jamari, hoje redefinidos como integrantes da Suíte Metamórfica Nova Mamoré. Este litótipo aflora como matacões rolados na parte distal do terreno (Figura 23). Encontram-se recobertos por uma cobertura sedimentar indiferenciada, da qual deriva um solo podzólico, vermelho-amarelado distrófico, de baixa declividade, bem drenado e franco. Foram coletadas amostras do solo, as quais revelaram uma textura granulométrica variável com teores de areia de 52,5% e 84,8% em profundidades de 1 e 2 m, respectivamente. É comum igualmente a presença de fragmentos concrecionários no solo, derivados do desmantelamento dos horizontes concrecionário / colunar e que conferem uma maior permeabilidade superficial ao subsolo mais raso.

A superfície topográfica existente localmente dispõe-se como uma área peneplanizada, de baixa declividade (0 – 2%) vinculada a uma Superfície de Aplainamento de Nível II (altitude entre 200 e 300 m), de média dissecação e raros tors (Figura 24). A vegetação nativa foi parcialmente removida, restando porções preservadas aos fundos do terreno e em uma de suas

bordas laterais, enquanto que a parte central está recoberta por pastagem e palmeiras dispersas.



Figura 23. Matações de milonito-gnaiss na Área 4.



Figura 24. Feição morfológica da Área 4.

A análise da parte frontal do terreno não revelou a presença de recursos hídricos superficiais, o que poderia representar mais um aspecto favorável para sua indicação, entretanto,

constatou-se que na sua parte distal existe um pequeno vale, com algumas poças d'água (Figura 25), e que durante a estação das chuvas, drena um igarapé de 1ª ordem em sentido sul-norte, limitado parcialmente por uma mata ciliar. No entanto, este fato não se constitui um impeditivo de sua utilização, por estar localizada a uma distância relativamente segura da parte estudada (superior a 500 m), devendo merecer estudos complementares visando sua preservação e adequação ao objetivo proposto.



Figura 25. Acumulação de água na parte distal da Área 4.

Neste estudo, efetuou-se uma perfuração com trado até a profundidade de 6 m visando identificar a potencialidade para água subterrânea, contudo não se atingiu o nível freático, o que demonstra uma baixa favorabilidade para recursos hídricos e, conseqüentemente, uma reduzida probabilidade de sua contaminação. Uma segunda perfuração por trado foi realizada até a profundidade de 2 m para quantificar a condutividade hidráulica do terreno, obtendo-se o valor de 0,1730 m/d, considerado alto em relação à maioria dos municípios rondonienses.

Foram coletadas duas amostras de solo em profundidades de 1 e 2 m, contendo 52,5% e 84,8% de areia, respectivamente, o que poderia implicar em condutividades hidráulicas crescentes em profundidade. Entretanto, estes valores não podem ser considerados de forma isolada, devendo ser cotejados com o comportamento do nível de saturação do solo durante o ensaio geotécnico. Neste ensaio, verificou-se que a taxa de rebaixamento do nível de água no interior do furo decresceu significativamente com as profundidades crescentes, sugerindo a presença de camadas mais impermeáveis em sub-superfície e que a identificação de fragmentos lateríticos nos primeiros metros do solo perfurado seriam os responsáveis pela maior per-

meabilidade constatada. Uma outra possibilidade está associada a uma maior adsorção do material argiloso por parte dos fragmentos lateríticos observados no segundo metro e que favoreceriam um maior selamento dos poros em maiores profundidades.

Como pontos positivos elencados desta área destacam-se os seguintes: vias de acesso em boas condições; excelente dimensão (> 5 ha); terreno de propriedade da administração municipal o que evitará uma negociação extenuante e complicada; distância adequada do centro urbano; vida útil superior a 15 anos; relevo aplainado com baixa declividade, cobertura vegetal nativa erradicada; condutividade hidráulica decrescente em profundidade; profundidade do nível freático superior a 6 m; solo areno-argiloso, tornando-se mais argiloso em maior profundidade; baixo potencial de contaminação das águas subterrâneas. Alguns fatores desfavoráveis estão associados à necessidade de recuperação ambiental do terreno, com a remoção do lixo aí depositado; a recomposição topográfica em alguns pontos donde foi extraído material de revestimento da rodovia; uma condutividade hidráulica alta na porção superficial do solo; a presença de uma pequena drenagem nos fundos do terreno e a obrigatoriedade do monitoramento destas águas; finalmente, a passagem da rede de alta tensão em lotes adjacentes.

O cotejamento dos dados levantados na Área 4 permite selecioná-la com alta favorabilidade para a implantação de um cemitério público, com um baixo custo de infra-estrutura e uma vida útil superior a 15 anos.

#### **6.4.5. Área 5**

A Área 5 é representada por um terreno irregular, localizado na Avenida Quintino Bocaiúva, Bairro Tamandaré, inserido no espaço urbano, em um bairro tradicional com grande densidade habitacional e de médio a baixo poder aquisitivo e bastante próximo ao rio Mamoré (Figura 26). Ocupa uma área aproximada de 4.000 m<sup>2</sup>, estando situada ao lado do atual Cemitério Santa Cruz, cujo proprietário é a empresa de transporte interurbano Real Norte, que se tem mostrado favorável a uma negociação. As coordenadas geográficas foram definidas pelos valores 10° 47' 04,1" S e 65° 20' 35,9" W.

Verifica-se, igualmente, que este terreno foi sobrelevado em relação aos lotes adjacentes, particularmente do Cemitério Santa Cruz, a partir de aterramento com cascalho laterítico (Figura 27), por se tratar de uma área com nível freático elevado, saturando o solo e provocando acumulação de água na estação das chuvas.



Figura 26. Vista Geral da Área 5, obtida de imagem QuickBird.



Figura 27. Interior da Área 5, observando-se o extensivo aterramento.

Trata-se de uma área de relevo aplainado artificialmente, sobreposto a sedimentos indiferenciados de idade terciário-quadernário (cascalho, areia e argila), latossolo vermelho-escuro distrófico, de baixa declividade, caracterizado ainda pelo nível freático elevado no período chuvoso e boa potencialidade para água subterrânea. Observa-se também a utilização freqüente de poços amazonas para o abastecimento doméstico, principalmente no bairro localizado entre esta área e o rio Mamoré, distante 200 m.

Embora se considere como aspecto positivo a sua proximidade com o atual Cemitério Santa Cruz (Figura 28), o que representa uma baixa rejeição popular para uma nova unidade de sepultamento, a Área 5 deve ser descartada pelos seguintes fatores:

- Reduzida dimensão (4000 m<sup>2</sup>), capaz de atender a demanda de sepultamentos por um período inferior a 5 anos;
- Localização na mancha urbana, em um bairro de elevada densidade habitacional;
- Inexistência de uma zona de proteção (amortecimento) de impactos ambientais derivados da atividade desenvolvida no cemitério;
- Proximidade do rio Mamoré (< 200 m), e para o qual a área possui uma leve declividade natural;
- Nível freático elevado, notadamente na estação chuvosa, favorecendo a acumulação de água nos fundos do terreno e criando uma superfície “brejada”, situação constatada igualmente no atual cemitério;
- Facilidade de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos, o que poderia comprometer o abastecimento da população do entorno.



Figura 28. Área 5. Ao fundo, Cemitério Santa Cruz.

Considerando os fatores elencados acima, somados as restrições legais associadas à proteção dos recursos hídricos superficiais (rio Mamoré), o que dificultaria o licenciamento ambiental, recomenda-se o descarte da Área 5.

#### 6.4.6. Área 6

A conformação morfológica da região compreendida entre a mancha urbana e a Serra dos Pacaás Novos permitiu identificar inúmeros terrenos favoráveis para a implantação de cemitério público, alguns dos quais foram submetidos a uma verificação de campo e incluídos neste estudo. A Área 6 constitui-se em um destes terrenos e está representado por uma superfície aplainada com uma extensão excelente, localizada as margens da rodovia BR-425, distante 3,8 km da cidade de Guajará Mirim, cujas coordenadas geográficas são definidas pelos valores 10° 45' 02,6" S e 65° 18' 36,1" W (Figura 29). O acesso encontra-se em boas condições, incluindo um curto trecho de um ramal interno (500m), oferecendo condições de trafegabilidade o ano inteiro.

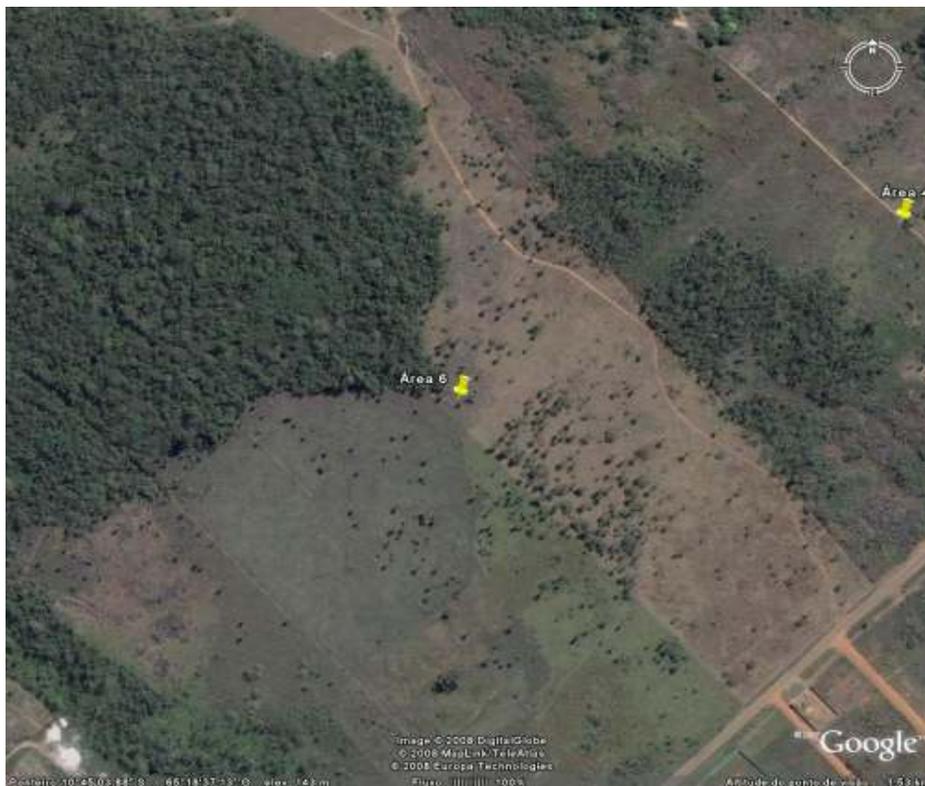


Figura 29. Vista Geral da Área 6, obtida de imagem QuickBird.

O proprietário desta área, senhor Sebastião Fandinho, ocupa um lote de 200 ha, conformado em “L”, onde a parte larga distribui-se nos fundos da área e sua parte mais estreita,

com 400 m, dispõe-se próxima a rodovia. Foi disponibilizado, a princípio, para atender as necessidades da Prefeitura Municipal, uma fração de 5 a 10 ha, localizado na parte distal do terreno, onde não existe um acesso plenamente estabelecido e ainda encoberta parcialmente por uma floresta secundária.

Em relação ao meio físico mostra uma grande semelhança com a Área 4, que está situada nas proximidades, diferindo por apresentar uma morfologia mais aplainada. Não foram observados afloramentos no interior do lote, existindo, no entanto, blocos de milonito gnaisse em lotes adjacentes, pertencentes preteritamente ao Complexo Jamari e redefinidas recentemente, passando a integrar a Suíte Metamórfica Nova Mamoré, de idade mesoproterozóicas, portanto, temporalmente mais jovens. O relevo aplainado e de baixa declividade foi definido como sendo uma Superfície de Aplainamento de Nível II (altitude entre 200 e 300 m), de média dissecação, decididamente favorável ao foco da pesquisa (Figura 30). A classe de solo dominante associa-se a um solo podzólico vermelho-amarelo distrófico, bem drenado e franco. A análise granulométrica de uma amostra deste solo, coletado a uma profundidade de 1 m, caracteriza uma textura argilo-arenosa, contendo 55,1% de argila e 44,1% de areia, como classes predominantes.



Figura 30. Superfície Aplainada da Área 6.

A cobertura vegetal nativa foi erradicada na maior parte do lote para a introdução de pastagem, permanecendo, no entanto, uma importante área de mata residual, conforme se pode observar na Figura 31, e que deve ser preservada. Recursos hídricos superficiais são inexistentes em uma distância mínima de 500 m; por outro lado, o nível freático foi detectado a uma profundidade de 6 m em poços amazonas de moradores próximos, apresentando uma baixa à média potencialidade para água subterrânea.



Figura 31. Área 6. Mata Residual Preservada.

Durante a avaliação deste local, foi executado um furo de trado, visando caracterizar a sua condutividade hidráulica, perfurando-se 2 m através de um trado motorizado, determinado como 0,1092 m/d, que representa o valor mais baixo de todas as áreas estudadas (Figura 32).



Figura 32. Perfuração a trado motorizado na Área 6.

Como aspectos favoráveis desta área, podem ser destacados:

- ✓ Excelente dimensão e vias de acesso;
- ✓ Distância adequada da mancha urbana;
- ✓ Vida útil superior a 20 anos;
- ✓ Facilidade de negociação;
- ✓ Substrato geológico favorável;
- ✓ Feição morfológica adequada, com um terreno aplainado e de baixa declividade;
- ✓ Cobertura vegetal nativa erradicada;
- ✓ Inexistência de drenagens ou pontos de águas aflorantes;
- ✓ Profundidade do nível freático superior a 6 m, com baixa potencialidade de água subterrânea;
- ✓ Solo argilo-arenoso, representando baixa potencialidade para a contaminação de recursos hídricos subterrâneos;
- ✓ Disponibilidade de energia elétrica.

Apesar de sua favorabilidade, alguns pontos negativos também foram identificados durante os trabalhos de campo, que merecerão uma avaliação mais detalhada, caso seja a opção escolhida pela administração municipal. Além da necessidade de adequação do ramal interno de acesso (Figura 33), merece destaque a proximidade de uma mata residual e de uma Área de Preservação Permanente; observa-se ainda o seccionamento da área pela rede de energia elétrica da ELETRONORTE, o que poderá exigir uma readequação da área selecionada (Figura 34).



Figura 33. Via de acesso interna da Área 6.



Figura 34. Rede de energia elétrica seccionando a Área 6.

As informações prestadas pelos proprietários do lote revelaram a pré-disposição de negociar uma parcela da terra, coberta pela mata residual e ainda sem acesso, reservando a parte desmatada e coberta de pastagem para seu uso. Considera-se, no entanto, a prioridade de escolha da parte desmatada, devido às implicações ambientais vinculadas a remoção de uma área vegetada e que poderiam encarecer ou até mesmo inviabilizar a implantação do empreendimento.

O estudo de viabilidade técnica da Área 6 favorece a sua indicação para o objetivo proposto, tratando-se de um dos melhores terrenos selecionados e avaliados. Entretanto, a caracterização de algumas restrições conduz a necessidade de pesquisas complementares para uma melhor adequação do local.

#### **6.4.7. Área 7**

Uma nova alternativa locacional foi caracterizada no Km 5,3 da Estrada do Palheta, próxima ao aeroporto municipal (Km 6,5), com acesso estabelecido por uma estrada pavimentada, em razoáveis condições de trafegabilidade (Figura 35). As coordenadas geográficas definidas em campo são 10° 47' 40,1" S e 65° 17' 20,3" W. Constitui um terreno aplainado e de baixa declividade, com excelente dimensão, estimada entre 5 a 10 ha, com cobertura vegetal removida e sem uso atual.



Figura 35. Acesso para a Área 7. Estrada do Palheta.

Situa-se em plena zona rural, com significativa ocupação por atividades agrícolas, revelando a existência de numerosos moradores. A propriedade do terreno é o Ministério da Aeronáutica, através da COMARA / SINDACTA, que possui uma estação de vigilância na continuidade da área sugerida (Figura 36).

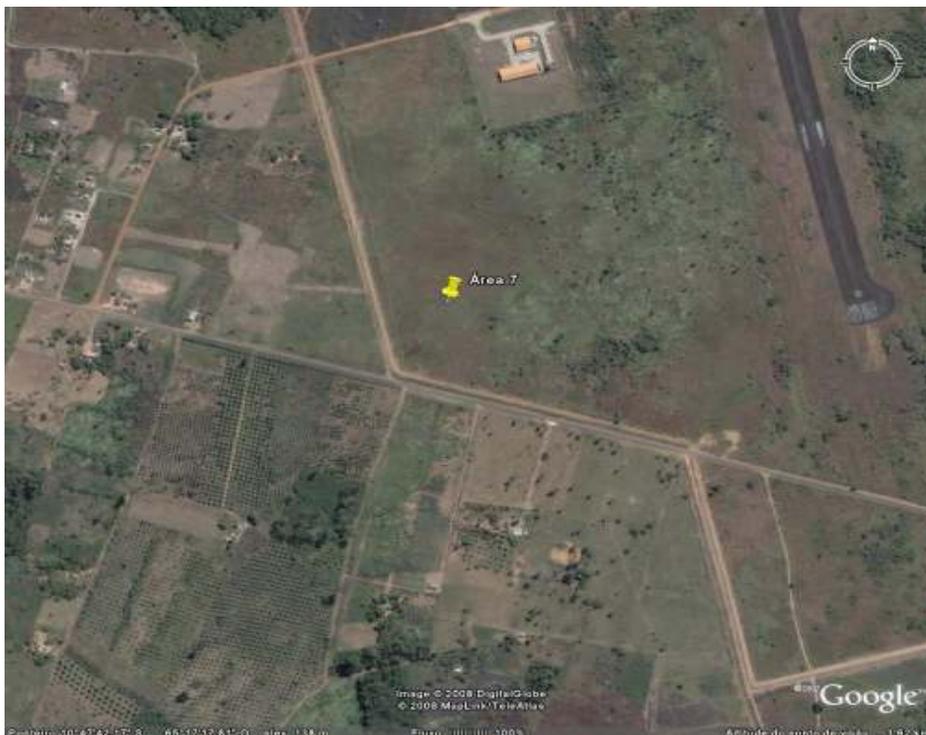


Figura 36. Vista Geral da Área 7, obtida de imagem QuickBird.

O relevo da região é representado por uma superfície aplainada, uniforme, com altitudes entre 200 a 300 m, de baixa dissecação, destituída de qualquer afloramento rochoso, e pela natureza do solo areno-argiloso, deve estar associado aos sedimentos areníticos da Formação Palmeiral, formador da Serra do Pacaás Novos. A classe de solo é mapeada como um latossolo vermelho-amarelo distrófico, de baixa declividade (2-8%), bem drenado; foram coletadas duas amostras de solo (1m e 4 m), nas quais a análise granulométrica apresentou percentuais de 70,9% e 58,2% de areia, respectivamente e de 26,4% e 38,9% de argila, sugerindo uma permeabilidade elevada.

A vegetação nativa foi erradicada totalmente, permanecendo algumas espécies de palmeiras, estando recoberto atualmente por espécies rasteiras como o sapé (Figura 37). Não foram observados recursos hídricos superficiais no interior do terreno, bem como em distâncias mínimas de 500 m; por outro lado, o nível freático supera a profundidade mínima de 6 m, plenamente inerente à natureza arenosa do solo, ao relevo e a estação climática reinante, o que caracteriza uma potencialidade mais profunda para águas subterrâneas na maior parte do ano, excetuando-se o inverno amazônico, quando ascende para profundidades mais rasas.



Figura 37. Vegetação nativa removida, atualmente coberta por sapé.

Não apresenta nenhum uso presente, servindo como área de proteção circundante das instalações da COMARA / SINDACTA, que o cercou em todo o seu perímetro (Figura 38).

Foram efetuados dois furos de trado na Área 7, visando identificar o nível freático e a condutividade hidráulica do terreno. Um primeiro furo de 2 m possibilitou definir a condutividade hidráulica de 0,2057 m/dia, considerada compatível com o substrato arenoso regional; por sua vez, o segundo furo atingiu a profundidade de 6 m sem alcançar o nível das águas subterrâ-

neas, revelando, no entanto, o enriquecimento de grânulos de coloração avermelhada, associados ao desenvolvimento do horizonte neo-concrecionário de um perfil laterítico.



Figura 38. Cerca de arame circundando o perímetro da Área 7.

A favorabilidade da Área 7 para a implantação de um cemitério está vinculada ao atendimento de parâmetros físico-bióticos, ambientais e sociais importantes, entre os quais assinalamos: excelente extensão superficial (5 a 10 ha); boas condições de acesso, inclusive no ramal secundário, trafegáveis em qualquer estação climática; morfologia excelente e de declividade baixa e regular, tratando-se da melhor área neste quesito (Figura 39); erradicação da vegetação nativa e sem uso produtivo; inexistência de recursos hídricos superficiais e potencialidade de água subterrânea mais profunda; baixo risco de contaminação das águas subterrâneas na maior parte do ano.

Associam-se a esta área pontos negativos, que poderão comprometer sua escolha, podendo ser citados: uma maior distância da cidade e a natureza areno-argilosa do solo, que se reflete na condutividade hidráulica mais elevada. Entretanto, vislumbra-se na dificuldade de cessão do terreno como a questão mais problemática, considerando a propriedade estar vinculada ao Ministério da Aeronáutica.

A avaliação da Área 7 indica se tratar de uma alternativa bastante favorável, que atende as exigências técnicas estabelecidas, existindo, no entanto, algumas restrições associadas ao tipo de solo dominante e a liberação do espaço pelo atual proprietário.



Figura 39. Aspecto morfológico da Área 7.

#### 6.4.8. Área 8

A análise das fotografias aéreas do entorno da cidade de Guajará Mirim, fundamentada em critérios de larga aplicação ao longo de trabalhos semelhantes desenvolvidos nos estados de Rondônia e Acre, permitiu a pré-seleção de uma área localizada na porção nordeste da mancha urbana, em direção a Serra dos Pacaás Novos. Considerando que estas fotografias datam da década de 80, onde o processo gradativo de crescimento e ocupação dos espaços vazios não está devidamente registrado, a Área 8 estava inserida em um espaço desabitado, desocupado e coberto pela vegetação nativa.

No momento atual, este terreno, registrado pelas coordenadas geográficas 10° 45' 29,4" S e 65° 17' 43,6" W, representa uma frente de expansão urbana, com uma intensa ocupação dos lotes desocupados, através da construção de módulos residenciais e comerciais, proporcionando um crescimento acelerado do Bairro Jardim das Esmeraldas (Figura 40).

Embora as características do meio físico sejam favoráveis para a implantação de um cemitério municipal, a avaliação técnica e social da área recomenda seu descarte, levando em consideração ainda a identificação de alternativas locais mais adequadas e que provocam menores efeitos na população envolvida.



Figura 40. Vista Geral da Área 8, obtida de imagem QuickBird.

#### 6.4.9. Outras Áreas

Na pré-seleção de alternativas locais para o foco do trabalho, através da interpretação de fotografias aéreas, foram identificadas mais 9 (nove) áreas, localizadas em trechos marginais da rodovia BR-425, do Ramal Bom Sossego, da Estrada do Palheta e do Ramal do Gaúcho. Com a realização dos trabalhos de campo, estas áreas foram inteiramente descartadas, após a ponderação dos seguintes aspectos:

- Condições precárias das vias de acesso ou a sua inexistência;
- Distanciamento excessivo da mancha urbana, o que poderia inviabilizar sua utilização;
- Substrato geológico, feição morfológica e classe de solo desfavoráveis, que trariam dificuldades operacionais;
- Proximidade de recursos hídricos superficiais ou potencialidade para água subterrânea.

Para os objetivos do trabalho, o descarte destas áreas não representou nenhum prejuízo, por terem sido definidas alternativas mais viáveis técnica e ambientalmente.

## 6.5. Avaliação e Hierarquização das Áreas

Em continuidade ao processo de seleção das áreas estudadas e a sua posterior hierarquização, objetivando estabelecer uma ordem de prioridade para a definição da opção escolhida, apresenta-se uma análise comparativa entre as 8 (oito) áreas avaliadas, considerando-se os critérios estabelecidos para este trabalho (Figura 41).

Para a hierarquização das áreas adotaram-se alguns fundamentos e recomendações contidas em documentos procedentes de instituições públicas como a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, de São Paulo, CONAMA (2003), Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado do Pará – SECTAM (DAMASCENO, 1996) e a Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente – FEPAM, do Governo do Rio Grande do Sul, visto inexistirem metodologias de aceitação mais ampla. Foram consultadas também obras técnicas de profissionais atuantes no setor, tais como PACHECO *et al.* (s/d), ANTUNES *et al.* (s/d) e MATOS & PACHECO (2002). Agregaram-se ainda critérios adotados em trabalhos realizados pela CPRM / Residência de Porto Velho na seleção de alternativas locais para aterro sanitário e cemitério, considerando a similaridade entre esses objetivos referentes ao meio físico (KREBS, ADAMY & REIS, 1999; ADAMY & KREBS, 2001; ADAMY, 2003; ADAMY, 2007). De mesma forma, também foram obtidas referências no procedimento adotado por JUNGBLUT, KREBS & VIERO (1995), em trabalho efetuado no município de Lauro Müller, em Santa Catarina, visando selecionar áreas para aterro sanitário.

Essa metodologia considera o grau de dificuldade que cada característica poderá representar por ocasião das diferentes etapas necessárias à construção de um empreendimento tipo aterro sanitário e/ou cemitério. A execução de um trabalho associado à seleção de áreas para cemitério, realizado em um curto período de tempo, torna impossível avaliar com detalhe todas as características do ponto de vista legal, físico e socioeconômico de cada área. Impede assim o estabelecimento de uma pontuação ponderada de cada parâmetro avaliado, conforme proposto por WAQUIL (1998). Os estudos subseqüentes à indicação relativa das áreas, com a definição das áreas prioritárias para o empreendimento, deverão contemplar uma melhor verificação das características geológicas e geotécnicas do substrato e dos perfis dos diferentes horizontes diagnósticos de solo, principalmente no que se refere à escavabilidade, à permeabilidade e à condutividade hidráulica. Dever-se-ia também detalhar melhor em cada área os aspectos relacionados à profundidade do lençol freático, à distância de cursos d'água e ao potencial hídrico.

Conforme já referenciado na avaliação de áreas para aterro sanitário, foi introduzido um novo critério eliminatório não empregado em outras regiões do país, relacionado à presença de uma vegetação de preservação, visando à preservação do meio ambiente.



Figura 41. Áreas estudadas para implantação de cemitério

Após a seleção das áreas efetuada pela fotointerpretação prévia e a execução dos trabalhos de campo onde foram considerados vários parâmetros, procedeu-se à hierarquização das áreas estudadas (Tabela 9), avaliando-se o grau de dificuldade que as características legais, socioeconômicas e do meio físico de cada uma dessas áreas poderão representar, por ocasião da realização das diversas etapas necessárias à implantação de um cemitério. O valor atribuído a cada característica variou de 0 (zero) até 2 (dois) e fundamentou-se principalmente nas verificações realizadas em cada área durante os trabalhos de campo.

O valor 0 (zero) foi dado quando a característica indicada corresponde a um critério eliminatório ou quando não atende ao parâmetro indicado. O valor 1 (um), quando a característica revela a necessidade de técnicas especiais para compensar uma deficiência em alguma etapa na construção do futuro projeto de cemitério, detectada nas verificações de campo, ou então, por algum atributo de natureza sócio-econômica. O valor 2 (dois) foi atribuído quando a característica em questão é claramente favorável ao objetivo proposto ou significa a necessidade de aplicação de técnicas convencionais de engenharia para a implantação de um empreendimento desse tipo. Nas áreas avaliadas, o valor 0 (zero) foi contemplado em algumas delas, considerando-se as numerosas alternativas pré-selecionadas pela fotointerpretação, descartando-se aquelas possuidoras de uma restrição eliminatória quando da realização dos trabalhos de campo.

Neste trabalho, a hierarquização das áreas obedeceu a uma sistematização já adotada para aterros sanitários, através do enquadramento em três classes distintas, as quais refletem o grau de dificuldade para implantação, operação e encerramento do cemitério: favoráveis, medianamente favoráveis e desfavoráveis.

Como **áreas favoráveis** foram consideradas todas aquelas que apresentam menores dificuldades para realização do empreendimento, 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, essas 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, para compensar determinada deficiência relacionada a uma ou mais características, representando custos adicionais não significativos. Também foram consideradas como áreas medianamente favoráveis todas aquelas que poderão apresentar dificuldades de negociação com os proprietários ou para a aceitação deste tipo de empreendimento. Do ponto de vista legal, possuem uma ou mais características do meio físico que poderão dificultar a obtenção da licença ambiental.

Como **áreas desfavoráveis** foram consideradas todas aquelas que apresentaram um conjunto de características com feições desfavoráveis, cuja compensação através da adoção de técnicas especiais representa valores elevados, inviabilizando seu aproveitamento. Entre estas características, podem ser citados um maior distanciamento da mancha urbana, o valor nominal da terra, as condições de escavabilidade do local, e situar-se próximo a limitações sociais e/ou ambientais.

De acordo com os resultados obtidos, expressos na Tabela 9, as áreas de maior favorabilidade seriam aquelas que apresentassem uma pontuação igual ou superior a 45, correspondendo às áreas de número 4 e 6. Como áreas medianamente favoráveis foram consideradas aquelas que apresentaram uma pontuação entre 40 a 44 pontos, ou seja, as áreas 1, 2 e 3. Finalmente, as áreas com pontuação inferior a 40 pontos, como as áreas 5 e 8, foram consideradas desfavoráveis.

A opção por uma das áreas indicadas deverá ser objeto de estudos complementares, com o propósito de caracterizá-la do ponto de vista geotécnico, através de ensaios de condutividade hidráulica do solo, da direção do fluxo da água subterrânea e da variação sazonal da profundidade do nível freático. Da mesma forma, deverão ser realizadas análises laboratoriais de amostras de água coletadas tanto nas drenagens superficiais como nos lençóis subterrâneos, visando a sua caracterização físico-química e bacteriológica, estabelecendo padrões prévios de qualidade (*back-ground*), o que favorecerá o monitoramento futuro, indispensável ao empreendimento.

Na continuidade dos estudos da(s) área(s) selecionada(s) pela Prefeitura Municipal como sendo as melhores opções, deverão ser mais bem avaliadas as características geotécnicas do solo, principalmente quanto à condutividade hidráulica, além da determinação da direção de fluxo das águas subterrâneas e da variação sazonal do nível freático.

CARACTERÍSTICAS	1	2	3	4	5	6	7	8
	<b>Aspectos Legais</b>							
* Afastamento da Mancha Urbana	2	0	0	2	0	2	2	1
* Áreas Especiais de Proteção	2	2	2	2	1	2	1	1
* Distância de Corpos d'Água	2	2	2	1	1	2	2	2
* Distância de Rodovias Federais / Estaduais	2	2	2	2	2	2	2	2
* Distância de Estradas Municipais	1	2	2	2	2	2	2	2
* Vegetação de Preservação	2	2	2	2	2	2	2	1
<b>Aspectos Físicos</b>								
* Classe Textural de Solo	1	2	1	2	2	2	1	1
* Permeabilidade do Solo	1	2	1	2	1	2	1	1
* Espessura do Solo	2	2	2	2	2	2	2	2
* Relevo	2	2	2	2	2	2	2	2
* Declividade	1	2	2	1	2	2	2	2
* Profundidade do Nível Freático (chuvas)	2	2	2	2	2	2	2	2
* Natureza Geológica do Substrato	1	2	2	2	2	2	2	1
* Permeabilidade do Substrato	1	2	2	2	2	2	2	1
* Potencial Hídrico da Área	2	2	2	2	1	2	2	2
<b>Aspectos Socioeconômicos</b>								
* Dimensões da Área	2	1	1	2	1	2	2	2
* Uso Atual do Solo	2	2	2	2	1	2	2	1
* Distância ao Centro Urbano	2	0	0	2	0	2	1	1
* Vida Útil do Cemitério	2	1	1	2	1	2	2	2
* Vetor de Crescimento Urbano	2	1	1	2	1	2	2	1
* Planos Federal, Estadual e Municipal para Uso Futuro	2	2	2	2	2	2	1	1
* Valor Nominal da Área	1	2	2	2	1	1	2	2
* Aceitação Popular	2	2	2	2	2	2	2	1
* Via de Acesso	2	2	2	2	2	2	2	2
* Custo de Investimento em Obras	1	2	2	1	2	1	2	2
<b>Soma Total</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>41</b>	<b>47</b>	<b>37</b>	<b>48</b>	<b>45</b>	<b>38</b>
Áreas Favoráveis								
Áreas Medianamente Favoráveis								
Áreas Desfavoráveis								

Tabela 9. Hierarquização das Áreas.

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A indicação de áreas adequadas para a implantação de um cemitério está condicionada ao atendimento de uma série de parâmetros associados aos meios físico-biótico e socioeconômico, nem sempre obedecidos, o que pode favorecer a incidência de impactos ambientais de extensões variáveis. Em Guajará Mirim, a existência de apenas uma unidade para o sepultamento de corpos disponível à população, em franco processo de exaustão, tornou indispensável à seleção de uma nova alternativa locacional, que cumpra as exigências legais e que possibilite a utilização por um longo período de tempo, previsto inicialmente para 20 anos.

A disposição geográfica da cidade de Guajará Mirim, estabelecida na fronteira internacional com a República da Bolívia através do rio Mamoré, restringiu a seleção de áreas apenas aos quadrantes NE e SE da mancha urbana. Além disso, a proximidade da Serra dos Pacaás Novos, constituído por arenitos arcosianos, francamente favoráveis a presença de água subterrânea, como demonstram as nascentes de inúmeras drenagens do Estado de Rondônia, tais como os rios Pacaás Novos, Ouro Preto, Jamari, entre outros, apenas na borda sul desta serra, limitou ainda mais a busca de alternativas viáveis tecnicamente. Desta forma, esta pesquisa concentrou-se na rodovia BR-425 e na Estrada do Palheta e em suas vicinais, onde foram identificadas todas as áreas estudadas em campo. Algumas áreas foram caracterizadas em outras vias de acesso, como nos ramais Bom Sossego e do Gaúcho, os quais foram descartados pela precariedade das estradas, pela distância da mancha urbana e pelas características do meio físico.

Estabelecidas essas limitações, as atividades de campo realizadas no entorno da cidade permitiram selecionar 8 (oito) áreas, com características diferenciadas, e com graus variáveis de favorabilidade, traduzidas em uma ordem de prioridade decrescente, o que facilitará a escolha final por parte da administração municipal. Das áreas estudadas, a **Área 6** apresenta as condições do meio físico e ambiental mais favorável, constituindo-se na opção indicada pelo presente estudo. Como esta escolha está condicionada também aos parâmetros socioeconômicos, onde se destaca a aceitação popular e a facilidade de negociação, aponta-se a Área 4 como uma segunda alternativa mais adequada na eventualidade de uma negociação difícil com a área anterior. Como uma terceira opção, a ser considerada apenas se as indicações anteriores não forem viabilizadas, recomenda-se a Área 7, onde existirá restrição quanto a sua cessão pelo Ministério da Aeronáutica. As áreas 1, 2 e 3 não são recomendadas por implicarem em altos custos de operacionalização e adequação ao objetivo proposto, bem como duas delas estarem situados no perímetro urbano, entretanto poderiam ser viabilizadas na falta de melhores opções. Finalmente, as áreas 5 e 8 devem ser descartadas, seja por restrições ambientais, ou pela dimensão inadequada.

Ressalta-se, ainda, 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 geotécnicos mais precisos, a realização de estudos de viabilidade econômica e da aceitação popular deste empreendimento.

Com a definição da área escolhida para a futura implantação de um cemitério, recomenda-se a adoção complementar de procedimentos técnicos que visam assegurar a sustentabilidade ambiental do empreendimento, minimizando ou até mesmo evitando completamente eventuais impactos ambientais que possam derivar de atividades mal conduzidas dentro da obra. São sugeridas as seguintes ações:

- a. Levantamento topográfico detalhado da área;
- b. Caracterização do comportamento hidrogeológico das águas subterrâneas e das águas superficiais sazonais, destacando-se: a profundidade do nível freático, a sazonalidade do solo saturado e não saturado, a variação da condutividade hidráulica dentro do terreno e o fluxo subterrâneo das águas;
- c. Monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, antes, durante e pós-implantação do cemitério, através da instalação de piezômetros dentro do terreno e a jusante. As águas superficiais também deverão ser objetos de monitoramento, seja a montante como a jusante do empreendimento, o que permitirá estabelecer a qualidade prévia das águas e eventuais contaminações ambientais derivadas deste serviço público;
- d. Revegetação da área, considerando a erradicação quase total da floresta nativa.

Complementarmente ao trabalho de indicação de áreas para um futuro cemitério público, recomendam-se a execução de estudos técnicos voltados ao gerenciamento adequado do Cemitério Santa Cruz e a sua possível desativação, visando avaliar o grau de contaminação, se existente, derivados do sepultamento de corpos verificados atualmente.

## 8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ADAMY, A. (organizado por). **Zoneamento Ecológico-Econômico da Região Fronteiriça Brasil – Bolívia**. Porto Velho: CPRM / Residência de Porto Velho. 2000.
- ADAMY, A. e KREBS, A. S. J. **Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Guajará Mirim, Rondônia**. Porto Velho: CPRM / Residência de Porto Velho. 2001.
- ADAMY, A. **Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos e Implantação de Cemitérios em São Felipe d'Oeste, Rondônia**. Porto Velho: CPRM / Residência de Porto Velho. 2003.
- ADAMY, A. **Alternativas Locacionais para a Implantação de Cemitério em Rio Branco, Acre**. Porto Velho: CPRM / Residência de Porto Velho. 2007.
- ANTUNES, B.; BASTIANON, D.; BATELLO, E.; PACHECO, A.; PELLIZARI, V.; MENDES, J. M. **Contaminação do Aquífero Livre em Cemitérios: Estudo de Caso**. São Paulo: Universidade de São Paulo. s/d.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA (ABGE). **Ensaio de Permeabilidade em Solos**. Boletim 04. 226p. 1996.
- CETESB. L1.040. **Implantação e Operação de Cemitérios**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 1993. 6 p.
- CONAMA. **Resolução 335**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2003.
- DAMASCENO, F. G.; SILVA, L. M. da C. e; BRAZ, V. N.; FONSECA, F. C. G. da; OLIVEIRA, W. **Termo de Referência para a Implantação de Cemitérios. Esforço Conjunto SECTAM/UFPA/SEICOM**. I Workshop de Geofísica Aplicada ao Meio Ambiente. Belém: Sociedade Brasileira de Geofísica / Norte. 1996.
- IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Volume 60 / 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.
- IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: 2000 / IBGE**. Departamento de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 431 p.
- JUNGBLUT, M.; KREBS, A.S.J.; VIERO, A. C. **Subsídios à avaliação de áreas potencialmente favoráveis à implantação de aterros sanitários no Município de Lauro Müller, SC**. Porto Alegre: CPRM, 1995. 1 v. (PROGESC - Série Ordenamento Territorial, v. 21).
- KREBS, A S. J.; ADAMY, A.; REIS, M. R. **Alternativas Locacionais para a Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos na Área de Porto Velho**. Porto Velho: CPRM / Residência de Porto Velho. 1999.
- MAGALHÃES, F. S. P. de. **Cemitério e o Impacto Ambiental**. Revista CIPA 47. s/d.

- MATOS, B. & PACHECO, A. **Avaliação da Ocorrência e do Transporte de Microorganismos no Aquífero Freático do Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo.** XII Congresso de Águas Subterrâneas. Florianópolis: ABAS. 2002.
- MIOTTO, S. L. **Aspectos Geológico-Geotécnicos da Determinação da Adequabilidade de Áreas para a Implantação de Cemitérios.** Dissertação de Mestrado. Rio Claro: UNESP, 1990. 116p.
- PACHECO, A.; MENDES, J. M. B.; HASSUDA, S. **O Problema Geoambiental da Localização de Cemitérios em Meio Urbano.** s/d.
- QUADROS, M. L. E. S. & RIZZOTTO, G. J. **Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Rondônia.** Porto Velho: CPRM / Residência de Porto Velho. 2006.
- SEPLAN / ITERON. **Zoneamento Socioeconômico – Ecológico do Estado de Rondônia.** Porto Velho: Governo do Estado de Rondônia. Relatório. 2000.
- SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.** 2003.
- WAQUIL, D. R. P.; ANGHINONI, M. C. M.; ORLANDI FILHO V. **Seleção de Áreas para o Tratamento e Disposição de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana de Porto Alegre. Etapa 2.** Porto Alegre: CPRM / METROPLAN / FEPAM. 1998, 1 V.: il. (Série ordenamento Territorial – vol. 31).

**Fichas de Campo  
Alternativas Locacionais  
Para Implantação de Cemitério**

Área N°. : 01

Data: 31.10.2007

Localização: KM 4,3 – Estrada do Palheta / Bairro da COMARA

Coord.: 10° 47' 31.8" S / 65° 17' 49.3" W

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	4.300 m	
Áreas Especiais de Proteção	Inexistem	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	> 500 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)	> 4.000 m	
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)	50 m	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	2 ha	
Direção Predominante do Vento	Indeterminada	
Vegetação de Preservação	Resquícios de mata	
Solo	Classe Textural	Latossolo Amarelo (areno-argiloso)
	Permeabilidade	Alta
	Espessura	> 3 m
Relevo	Superfície Aplainada	
Declividade	0 – 2%	
Profundidade do Nível Freático	7 m	
Natureza Geológica do Substrato	Arenitos	
Permeabilidade do Substrato	Média a Alta	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Médio	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	< 10 Anos	
Zoneamento Urbano ( Vetor de Crescimento)	Distante	
Uso Atual do Solo	Cultura de Subsistência	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura da Área	Inexistem	
Valor Nominal da Área	Não Identificado	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Boa	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Baixa Aceitação	
Custo de Investimento em Construção e Infra-Estrutura	Baixo	
Acesso à Área Através de Vias com Baixa Densidade de Ocupação	Boa	

Análise da Área: Área Medianamente Favorável, com Restrições

 Pontos Positivos: Boas Condições de Acesso  
 Disponibilidade de Energia Elétrica  
 Profundidade do Nível Freático Superior a 7m e Inexistência de Águas Superficiais  
 Cobertura Vegetal Nativa Erradicada

 Pontos Negativos: Dimensão da Área Insatisfatória  
 Terreno de Propriedade do Ministério da Aeronáutica, com Ocupação Irregular  
 Relevo Aplainado, sem Declividade  
 Solo Arenoso  
 Permeabilidade Média a Alta  
 Substrato de Natureza Arenítico

Área N.º : 02

Data: 31.10.2007

Localização: Rua Antônio L. Macedo, 3656 / Bairro Fátima

Coord.: 10° 46' 25.8" S / 65° 18' 41.2" W

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	Zona Urbana	
Áreas Especiais de Proteção	Não Existem	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	> 1.000 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)	> 200 m	
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)	> 20 m	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	1 Ha	
Direção Predominante do Vento	Não Determinado	
Vegetação de Preservação	Erradicada	
Solo	Classe Textural	Areno-Argilosa / Latossolo
	Permeabilidade	Média
	Espessura	> 3 m
Relevo	Terreno Aplainado	
Declividade	0 a 2%	
Profundidade do Nível Freático	7 m	
Natureza Geológica do Substrato	Sedimentos Arenosos	
Permeabilidade do Substrato	Média	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Médio	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	5 Anos	
Zoneamento Urbano ( Vetor de Crescimento)	Área Urbana	
Uso Atual do Solo	Capoeira	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura da Área	Inexistem	
Valor Nominal da Área	Não Identificado	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Boa	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Razoável	
Custo de Investimento em Construção e Infra-Estrutura	Baixo	
Acesso à Área Através de Vias com Baixa Densidade de Ocupação	Boa	

Análise da Área: Área Desfavorável

 Pontos Positivos:
 

- Facilidade de Acesso
- Terreno de Propriedade da Prefeitura Municipal
- Cobertura Vegetal Removida e Sem Uso Atual do Solo
- Disponibilidade de Energia Elétrica
- Utilização Imediata
- Profundidade do Nível Freático : 7 m

 Pontos Negativos:
 

- Dimensão Inadequada
- Localização na Zona Urbana
- Possível Rejeição Popular do Entorno
- Solo Areno-Siltoso, de Média Permeabilidade
- Indisponibilidade de Abastecimento Público de Água Tratada
- Possibilidade de Contaminação das Águas Subterrâneas

Área Nº. : 03

Data: 31.10.2007

Localização: Rua Princesa Isabel, s/nº / Bairro Jardim das Esmeraldas

Coord.: 10° 45' 48.0" S / 65° 18' 21.0" W

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	Inserido na Zona Urbana	
Áreas Especiais de Proteção	Inexistem	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	> 500 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)	> 500 m	
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)		
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	1 Ha	
Direção Predominante do Vento	Não Determinado	
Vegetação de Preservação	Erradicada	
Solo	Classe Textural	Latossolo / Textura Areno-Argiloso
	Permeabilidade	Média
	Espessura	> 3 m
Relevo	Área Aplainada	
Declividade	0 a 2%	
Profundidade do Nível Freático	6 m	
Natureza Geológica do Substrato	Arenitos	
Permeabilidade do Substrato	Média	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Médio	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	5 Anos	
Zoneamento Urbano ( Vetor de Crescimento)	Inserido na Zona Urbana	
Uso Atual do Solo	Capoeira e Campo de Futebol	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura da Área	Inexistem	
Valor Nominal da Área	Não Determinado	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Boa	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Baixa	
Custo de Investimento em Construção e Infra-Estrutura	Baixo	
Acesso à Área Através de Vias com Baixa Densidade de Ocupação	Bairros de Poder Aquisitivo Médio a Baixo	

Análise da Área: Desfavorável

Pontos Positivos: Facilidade de Acesso  
 Facilidade de Negociação  
 Terreno sem Cobertura Vegetal e Sem Uso Social  
 Disponibilidade de Energia Elétrica  
 Profundidade do Nível Freático de 6 m

Pontos Negativos: Dimensão Insuficiente  
 Localização na Zona Urbana  
 Possível Rejeição Popular do Entorno  
 Solo Areno-Argiloso (Areia 70%)  
 Permeabilidade Média  
 Risco de Contaminação Recursos Hídricos Subterrâneos  
 Inexistência de Abastecimento Público de Água Tratada

Área Nº. : 04

Data: 31.10.2007

Localização: KM 4,3 da Rodovia BR – 425 / Defronte Campus da UNIR

Coord.: 10° 44' 54.4" S / 65° 18' 16.7" W

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	4.000 m	
Áreas Especiais de Proteção	Inexistem	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	> 500 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)	> 200 m	
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)	> 20 m	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	> 5 Ha	
Direção Predominante do Vento	Indeterminado (Presença Vento)	
Vegetação de Preservação	Erradicada; Manchas Residuais	
Solo	Classe Textural	Argilo-Arenoso a Cascalho Arenoso-Argiloso
	Permeabilidade	Alta (Superfície), Reduzindo em Sub-Superfície
	Espessura	> 3 m
Relevo	Superfície Aplainada com Desníveis Antrópicos	
Declividade	2 a 8%	
Profundidade do Nível Freático	> 6 m	
Natureza Geológica do Substrato	Milonitos Gnaisses	
Permeabilidade do Substrato	Baixa	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Baixo a Médio	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	> 10 Anos	
Zoneamento Urbano ( Vetor de Crescimento)	Distante	
Uso Atual do Solo	Capoeira / Depósitos de RSU	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura da Área	Inexistem	
Valor Nominal da Área	Terreno da Prefeitura Municipal	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Boa	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Boa	
Custo de Investimento em Construção e Infra-Estrutura	Baixo a Médio	
Acesso à Área Através de Vias com Baixa Densidade de Ocupação	Inexistem	

Análise da Área: Área Favorável

Pontos Positivos: Boas Condições de Acesso  
 Dimensão Excelente  
 Solo Latossólico Argilo-Arenoso a Concrecionário  
 Profundidade do Nível Freático: > 6 m  
 Permeabilidade Menor em Profundidades Maiores  
 Baixo Potencial de Contaminação das águas Subterrâneas  
 Relevo Aplainado, com Declividade entre 2-8%  
 Cobertura Vegetal Erradicada e Manchas Residuais no Entorno  
 Recursos Hídricos Inexpressivos  
 Vida Útil Superior a 15 Anos

Pontos Negativos: Distância de 4 km do Centro da Cidade e Maior Densidade de Tráfego Rodoviário  
 Recuperação Ambiental Parcial da Área  
 Alta Permeabilidade Superficialmente – Presença de Concreções Lateríticas

Área Nº. : **05**

Data: 30.10.2007

Localização: Avenida Quintino Bocaiúva, Bairro Tamandaré

Coord.: 10° 47' 04,1" S / 65° 20' 35,9" W

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	Inserido na Zona Urbana	
Áreas Especiais de Proteção	Proximidade do Rio Mamoré (< 200 m)	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	> 200 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)		
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)		
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	> 0,4 Ha	
Direção Predominante do Vento	Indeterminado	
Vegetação de Preservação	Erradicada	
Solo	Classe Textural	Areno-Argiloso
	Permeabilidade	Alta
	Espessura	> 3 m
Relevo	Superfície Aplainada Artificialmente	
Declividade	0 a 2%	
Profundidade do Nível Freático	2 m	
Natureza Geológica do Substrato	Milonitos Gnaisses	
Permeabilidade do Substrato	Baixa a Média	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Médio	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	2 Anos	
Zoneamento Urbano ( Vetor de Crescimento)	Inserido na Zona Urbana	
Uso Atual do Solo	Garagem da empresa Real Norte	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura da Área	Inexistem	
Valor Nominal da Área	Indeterminado	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Boa	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Boa	
Custo de Investimento em Construção e Infra-Estrutura	Médio a Alto	
Acesso à Área Através de Vias com Baixa Densidade de Ocupação	Inserido em Bairro de Classe Média a Pobre	

Análise da Área: Área Desfavorável

 Pontos Positivos: Boas Condições de Acesso  
 Relevo Aplainado Artificialmente, com Baixa Declividade  
 Cobertura Vegetal Erradicada  
 Disponibilidade de Energia Elétrica  
 Facilidade de Negociação

 Pontos Negativos: Alta a Média Permeabilidade  
 Dimensão Insatisfatória  
 Solo Latossólico Arenoso  
 Profundidade do Nível Freático: < 2 m  
 Permeabilidade Alta  
 Acumulação de Água Superficial no Terreno Adjacente  
 Vida Útil inferior a 2 Anos  
 Alto Potencial de Contaminação das águas Subterrâneas

Área Nº. : 06

Data: 01.11.2007

Localização: KM 3,8 da Rodovia BR – 425, Defronte da Estação da ELETRONORTE

Coord.: 10° 45' 02.6" S / 65° 18' 36.1" W

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	3.800 m	
Áreas Especiais de Proteção	APP no Entorno (500 m)	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	400 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)	> 200 m	
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)	> 20 m	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	> 5 Ha	
Direção Predominante do Vento	NE / SW	
Vegetação de Preservação	Proximidade de Mata Residual	
Solo	Classe Textural	Argilo-Arenoso
	Permeabilidade	Baixa
	Espessura	> 3 m
Relevo	Superfície Aplainada	
Declividade	Baixa (2 - 8%)	
Profundidade do Nível Freático	6 m	
Natureza Geológica do Substrato	Granitos Milonitizados	
Permeabilidade do Substrato	Baixa	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Baixo	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	> 10 Anos	
Zoneamento Urbano ( Vetor de Crescimento)	Proximidade dos Limites da Cidade	
Uso Atual do Solo	Pastagem	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura da Área	Inexistem	
Valor Nominal da Área	Não Determinada	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Boa	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Satisfatória	
Custo de Investimento em Construção e Infra-Estrutura	Baixo a Médio	
Acesso à Área Através de Vias com Baixa Densidade de Ocupação	Não Utilizável	

Análise Da Área: Área Favorável Com Restrições

Pontos Positivos:

- Dimensão Excelente
- Boas Vias de Acesso
- Disponibilidade de Negociação
- Substrato Favorável e de Baixa Permeabilidade
- Relevo Excelente e de Baixa Declividade
- Vegetação Erradicada
- Recursos Hídricos Superficiais Distantes 500 m
- Nível Freático Superior a 6 m
- Boa Distância da Mancha Urbana
- Disponibilidade de Energia Elétrica

Pontos Negativos:

- Proximidade de APP
- Rede de Transmissão da ELETRONORTE Seccionando Lateralmente o Terreno
- Proximidade de Mata Residual
- Dificuldade de Negociação

Observação: Área Disponibilizada Preliminarmente pelo Proprietário Contempla Fração da Mata Residual, que Poderá Sofrer Restrições por Órgãos Ambientais, Além da Necessidade de Abertura de Uma Via de Acesso.

Área Nº. : 07

Data: 01.11.2007

Localização: KM 5,3 da Estrada do Palheta, Próximo da COMARA

Coord.: 10° 47' 40.1" S / 65° 17' 20.3" W

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)		5.300 m
Áreas Especiais de Proteção		Inexistem
Distância a Corpos d'Água (> 200m)		> 500 m
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)		> 5.000 m
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)		> 50 m
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)		> 5 Ha
Direção Predominante do Vento		NE / SW
Vegetação de Preservação		Erradicada
Solo	Classe Textural	Latossolo Amarelo / Areno-Argiloso
	Permeabilidade	Média
	Espessura	> 3 m
Relevo		Superfície Aplainada
Declividade		2 – 8%, Regular
Profundidade do Nível Freático		> 6 m
Natureza Geológica do Substrato		Possível Derivação de Arenitos
Permeabilidade do Substrato		Média
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha		Médio
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)		> 10 Anos
Zoneamento Urbano ( Vetor de Crescimento)		Distante
Uso Atual do Solo		Sem Uso Atual
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura da Área		Inexistem
Valor Nominal da Área		Não Identificada
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados		Boa
Aceitação Popular e de Suas Entidades		Razoável
Custo de Investimento em Construção e Infra-Estrutura		Baixo
Acesso à Área Através de Vias com Baixa Densidade de Ocupação		Adequado

Análise da Área: Área Favorável Com Restrições

Pontos Positivos: Excelente Dimensão (5 – 10 Ha)  
 Boas Condições de Acesso  
 Relevo Excelente (Superfície Aplainada)  
 Declividade Baixa (2% - 8%) e Regular  
 Vegetação Erradicada  
 Risco de Contaminação de Recursos Hídricos Inexistente  
 Profundidade Nível Freático Superior a > 6 m  
 Inexistência de Recursos Hídricos Superficiais

Pontos Negativos: Dificuldade De Negociação  
 Maior Distância da Zona Urbana  
 Solo Areno-Argiloso  
 Permeabilidade Média

Área N.º : 08

Data: 01.11.2007

Localização: Terreno Limítrofe da Mancha Urbana / Bairro Jd. das Esmeraldas

Coord.: 10° 45' 29,4" S / 65° 17' 43,6" W

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS GERAIS (Legislação)		
Afastamento da Mancha Urbana (> 2.000 m)	Limite da Mancha Urbana	
Áreas Especiais de Proteção	Inexistem	
Distância a Corpos d'Água (> 200m)	> 500 m	
Distância de Rodovias Federais e Estaduais (> 200m)	2.000 m	
Distância de Estradas Municipais e Caminhos (> 20m)	> 200 m	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Físicas)		
Dimensões da Área (ha)	> 2 Ha	
Direção Predominante do Vento	Não Determinado	
Vegetação de Preservação	Mata Residual	
Solo	Classe Textural	Latossolo Amarelo / Arenó-Argiloso
	Permeabilidade	Média
	Espessura	> 3 m
Relevo	Superfície Aplainada	
Declividade	2 – 8%	
Profundidade do Nível Freático	> 3 m	
Natureza Geológica do Substrato	Possível Derivação de Arenitos	
Permeabilidade do Substrato	Média	
Potencial Hídrico da Área: Solo/Rocha	Médio	
CRITÉRIOS SELETIVOS PARA QUALIFICAÇÃO DE ÁREA (Características Socioeconômicas)		
Vida Útil para Unidade Municipal (>10 anos)	> 5 Anos	
Zoneamento Urbano ( Vetor de Crescimento)	Área de Crescimento da Cidade	
Uso Atual do Solo	Sem Uso Atual	
Planos Federais, Estaduais e Municipais de Utilização Futura da Área	Expansão da Mancha Urbana	
Valor Nominal da Área	Não Identificada	
Facilidade de Acesso a Veículos Pesados	Boa	
Aceitação Popular e de Suas Entidades	Possivelmente Baixa	
Custo de Investimento em Construção e Infra-Estrutura	Baixo	
Acesso à Área Através de Vias com Baixa Densidade de Ocupação	Adequado	

Análise da Área: Área Desfavorável

Pontos Positivos: Dimensão Adequada  
 Boas Condições de Acesso  
 Relevo Satisfatório (Superfície Aplainada)  
 Declividade Baixa (2% - 8%)  
 Profundidade Nível Freático Superior a > 3 m  
 Inexistência de Recursos Hídricos Superficiais

Pontos Negativos: Expansão da Mancha Urbana  
 Terreno Limítrofe da Cidade  
 Alta Densidade de Ocupação Humana  
 Necessidade de Erradicação de Mata Residual

## **ANEXO 2**

### **Mapa de Alternativas Locacionais para a Implantação de Cemitério em Guajará Mirim, Rondônia**