

**AVALIAÇÃO GEOLÓGICA PRELIMINAR DE UMA ÁREA DESTINADA À
IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DA CIDADE DE PARINTINS (AM)**

*José Luiz Marmos
Carlos José Bezerra de Aguiar*



Secretaria de
Geologia, Mineração
e Transformação Mineral

Ministério de
Minas e Energia



2007

1 ANTECEDENTES

Os resíduos sólidos recolhidos por empresas contratadas pelo Serviço de Limpeza Municipal da Prefeitura de Parintins vêm sendo depositados, há cerca de oito anos, sem nenhum tipo de segregação, na lixeira municipal, localizada nos fundos dos prédios da Universidade Estadual do Amazonas, no bairro Djard Vieira (Figura 1). Essa lixeira tem uma superfície aproximada de 10 hectares e, seja nos aspectos técnicos, legais ou operacionais, encontra-se numa situação inadequada, causando inúmeros transtornos aos moradores e ao meio ambiente em seu entorno, motivo pelo qual é objeto de um processo judicial, que se arrasta desde 1999, visando à sua interdição.



Figura 1: Vista do terreno da atual lixeira de Parintins no ano de 2005

Em busca de uma solução para o processo judicial, que culmine com o encerramento definitivo das atividades da atual lixeira, a Prefeitura Municipal tomou iniciativa de selecionar uma área para implantação de Aterro Sanitário, de modo a coletar, transportar e dar disposição final aos resíduos sólidos da cidade de maneira ambientalmente correta. Devido às peculiaridade geográficas da cidade de Parintins, assentada sobre uma ilha de dimensões reduzidas (45 km²), cortada por várias drenagens, com ocupação humana extensa, presença de um aeroporto e uma grande mancha de solos arenosos, a seleção de áreas que possam se prestar, nos aspectos técnicos, sociais e legais, à instalação de um aterro sanitário é tarefa difícil.

Nesse sentido, com vistas à elaboração de projeto e posterior implantação do aterro, a Prefeitura Municipal de Parintins solicitou apoio à CPRM – Serviço Geológico do Brasil para a execução de avaliação técnica de um local pré-indicado, no que diz respeito aos atributos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos. Com esse objetivo, dois técnicos e um auxiliar de campo foram destacados para tal empreitada, os quais desenvolveram as atividades pertinentes no período de 26 a 30 de março de 2007.

2. CÁLCULO DA ÁREA NECESSÁRIA PARA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO

Não há estimativas seguras a respeito da quantidade de lixo recolhido diariamente na cidade de Parintins, parâmetro essencial para o cálculo da área superficial necessária para instalação de aterro sanitário com uma vida útil mínima de dez anos, conforme recomendado nas normas técnicas pertinentes (ABNT, 1997) e nos manuais de gerenciamento de resíduos sólidos (IPT, 2000).

Assim, na presente avaliação, foram utilizados números aproximados: adotou-se o valor informado por Andrade (1999), que, em estudo anterior, estima para Parintins uma produção de 0,8 kg de lixo/habitante/dia. Além disso, segundo informações de funcionários da Prefeitura, a ilha apresenta uma população atual em torno de 80.000 habitantes e a taxa de crescimento nos últimos anos tem sido algo próximo de 5% a.a. Supondo que 90% dessa população seja atendida pelos serviços de recolhimento de lixo, teríamos um universo inicial de 72.000 pessoas, gerando por dia cerca de 57,6 toneladas de resíduos sólidos a serem destinados ao aterro. Com base nos números disponíveis, adotados e informados, é possível estimar em 298.717 toneladas a quantidade total de lixo que seria recolhida em Parintins ao longo de dez anos (Tabela 1).

Ano	População Estimada	Total de lixo por dia*	Total de lixo por ano*
2007	72.000	57,6	21.024
2008	75.600	60,5	22.083
2009	79.380	63,5	23.178
2010	83.350	66,7	24.345
2011	87.518	70,0	25.550
2012	91.895	73,5	26.828
2013	96.490	77,2	28.178
2014	101.315	81,1	29.601
2015	106.380	85,1	31.062
2016	111.700	89,4	32.631
2017	117.285	93,8	34.237
Total de lixo recolhido em dez anos			298.717

* em toneladas

Tabela 1 – Estimativa do total de resíduos sólidos a serem recolhidos, pelo serviço público de limpeza, na cidade de Parintins, ao longo dos próximos dez anos.

De acordo com IPT (2000), a densidade do lixo depois de compactado e aterrado está em torno de 0,75 ton/m³. Assim, o volume total de lixo aterrado em dez anos será:

$$298.717 \text{ ton} / 0,75 \text{ ton/m}^3 = 398.290 \text{ m}^3$$

Nos cálculos há que se levar em conta também o volume do material de cobertura (solo) das camadas de lixo. Considerando-se uma relação de 1:3 entre cobertura e lixo, o volume total do material de cobertura ao longo de dez anos será:

$$398.290 \text{ m}^3 / 3 = 132.763 \text{ m}^3$$

Assim, o volume total de material aterrado, para uma vida útil de dez anos, será:

$$398.290 \text{ m}^3 + 132.763 \text{ m}^3 = 531.053 \text{ m}^3$$

Caso o processo de aterramento do lixo em Parintins seja executado pelo método *da trincheira ou vala*, que consiste na escavação de diversas valas e posterior preenchimento das mesmas com lixo e material de cobertura até ao nível da superfície do terreno, a área necessária para a vida útil pretendida dependerá da profundidade das valas, conforme expresso no quadro abaixo:

Prof. das valas (m)	Área necessária (m ²)	Área necessária (ha)
1,0	531.053	53,1
2,0	265.526	26,6
3,0	177.018	17,7
4,0	132.763	13,3

Além da área necessária para as valas há que se acrescentar no cálculo o espaço para as áreas de servidão (cinturão de vegetação, estradas internas, galpões, instalações de escritório e balança, etc), que não receberão despejo de lixo. Estima-se que as áreas de servidão ocupem cerca de 20% do terreno total do aterro. Assim, para Parintins, tomando como exemplo aterros com valas de 3 metros de profundidade, apropriadas para o local selecionado neste estudo, conforme se verá adiante, para uma vida útil de dez anos o terreno deverá apresentar a seguinte área:

$$17,7 \text{ ha} + 17,7 \times 0,2 = 21,2 \text{ hectares}$$

Por outro lado, se na concepção do aterro, após o fechamento das valas, for feita a opção de se elevar pilhas de lixo alguns metros acima da superfície do terreno (rampas), a área necessária calculada para o empreendimento será bastante reduzida. De modo semelhante, se for implantado em Parintins, conforme planejado pela atual administração municipal, um programa intensivo de segregação do lixo na origem, coleta seletiva, triagem, reciclagem e compostagem, o volume de resíduos descartados no aterro sanitário será significativamente reduzido, o que representará, obviamente, redução na área necessária para a instalação e operação do aterro. Portanto, há que se trabalhar para que a diferença entre o volume de lixo produzido e o volume de lixo destinado ao aterro seja a máxima possível, não menos que 50%.

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Inicialmente, foi feita uma visita de inspeção ao terreno da área previamente selecionada pela Prefeitura de Parintins, situado entre a Fazenda Kimura e o Bosque das Seringueiras, na região central da ilha. Essa área foi imediatamente descartada, por três motivos principais:

- está assentada sobre solos arenosos (prováveis espodosolos), que são muito permeáveis, inadequados para a instalação de qualquer atividade potencialmente contaminante, como é o caso de aterros sanitários e lixões;

- é a principal zona de recarga do aquífero da ilha de Parintins (aquífero Alter do Chão), responsável por 100% do abastecimento público de água na cidade, e
- está situada a menos de 700 metros de três poços tubulares (Estação Itaúna) que abastecem boa parte da população parintinense e o fluxo das águas subterrâneas é dirigido da área em questão para os poços.

Uma vez descartada essa área, nos empenhamos na tarefa de selecionar regiões da ilha onde fosse possível encontrar locais com condições técnicas ideais para abrigar o futuro aterro sanitário. Munidos de imagem de satélite, acompanhada de mapa de solos e da localização das principais comunidades, e com o conhecimento prévio adquirido em estudo anterior na ilha (CPRM, 2005), vislumbramos apenas uma região, no setor sudeste, às margens da estrada do Macurany, que parecia reunir os atributos necessários para o que se deseja (Figura 2). Foi feito um reconhecimento inicial nessa região, onde foram constatados, preliminarmente, diversos pontos positivos, em relação aos aspectos técnicos, sociais e legais, para implantação do aterro sanitário de Parintins, quais sejam:

- a superfície dos terrenos na região é plana, com declividades internas muito pequenas;
- o corpo d'água mais próximo (lago Parananema) situa-se a mais de 200 metros;
- o solo, numa primeira aproximação, é argiloso, ou seja, pouco permeável;
- o núcleo populacional mais próximo (Com. Santa Luzia) está situado a mais de 1 km;
- o acesso rodoviário, a partir da origem dos resíduos, já está implantado.

Quando se consideram, porém, os impactos ambientais decorrentes da instalação de um aterro sanitário na região há um forte ponto negativo: a cobertura vegetal local é representada principalmente por pastos plantados, com inúmeras castanheiras remanescentes, tipo de árvore cujo corte está proibido por lei, salvo em casos excepcionais.

Apesar da ressalva da existência das castanheiras, foram selecionadas para estudo duas áreas, quase contíguas, cujos proprietários revelaram interesse em negociar: a área do Sr. Paulo Evangelista, com 6,6 hectares (Figura 3), e a área do Centro de Treinamento Shalom (Figura 4), com cerca de 11 hectares, dos quais apenas 7 hectares poderiam ser utilizados para o aterro, já que o restante encontra-se a menos de 200 metros do lago Parananema, limite de segurança preconizado pelas normas técnicas. Entre essas duas áreas situa-se uma de propriedade do Sr. Jonas (dono de loja de material de construção em Parintins), que não foi contatado e, por isso, não foi possível definir com precisão os limites de seu terreno, os quais foram estimados, resultando numa superfície aproximada de 4,7 hectares. Na presente avaliação as três áreas citadas (total de 18,3 hectares) foram tratadas como uma única e assim pesquisadas (Figura 5).

Visando atender à legislação pertinente (Normas ABNT NR 8419 e NBR 13896) e à obtenção de subsídios para elaboração de um laudo técnico mais conciso, foi programada uma pequena campanha de perfurações na área selecionada, com auxílio de trado manual, com o objetivo de visualizar e coletar amostras do solo e subsolo, para ensaios granulométricos, e verificar a profundidade do nível freático.

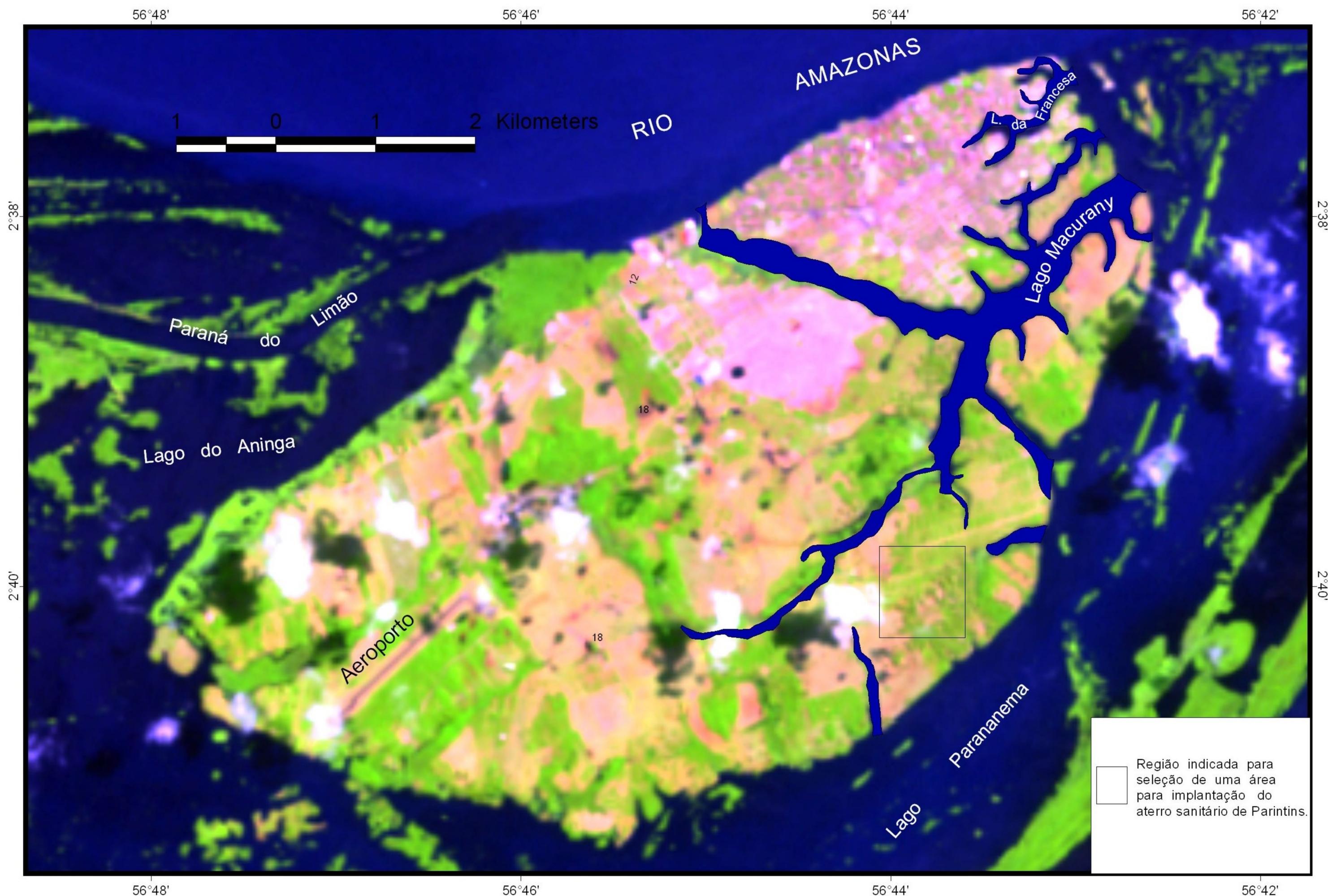


Figura 2 - Imagem de satélite da ilha de Parintins com a região sugerida para estudos de detalhe com vistas à instalação do Aterro Sanitário Municipal



Figura 3 - Vista panorâmica da propriedade do Sr. Paulo Evangelista, onde se observa, em primeiro plano, vegetação de pasto plantado e, ao fundo, a densidade de castanheiras nativas.



Figura 4 – Área do Centro de Treinamento Shalom, também com vegetação de pasto e castanheiras nativas dispersas.

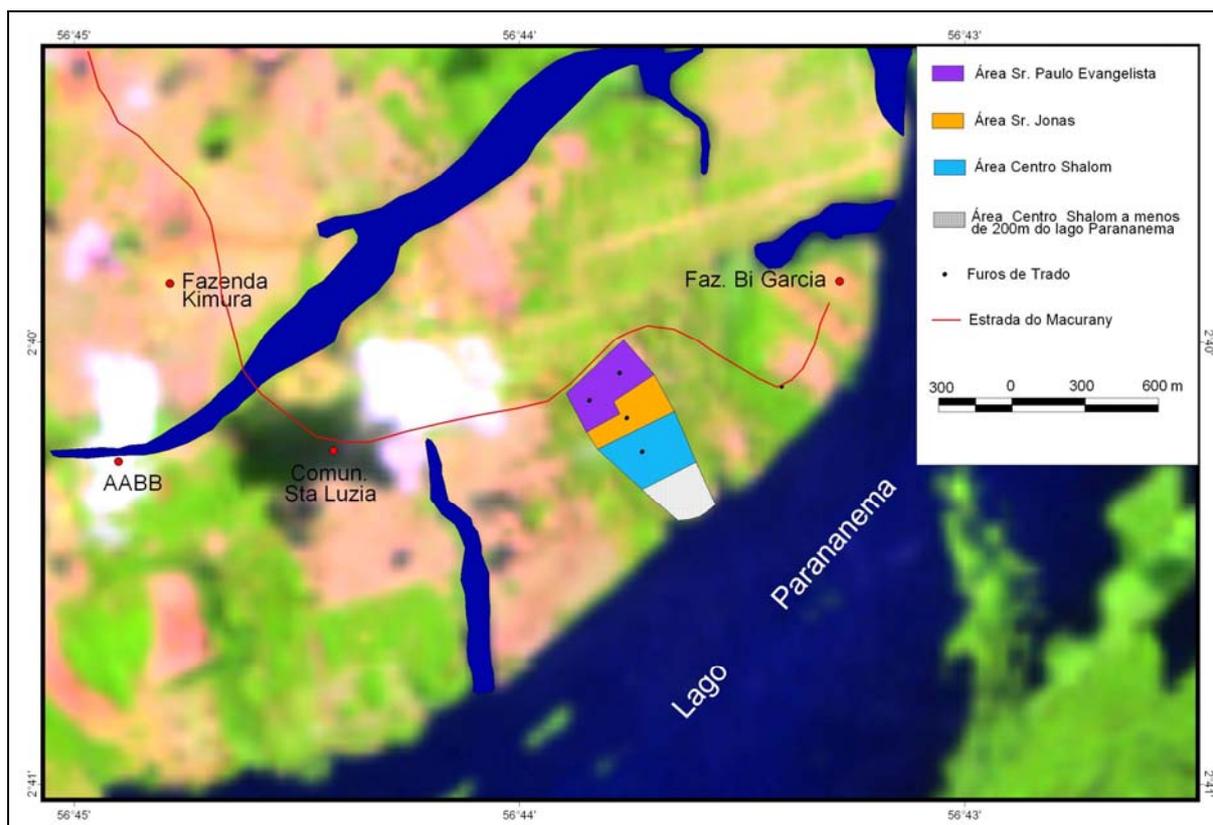


Figura 5 – Imagem de satélite da região sudeste da ilha de Parintins, com a localização da área avaliada e os furos de trado executados.

Deve-se ressaltar que este estudo tem caráter preliminar, pois apresenta a avaliação realizada em apenas uma área selecionada, talvez a única no perímetro da ilha capaz, tecnicamente, de abrigar as instalações do futuro aterro sanitário municipal. É fundamental que se busquem outras alternativas, a partir da seleção e avaliação de pelo menos mais duas áreas, notadamente no local de terra-firme mais próximo à ilha, ou seja, Vila Amazônia.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Na área selecionada, foram realizadas quatro perfurações a trado, duas no terreno do Sr. Paulo Evangelista, uma no Centro de Treinamento Shalom e uma no terreno do Sr. Jonas, cujas profundidades variaram de 6,50 a 8,70 metros. O nível freático encontrado variou, conforme o local, de 5,30 a 6,70 metros abaixo da superfície (Figura 5 e Tabela 2).

O desenvolvimento das perfurações foi acompanhado pelos técnicos, com descrição detalhada do perfil de solo atravessado e seleção de diversas amostras para ensaios físicos (análises de granulometria) no Laboratório de Análises de Solos e Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental - Manaus, cujos resultados encontram-se em boletim anexo a este laudo.

Furo	Terreno	Localização Geográfica	Profundidade Final (m)	Nível Freático (m)	Cota Aprox. (m)
F.1	Sr. Paulo Evangelista	2°40'04,2" S e 56°43'46,5" W	8,70	5,30	20,0
F.2	Sr. Paulo Evangelista	2°40'07,9" S e 56°43'50,6" W	6,70	6,30	21,5
F.3	Centro Shalom	2°40'14,8" S e 56°43'43,5" W	8,00	6,70	22,0
F.4	Sr. Jonas	2°40'10,3" S e 56°43'45,5" W	6,50	6,00	21,5

Tabela 2 – Características das sondagens a trado executadas na área selecionada.

As observações “ao pé das perfurações” e os resultados dos ensaios promovidos pela Embrapa definem os seguintes diagnósticos:

- o furo F.1 atravessou de 0,0 a 4,8m um solo essencialmente argiloso (muito pouca areia fina) de cor creme, com presença de manchas amareladas/avermelhadas (óxido de ferro) a partir de 3m. O horizonte superior orgânico, cinzento, tem cerca de 50cm de espessura. De 4,8m até o final da perfuração observa-se camada de argila mosqueada (branca/rósea/avermelhada/amarelada/alaranjada), com boa plasticidade e concreções milimétricas de óxido de ferro. A perfuração foi paralisada em 8,70 metros pois encontrou um horizonte impenetrável, provável crosta laterítica (Figura 6).

- no furo F.2 o solo, após o horizonte orgânico (50cm de espessura), tem um caráter argiloso a argilo-arenoso (pouca areia fina), com coloração alaranjada-clara, até 4,0m de profundidade, apresentando no nível 3,70m uma fina crosta laterítica. De 4,0 a 5,0m ocorre camada de argila mosqueada (alaranjada/avermelhada/amarelada) com alguns fragmentos de óxido de ferro endurecido (plintitas). De 5,0 a 5,9m observa-se um horizonte avermelhado, argilo-arenoso no topo e areno-argiloso na base, com muitos fragmentos de plintita. De 5,9m até o final (6,7m) foi atravessada uma camada de areia fina a média, de coloração amarelada a rósea, com muito pouca argila. O constante desmoronamento desse nível arenoso na base da perfuração não permitiu a continuidade da sondagem (Figura 7).

- no furo F.3 o solo orgânico, de cor cinza-escuro, se estende até 60cm. Daí até 3,5m ocorre um solo argilo-arenoso, alaranjado, idêntico ao observado no início do furo F.2, sendo que nos últimos 20cm são comuns fragmentos centimétricos de laterita. De 3,5 a 7,0m observa-se horizonte mosqueado (creme/amarelado/róseo/alaranjado), argilo-arenoso a areno-argiloso, com poucos fragmentos de laterita e plintita; os últimos 80cm são mais avermelhados (mais ricos em ferro). No último metro perfurado predomina argila muito plástica, creme com manchas amareladas/avermelhadas. A morosidade na penetração nessa argila plástica motivou a paralisação da sondagem (Figura 8)

- o perfil do furo F.4 assemelha-se muito ao do furo F.2. Após um nível de 40cm de horizonte orgânico cinza-escuro encontra-se, até 4m de profundidade, solo argilo-arenoso de coloração alaranjada-clara, sucedido, até 5,8m, por horizonte mosqueado areno-argiloso, com gradativo enriquecimento em areia para a base. Daí, até o final (6,5m), ocorre uma camada de areia fina, rósea, com pouca argila. Como em F.2, o

contínuo desmoronamento desse nível arenoso não permitiu a continuidade da sondagem (Figura 9).



Figura 6 – Furo F.1: a) retirada de material perfurado, para descrição e amostragem; b) material do intervalo 1,0 a 2,5m, correspondente a solo argiloso a argilo-arenoso de cor creme.



Figura 7 – Furo F.2: a) perfuração no terreno do Sr. Paulo Evangelista; b) material do intervalo 0,5 a 2,5m, correspondente a solo argilo-arenoso de coloração alaranjada a ocre.



a



b

Figura 8 – Furo F.3: a) perfuração no terreno do Centro Shalom; b) material do intervalo 4,0 a 5,5m, correspondente a horizonte mosqueado argilo-arenoso.



a



b

Figura 9 – Furo F.4: a) retirada de material perfurado, para descrição e amostragem b) material do intervalo 6,0 a 6,5m, correspondente a areia rósea pouco argilosa.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pelo exposto nos itens anteriores pode-se concluir que a única área avaliada para instalação do aterro sanitário de Parintins atende plenamente aos *preceitos técnicos* no que diz respeito às suas características geológicas, geomorfológicas e hidrológicas, com solo de textura argilosa a argilo-arenosa pelo menos até 4m de profundidade, pouco permeável, topografia plana, nível freático abaixo de 5m da superfície do terreno e distância adequada a corpos hídricos superficiais, além de vida útil estimada em mais de dez anos (desde que se implante na cidade um programa mínimo de segregação na origem, coleta seletiva, triagem e reciclagem do lixo). O solo observado nas perfurações é adequado para servir como substrato à implantação das valas do aterro e como material de cobertura das camadas de lixo depositadas.

No que diz respeito à relação nível freático *versus* profundidade das valas escavadas podem ser feitas as considerações seguintes. Os dados coletados em estudo anterior na ilha de Parintins (CPRM, 2005) indicam que o nível freático observado atualmente ainda pode se elevar por mais um metro até ao final do período chuvoso (final de maio a começo de junho). Na área avaliada o nível freático variou, conforme o local perfurado, de 5,30 a 6,70 metros. Assim, levando-se em conta a oscilação sazonal, pode-se dizer que o nível freático mais superficial da área será de 4,30 metros e o mais profundo de 5,70 metros. A norma técnica (ABNT, 1997) recomenda que entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deverá haver uma camada natural de espessura mínima de 1,50 m de solo insaturado. Desse modo, caso o aterro seja instalado na área em questão, as valas deverão ter profundidades variando, conforme o local, de 2,80 a 4,20 m.

Apesar da aptidão, *eminente técnica*, da área estudada para a instalação de um aterro sanitário, há que se ressaltar dois entraves legais observados: a presença de inúmeras castanheiras, cuja derrubada deverá ser negociada com o IBAMA; e a distância do aeroporto de Parintins, menos de 5km, o que infringe a legislação referente à segurança aeroportuária, questão que deverá ser discutida com a ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. Nesse sentido, enfatiza-se novamente que devem ser consideradas outras alternativas para a locação do aterro municipal, a partir da seleção e avaliação de pelo menos mais duas áreas, sugerindo-se aqui a Vila Amazônia como opção interessante do ponto de vista técnico, ambiental e legal. Entende-se que seja importante a apresentação de três alternativas, para, após os devidos estudos de viabilidade técnica-legal-financeira, decidir-se pela mais adequada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 1984. *Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbano*, NBR 8419. Rio de Janeiro, 13p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 1987. *Aterros de resíduos não perigosos – Critério para projeto, implantação e operação*. NBR 13896. Rio de Janeiro, 12p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2005. *Avaliação da qualidade das águas subterrâneas da cidade de Parintins*. Relatório Técnico. Manaus, 39p.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2000. *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. Coordenação: Maria Luiza Otero D’Almeida, André Vilhena. 2^a. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 370p.

ANDRADE, J. B. L. 1999. *Diagnóstico da situação atual do sistema de limpeza urbana no município de Parintins (AM)*. Relatório Interno. Parintins, 16p.



EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL
LABORATORIO DE ANALISES DE SOLOS E PLANTAS - LASP
Resultados analíticos - Física do Solo

Remetente: CPRM

Data de Entrada: 04/04/2007

Data de Saída: 27/04/2007

Número do Prot.	Identificação das amostras	AREIA GROSSA	AREIA FINA	AREIA TOTAL	SILTE	ARGILA	Classificação textural do solo
		2.00-0.20 mm	0.20-0.05 mm	2.00-0.05 mm	0.05-0.002 mm	<0.002 mm	
(g/kg)							
917	1,00-2,00 Furo F1 Parintins-AM	123,69	178,02	301,71	96,79	601,50	MUITO ARGILOSO
918	2,00-3,00 Furo F1 Parintins-AM	96,08	136,85	232,93	103,07	664,00	MUITO ARGILOSO
919	3,00-4,00 Furo F1 Parintins-AM	73,44	89,91	163,36	757,14	79,50	FRANCO SILTOSO
920	4,00-5,00 Furo F1 Parintins-AM	41,18	38,36	79,54	356,96	563,50	ARGILA
921	1,00-2,00 Furo F2 Parintins-AM	127,59	189,61	317,20	74,80	608,00	MUITO ARGILOSO
922	2,00-3,00 Furo F2 Parintins-AM	134,36	180,02	314,37	96,63	589,00	ARGILA
923	3,00-4,00 Furo F2 Parintins-AM	166,77	169,08	335,85	104,16	560,00	ARGILA
924	4,00-5,00 Furo F2 Parintins-AM	233,90	124,23	358,13	168,87	473,00	ARGILA
925	1,00-2,50 Furo F3 Parintins-AM	107,57	251,16	358,72	87,28	554,00	ARGILA
926	2,50-3,50 Furo F3 Parintins-AM	89,85	238,79	328,64	90,37	581,00	ARGILA
927	3,50-4,00 Furo F3 Parintins-AM	115,57	233,75	349,32	99,18	551,50	ARGILA
928	4,00-5,00 Furo F3 Parintins-AM	113,86	286,57	400,43	144,07	455,50	ARGILA
929	1,00-3,00 Furo F4 Parintins-AM	146,17	299,96	446,13	63,88	490,00	ARGILA
930	3,00-4,00 Furo F4 Parintins-AM	161,09	383,05	544,14	17,86	438,00	ARGILA ARENOSA
931	4,00-5,00 Furo F4 Parintins-AM	153,00	504,20	657,20	39,80	303,00	FRANCO ARGILOSO ARENOSO
932	1,00-2,00 Costa da Águia	2,40	38,58	40,99	785,51	173,50	FRANCO SILTOSO
933	0,00-1,00 Costa da Águia	0,35	79,41	79,76	763,24	157,00	FRANCO SILTOSO

Observação: A Embrapa Amazônia Ocidental, na qualidade de prestadora dos serviços de análises, não se responsabiliza pela(s) coleta(s) da(s) amostra(s) ficando a(s) mesma(s) sob a responsabilidade do(s) cliente(s) / remetente(s).

Paulo César Teixeira
Responsável - LASP.