

**AVALIAÇÃO TÉCNICA DE ÁREA DESTINADA À  
IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DA CIDADE  
DE TEFÉ (AM)**

 **CPRM**  
Serviço Geológico do Brasil

Secretaria de Geologia,  
Mineração e Transformação Mineral

Ministério de  
Minas e Energia

Setembro/2014

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS**  
**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**  
**Superintendência Regional de Manaus**

**Marco Antonio Oliveira**  
*Superintendente Regional*

**André Luís M. Real dos Santos**  
*Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial*

**José Luiz Marmos**  
*Supervisor de Gestão Territorial*

**Equipe Técnica Responsável pelo Laudo**  
**Geólogo José Luiz Marmos**  
**Sondador Valdemilton Gusmão**

## 1 ANTECEDENTES

Em operação desde 2005, o atual Depósito de Resíduos Sólidos (DRS) de Tefé está situado a apenas 3 km ao sul do centro da pista do aeroporto local, enquanto o PCA 3-2/2011 – Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário- PBGRA, publicado pelo Comando da Aeronáutica, estipula um raio mínimo de 9 km, ou seja, esse DRS está situado no interior da Área de Gerenciamento de Risco Aviário local e infringe as normas de segurança aeroportuária.

O referido DRS de Tefé, assentado num terreno plano com cerca de 5 hectares, situa-se a 7,5 km do centro da cidade (Praça da Matriz), num ramal da estrada da Agrovila (ramal do Repartimento), na bacia do igarapé Repartimento (**Figura 1**). Estudos realizados no local pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil no ano de 2009 (CPRM, 2009) comprovaram que, na época, os resíduos eram depositados em valas/trincheiras, de 2,5 m de profundidade, e recebiam frequentemente uma cobertura de argila, o que permitia caracterizar o DRS de Tefé como **aterro controlado**. Atualmente, porém, constatou-se *in situ* que os resíduos agora vêm sendo depositados na própria superfície do terreno e ficam expostos durante dias, propiciando a proliferação de enorme quantidade de urubus no local, alto fator de risco para as aeronaves que se utilizam do aeroporto de Tefé (**Figura 2**).

O mesmo estudo citado (CPRM, 2009) caracterizou o substrato geológico desse terreno como essencialmente argiloso a argilo-arenoso até pelo menos 6,0 m de profundidade. Não obstante, o estudo comprovou, por meio de análises físico-químicas, a contaminação das águas subterrâneas no entorno do aterro controlado de Tefé, resultante dos resíduos líquidos (chorume) produzidos no interior desse aterro e que migram para o lençol freático carreando metais pesados e contaminantes orgânicos.

Pelo exposto, o atual DRS de Tefé encontra-se numa situação inadequada, causando transtornos ao meio ambiente em seu entorno, principalmente pela contaminação dos recursos hídricos, e sendo fator de risco para as operações de pouso e decolagem no aeroporto local. Nesse sentido, a atual administração municipal, levando em conta a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10 e Decreto Federal 7404/10), se conscientizou da necessidade da construção de um aterro sanitário, que atenda às normas técnicas e à legislação vigente, de modo a minimizar os riscos ambientais e aeroportuários.

Em busca de solução que culmine com o encerramento das atividades do atual aterro controlado, os gestores de Tefé tomaram iniciativa de selecionar uma área para implantação do Aterro Sanitário Municipal (**Figura 2**), de modo a coletar, transportar e dar disposição final aos resíduos sólidos da cidade de maneira ambientalmente correta.

Com vistas à elaboração de projeto e posterior implantação do aterro, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Tefé - SEMMA, por meio do Ofício no. 071/2014-PMT, solicitou apoio à CPRM para avaliar a aptidão técnica da área selecionada em dar suporte a tal tipo de empreendimento no que diz respeito aos atributos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos. Com esse objetivo, o geólogo José Luiz Marmos e o sondador Valdemilton Gusmão foram destacados para a realização dos estudos, cujas atividades de campo (coleta de dados *in situ*) se desenvolveram no período de 14 a 18 de julho de 2014.



Figura 1: Imagem de satélite de alta resolução (Google Earth) da cidade de Tefé e entorno com a localização do aterro atual e da área avaliada neste estudo.



Figura 2: Fotos panorâmicas e de detalhe do atual aterro controlado de Tefé com destaque para o lixo ainda sem cobertura de argila e a conseqüente proliferação de urubus na área.

## 2. CÁLCULO DA ÁREA NECESSÁRIA PARA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO

Segundo informações da SEMMA, a quantidade média coletada de resíduos sólidos diariamente na cidade de Tefé e depositada no atual aterro é estimada em 40 toneladas. Esse é um parâmetro essencial para o cálculo da área superficial necessária para instalação de aterro sanitário com uma vida útil mínima de 10 anos, conforme recomendado nas normas técnicas pertinentes (NBR 10157/87 e NBR 13896/97 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT) e nos manuais de gerenciamento de resíduos sólidos (IPT, 2000). Neste laudo, no entanto, levando-se em consideração a Política Nacional de Resíduos Sólidos, para efeitos de cálculo irá se considerar um aterro sanitário com vida útil mínima de 15 anos.

Outros dois parâmetros a serem levados em conta são a população urbana de Tefé (50.069 habitantes, de acordo com o censo do IBGE 2010) e a taxa média de crescimento anual dessa população (calculada em 0,5% quando se comparam os dados dos últimos 10 anos – censos IBGE de 2000 e de 2010). Portanto, de acordo com a informação obtida *in loco*, a quantidade média de resíduos sólidos produzidos atualmente na zona urbana de Tefé (população estimada de 51.080 habitantes em 2014) pode ser calculada em cerca de 0,80 kg/habitante/dia, valor utilizado nos cálculos.

Assim, com base nos números disponíveis, adotados e informados, e mantendo-se a situação observada, é possível estimar em **231.863** toneladas a quantidade total de resíduos sólidos que seria coletada em Tefé ao longo dos próximos 15 anos (Tabela 1).

Ano	População Estimada	Total de lixo por dia*	Total de lixo por ano*
2014	51.080	40.864	14.915
2015	51.340	41.072	14.991
2016	51.600	41.280	15.067
2017	51.860	41.488	15.143
2018	52.120	41.696	15.219
2019	52.380	41.904	15.295
2020	52.650	42.120	15.374
2021	52.920	42.336	15.453
2022	53.200	42.560	15.534
2023	53.470	42.776	15.613
2024	53.740	42.992	15.692
2025	54.010	43.208	15.771
2026	54.280	43.424	15.850
2027	54.560	43.648	15.932
2028	54.840	43.872	16.013
<b>Total de lixo recolhido em 15 anos</b>			<b>231.863</b>

\* em toneladas

Tabela 1 – Estimativa do total de resíduos sólidos a serem coletados na cidade de Tefé ao longo dos próximos 15 anos.

De acordo com IPT (2000), a densidade do lixo depois de compactado e aterrado está em torno de 0,75 ton/m<sup>3</sup>. Assim, o volume total de lixo aterrado em 15 anos será:

$$231.863 \text{ ton} / 0,75 \text{ ton/m}^3 = 309.150 \text{ m}^3$$

Nos cálculos há que se levar em conta também o volume do material de cobertura (argila) das camadas de lixo. Considerando-se uma relação de 1:2 entre cobertura e lixo, o volume total do material de cobertura ao longo de 15 anos será:

$$309.150 \text{ m}^3 / 2 = 154.575 \text{ m}^3$$

Assim, o volume total de material aterrado, para uma vida útil de 15 anos, será:

$$309.150 \text{ m}^3 + 154.575 \text{ m}^3 = 463.725 \text{ m}^3$$

Caso o processo de aterramento do lixo 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 <sup>2</sup> )	Área necessária (ha)
1,0	463.725	46,4
2,0	231.863	23,2
3,0	154.575	15,5
4,0	115.931	11,6

Além da área destinada às 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 Tefé, tomando como exemplo um aterro com valas de 3,0 metros de profundidade média, plenamente factível no local avaliado conforme se verá adiante, para uma vida útil de 15 anos o terreno deverá apresentar aproximadamente a seguinte área:

$$15,5 \text{ ha} + 15,5 \times 0,2 = \mathbf{18,6 \text{ ha}}$$

Por outro lado, se no projeto do aterro, após o fechamento das valas, for feita a opção de se elevar pilhas dos resíduos alguns metros acima da superfície do terreno (rampas), a área necessária para o empreendimento será bastante reduzida. De modo semelhante, se for implantado em Tefé, conforme planejado pelos atuais gestores municipais, um programa intensivo de coleta seletiva, triagem, reciclagem e compostagem, o volume de resíduos descartados no aterro sanitário será significativamente reduzido, o que representará redução na área necessária para sua instalação e operação. Recomenda-se trabalhar para que a diferença entre o volume de resíduos produzidos e o volume de resíduos destinados ao aterro seja a máxima possível, não menos que 50%.

### 3. DESCRIÇÃO DA ÁREA AVALIADA E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A área selecionada para avaliação técnica, cuja propriedade encontra-se em litígio entre o Sr. Dorvanir Cruz da Chagas e a Sra. Geralda Cândida Oliveira, está localizada próximo ao km 4 da Estrada da EMADE. Tem 25 hectares e situa-se a 13 km em linha reta do centro urbano (Praça da Matriz), a 9,5 km do centro da pista do aeroporto de Tefé, e não apresenta nenhuma comunidade no entorno. O acesso ao local é realizado inicialmente pela Estrada da Agrovila (em pavimentação na época dos trabalhos de campo), depois pela Estrada da EMADE (não pavimentada e em precárias condições de tráfego em alguns trechos) e finalmente por uma trilha onde se caminha 3,5 km, num percurso total de 17 km a partir do centro urbano (**Figuras 1 e 3**). Fica na cabeceira de um tributário da margem direita de igarapé que deságua no lago de Tefé, sendo que o extremo nordeste do terreno é cortado por um pequeno braço desse tributário, às margens do qual se situa uma “casa-de-farinha” e a moradia da Sra. Geralda Oliveira. Outros dois braços do mesmo fluem, no sentido norte-sul, próximos aos limites oeste, sul e leste da área avaliada (**Figuras 4 a 7**).

Trata-se de terreno plano, com cota altimétrica em torno de 60 metros, assentado sobre solos derivados, de acordo com o mapa geológico da região, dos sedimentos arenosos pleistocênicos da Formação Içá. No entanto, o que foi observado durante as sondagens é que o horizonte superior do solo (até 3 - 4 metros de profundidade) é argilo-siltoso a silto-argiloso e, portanto, originado de sedimentos finos, talvez depositados em ambiente de planícies e terraços fluviais que poderiam ter se instalado, em tempos mais recentes, sobre os arenitos da Formação Içá. A cobertura vegetal da maior parte da área é representada por floresta nativa, sendo que na porção nordeste predominam pastagens e floresta secundária (capoeirão) como regeneração de pastagens e cultivos abandonados (**Figura 7**).

Como já mencionado, a área é cortada por um pequeno curso d'água e ladeada por outros dois. Segundo as normas NBR 10157/87 e 13896/97 da ABNT, que tratam dos critérios para projeto, construção e operação de aterro de resíduos perigosos e não perigosos, o empreendimento deve estar localizado a uma distância mínima de 200m de cursos d'água, *ressalvando, porém, que o órgão estadual de meio ambiente poderá alterar essa distância*.

Os trabalhos de campo se iniciaram com o reconhecimento preliminar do terreno e suas adjacências, por meio de caminhadas nas áreas desmatadas e picadas abertas nas áreas de floresta. Esse reconhecimento permitiu a identificação mais precisa do traçado das três drenagens citadas e da topografia da região (**Figuras 3 a 5**).

Essas informações foram plotadas no mapa-base, com auxílio de aparelho GPS, e serviram para orientar a locação das sondagens a partir da criação de “buffers” (zonas de proteção) de 200m no entorno do curso d'água interno e dos limítrofes à área. Desse modo, foi descartada para avaliação a porção do terreno (cerca de 30%) inserida no interior do “buffer” e, assim, os estudos de detalhe se concentraram numa área de 17 hectares, dominada por floresta nativa, conforme se observa nas **figuras 6 e 7**.

Na sequência, com vistas a atender à legislação pertinente (normas técnicas da ABNT) e à obtenção de subsídios para elaboração de um laudo técnico mais conciso, foi

programada uma campanha de perfurações na área selecionada de 17 ha, com auxílio de trado manual. Neste caso, os principais objetivos das sondagens a trado foram:

- avaliação visual e coleta de amostras do solo e subsolo para ensaios granulométricos;
- definição da profundidade do nível local da água subterrânea (NA ou nível freático).

Lembra-se que, do ponto de vista geológico-ambiental, para dar suporte a um aterro sanitário é fortemente recomendado que o terreno apresente subsolo argiloso a argilo-arenoso, o que dificulta a infiltração dos contaminantes, e o nível freático afastado da superfície. Segundo as normas supracitadas, entre a superfície inferior do aterro e o mais alto nível do lençol freático deve haver uma camada de espessura mínima de 1,5m de solo insaturado, sendo que o nível deve ser medido logo após a época de maior precipitação pluviométrica na região.



Figura 3: Vistas panorâmicas da frente do terreno onde se situa a área avaliada com vistas à implantação do aterro sanitário de Tefé. Na imagem inferior, observa-se a moradia da Sra. Geralda.



Figura 4: Vista do pequeno curso d'água que corta o extremo nordeste da área avaliada ao lado do qual se situa a moradia da Sra. Geralda.



Figura 5: Vista do leito do igarapé que flui próximo ao limite oeste da área avaliada em região de floresta nativa.

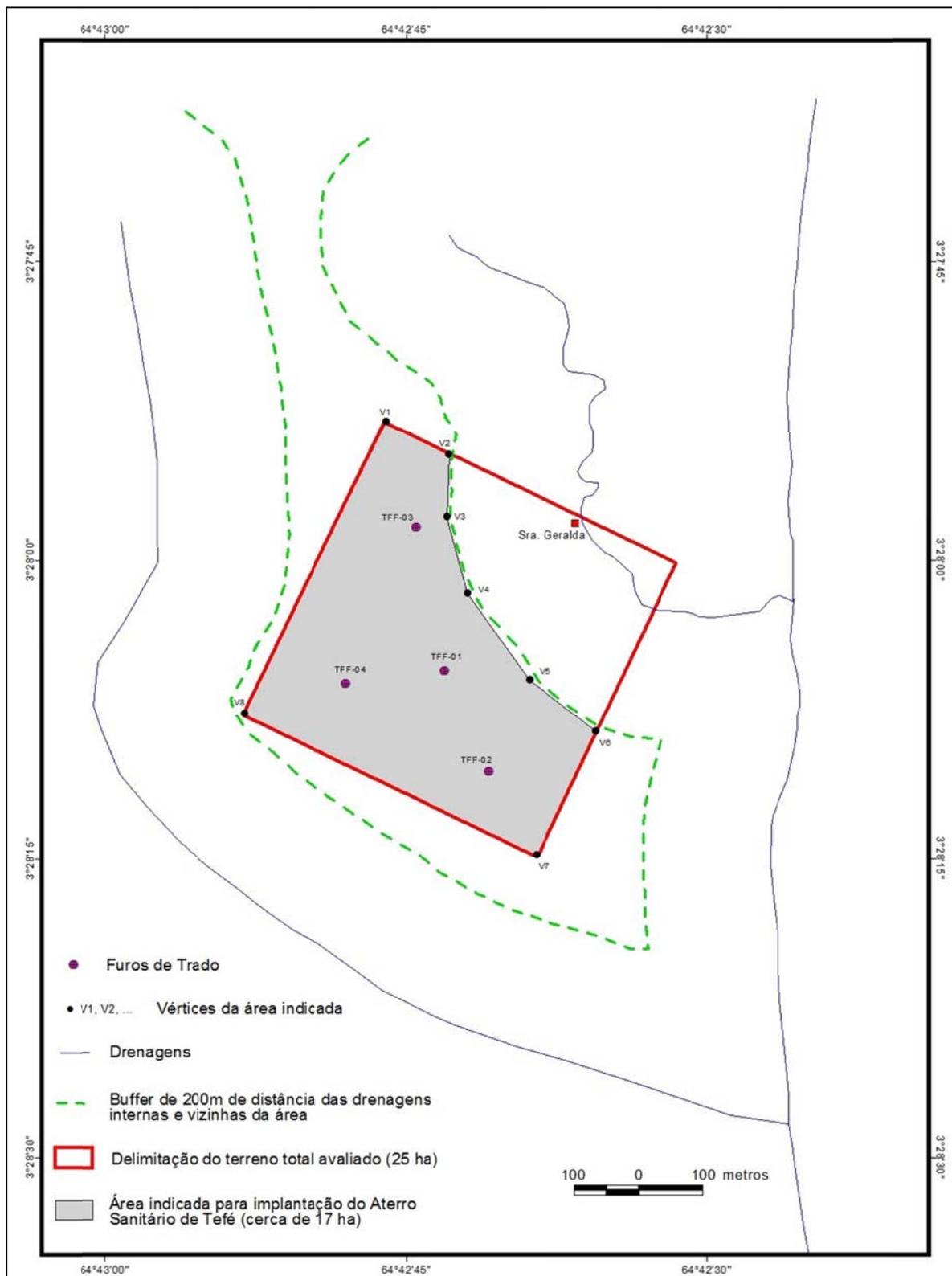


Figura 6: Mapa de detalhe da região de estudo com a situação da área total avaliada (25 ha) e da área selecionada (17 ha) para implantação do aterro sanitário de Tefé com a localização dos furos de trado realizados.

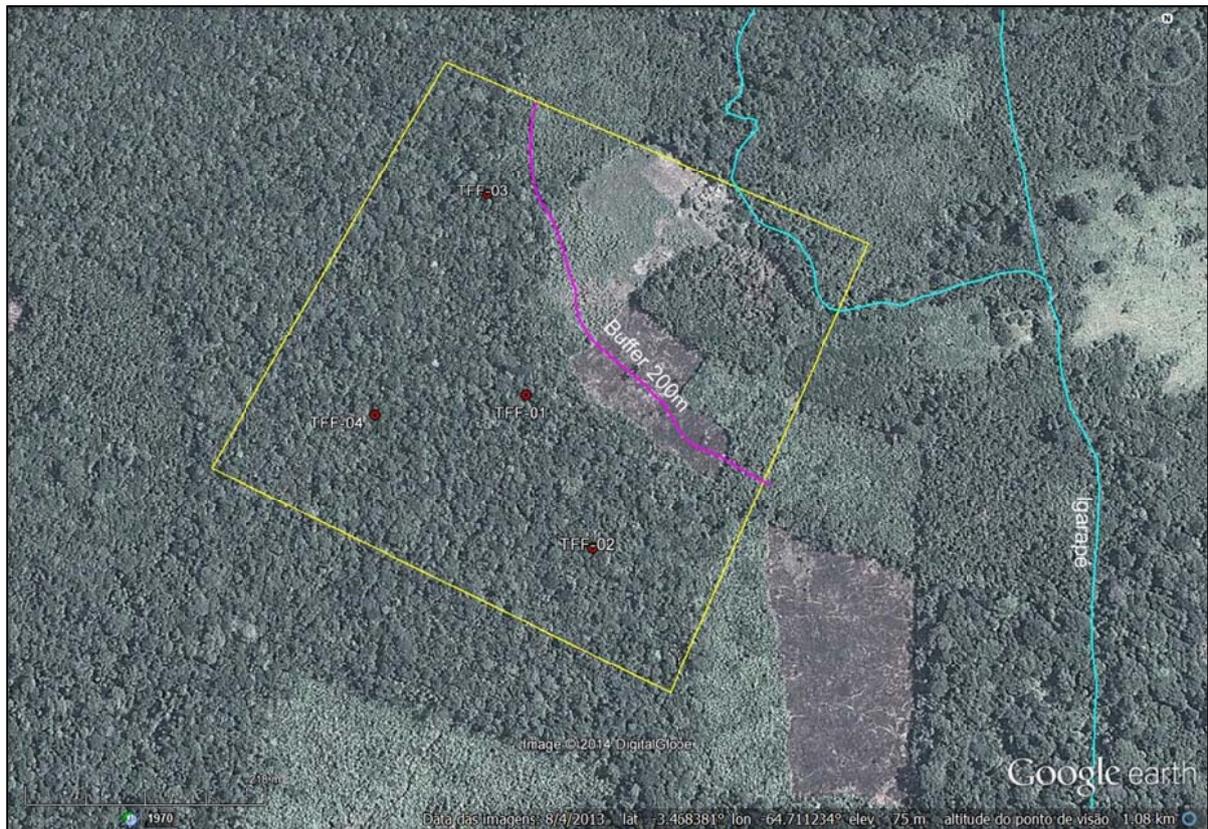


Figura 7: Imagem de satélite de alta resolução (Google Earth) atual com a situação da área selecionada para avaliação técnica de detalhe com a localização dos furos de trado realizados. Observar que na área sondada de 17 ha predomina floresta nativa enquanto no restante predominam pastagens e cultivos.

#### 4. RESULTADOS OBTIDOS

Foram feitas quatro perfurações a trado na área selecionada de 17 ha, cujas profundidades variaram de 5,0 a 6,5m, sendo que todas atingiram o nível das águas subterrâneas (NA), encontrado entre 4,5 e 5,5m (**Figuras 6 e 7 e Tabela 2**). O desenvolvimento das perfurações foi acompanhado pelo geólogo responsável, com descrição detalhada do perfil de solo atravessado e seleção de amostras para ensaios de granulometria no Laboratório de Análises de Solos e Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental - Manaus, cujos resultados se encontram em boletim anexo a este laudo.

<b>Furo</b>	<b>Coordenadas UTM (Zona 20S)</b>	<b>Cota Aprox. (m)</b>	<b>Profund. Final (m)</b>	<b>NA (m)</b>	<b>Cobertura Vegetal</b>
TFF-01	9616480 N 309820 E	60	6,0	4,9	Floresta Nativa
TFF-02	9616330 N 309887 E	61	6,5	5,5	Floresta Nativa
TFF-03	9616705 N 309775 E	61	5,5	4,9	Floresta Nativa
TFF-04	9616465 N 309670 E	59	5,0	4,5	Floresta Nativa

Tabela 2: Características das sondagens a trado executadas na área selecionada para Tefé.

As observações “ao pé das sondagens” e os resultados dos ensaios promovidos pela Embrapa definiram os seguintes perfis de solo/subsolo:

##### **FURO TFF-01 (Figura 8):**

- 0,00 a 0,30m: solo orgânico argiloso, amarronzado, com restos de raízes;
- 0,30 a 2,30m: solo argilo-siltoso (cerca de 45% de argila e 40% de silte), compacto, de cor cinza-clara a creme com manchas e vênulas róseas e alaranjadas;
- 2,30 a 5,30m: solo areno-silto-argiloso (40 a 50% de areia fina, 30% de silte e 25 a 30% de argila), plástico, de cor cinza-clara esbranquiçada com manchas róseas e avermelhadas;
- 5,30 a 6,00m: areia muito fina, argilosa, de cor cinza-clara.

##### **FURO TFF-02 (Figura 9):**

- 0,00 a 0,30m: solo orgânico argiloso, amarronzado, com restos de raízes;
- 0,30 a 3,80m: solo argilo-siltoso a silto-argiloso (40 a 60% de argila e 40 a 50% de silte), compacto, de cor cinza-clara a creme com manchas e vênulas róseas, avermelhadas e, a partir de 2,0m, amareladas;
- 3,80 a 5,70m: solo areno-silto-argiloso (50% de areia fina, 26% de silte e 23% de argila), plástico, mosqueado nas tonalidades rósea, amarelada, avermelhada e cinzenta;
- 5,70 a 6,50m: areia fina argilosa, rósea com manchas cinzentas.

#### **FURO TFF-03 (Figura 10):**

- 0,00 a 0,50m: solo orgânico argiloso, amarronzado-claro, com restos de raízes;
- 0,50 a 4,30m: solo argilo-siltoso a silto-argiloso (30 a 50% de argila e 45% de silte), compacto, amarelado até 1,20m e cinza-claro a creme com manchas róseas e avermelhadas de 1,20m em diante. No nível 3,50 - 3,60m ocorrem manchas arroxeadas (provável laterita em formação). Abaixo de 3,80m o material torna-se mais claro e mais úmido;
- 4,30 a 5,50m: solo areno-silto-argiloso (55% de areia fina, 25% de silte e 20% de argila), plástico, de cor cinza-clara com manchas amareladas e róseas.

#### **FURO TFF-04 (Figura 11):**

- 0,00 a 0,40m: solo orgânico argiloso, amarronzado, com restos de raízes;
- 0,40 a 4,20m: solo argilo-siltoso a silto-argiloso (45 a 50% de argila e 45 a 50% de silte), compacto, avermelhado a róseo com manchas cinza-claras. No intervalo 3,30 – 3,60m o material adquire tonalidade amarelada;
- 4,20 a 5,00m: solo areno-silto-argiloso (55% de areia fina, 25% de silte e 20% de argila), amarelado com manchas esbranquiçadas e róseas.

Assim, com relação à textura dos solos investigados, conforme se observa na descrição dos furos, no laudo de análises granulométricas (anexo) e na **Figura 12**, a área de 17 ha selecionada assenta-se sobre um perfil de solo/subsolo composto basicamente por três horizontes, do topo para a base:

- solo argilo-siltoso a silto-argiloso (30 - 60% de argila e 40 - 50% de silte), compacto, predominantemente cinza-claro, com espessura de 2,3 a 4,3m, adequado para dar suporte ao aterro sanitário de Tefé;
- solo areno-silto-argiloso (40 - 55% de areia fina, 25 – 30% de silte e 20 – 30% de argila), plástico, de cores diversas, que se estende até pelo menos 5,5m de profundidade e mostra passagem gradual para o horizonte inferior;
- areia fina argilosa, rósea a cinza-clara. Os furos TFF-03 e 04, os mais rasos, não atingiram este nível arenoso.

Outra constatação é que o NA acompanha aproximadamente a superfície do terreno, sendo detectado pelas sondagens entre 4,5 e 5,5m de profundidade (**Figura 12 e Tabela 2**).

A área avaliada em detalhe, com 17 hectares de superfície, é delimitada pelos seguintes vértices (**Figura 6**):

<b>Vértice</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
V1	-3.46471	-64.7128
V2	-3.46517	-64.7119
V3	-3.46604	-64.7119
V4	-3.46711	-64.7116
V5	-3.46831	-64.7108
V6	-3.46903	-64.7099
V7	-3.47075	-64.7107
V8	-3.46879	-64.7147

Como se observa na **Figura 6**, desde que se possa sair dos domínios da propriedade, o “buffer” permite que a área do futuro aterro seja ampliada algumas dezenas de metros para noroeste e para sudeste, de modo a formar um polígono de mais de 20 ha de dimensão.



Figura 8: Aspectos da perfuração e do material argilo-siltoso atravessado pelo furo TFF-01.



Figura 9: Aspectos da perfuração e do material atravessado em dois intervalos do furo TFF-02.



Figura 10: Aspectos da perfuração e do material argilo-siltoso atravessado pelo furo TFF-03.



Figura 11: Aspectos da perfuração e do material atravessado em dois intervalos do furo TFF-04

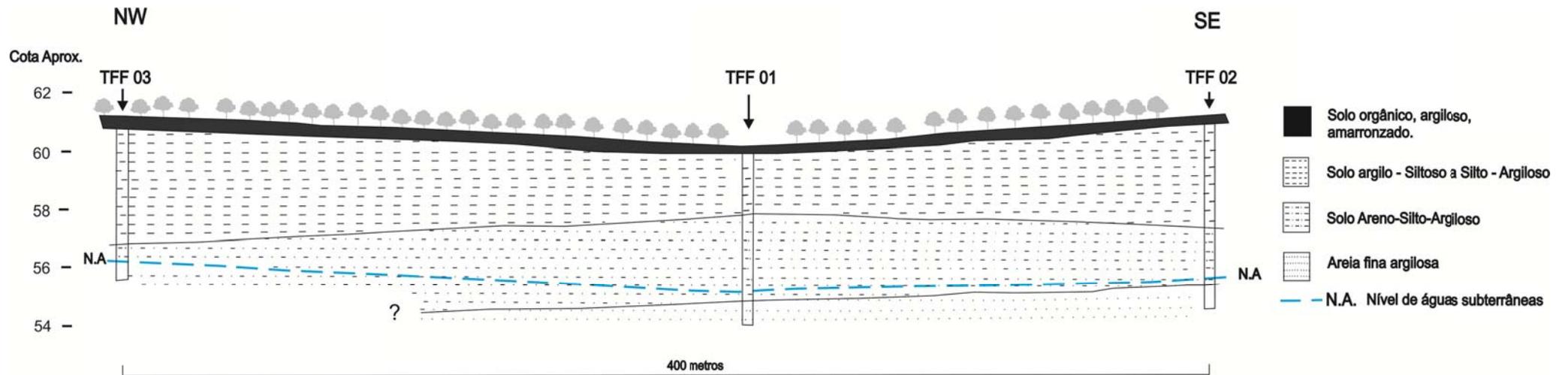


Figura 12: Perfil NW-SE do solo/subsolo na área avaliada para implantação do aterro sanitário de Tefé com base nos furos TFF-01, 02 e 03

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pelo exposto acima, e conforme apresentado nas figuras 6, 7 e 12, os estudos realizados definiram uma área com 17 hectares que possui **boa aptidão técnica** para servir como local de implantação do aterro sanitário de Tefé, que, se operar de maneira racional, deverá ter vida útil de mais de 15 anos. Ressalta-se também que, desde que se possa sair dos domínios da propriedade, a área poderá ser ampliada para noroeste e para sudeste, de modo a formar um polígono de mais de 20 ha de dimensão.

Os resultados das investigações de campo e das perfurações executadas revelaram dois **fatores técnicos bastante positivos** no que diz respeito à aptidão dessa área em dar suporte ao aterro sanitário:

- o primeiro é o caráter argilo-siltoso a silto-argiloso do horizonte mais superficial do solo (2,3 a 4,3m de espessura) em toda a área investigada, o que significa um substrato pouco permeável que poderá funcionar como selante ou filtro da base do aterro, dificultando sobremaneira a infiltração e dispersão dos contaminantes aí gerados (chorume, metais pesados, etc). Mesmo no horizonte de solo inferior a este, de textura areno-silto-argilosa, a equivalência entre a quantidade das frações “areia fina” e “silte + argila” indica um subsolo com baixa permeabilidade;

- o segundo é o fato de o terreno apresentar o nível das águas subterrâneas (NA) entre 4,5 e 5,5m de profundidade. Não é um NA profundo, mas permitirá que as valas do aterro tenham, a depender da porção do terreno que será utilizada, entre 3 e 4m de profundidade, o que manterá uma camada de solo insaturado de pelo menos 1,5m de espessura entre a base do aterro e o NA conforme recomendados pelas normas técnicas.

Mesmo com esses aspectos positivos, enfatiza-se que, no projeto de concepção e implantação do futuro aterro, é indispensável e obrigatória a instalação de mantas impermeabilizantes espessas e resistentes na base de toda a área a ser utilizada para despejo dos resíduos sólidos coletados em Tefé, de modo a garantir que os contaminantes fiquem isolados e não migrem para os aquíferos locais. Do mesmo modo, é fundamental a instalação de drenos verticais e horizontais para captação de gás e chorume, o qual deverá ser conduzido para tanques de tratamento. Em outras palavras, o depósito de resíduos sólidos de Tefé deverá ser construído e operado conforme as normas de engenharia preconizadas para um aterro sanitário e não como uma lixeira.

Com relação à drenagem superficial da área, o caráter argiloso do solo mais raso, com permeabilidade muito baixa, aliado à topografia muito plana, faz com que o terreno em questão se torne alagadiço nos períodos chuvosos. Isso dificultará sobremaneira as operações no local, ensejando soluções eficientes de engenharia para a drenagem pluvial de modo que as águas de precipitação sobre o aterro escoem rapidamente para os igarapés do entorno sem comprometer a qualidade de suas águas, fator que também contribuirá para a redução da infiltração das águas pluviais no corpo do aterro e a consequente redução na geração de chorume.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 1987. *Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação*. NBR 10157. Rio de Janeiro, 13p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 1997. *Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação*. NBR 13896. Rio de Janeiro, 12p.

CPRM. 2009. *Avaliação das Águas de Abastecimento Público, da Destinação dos Resíduos Sólidos, das Áreas de Risco Geológico e dos Insumos Minerais para Construção Civil nas Sedes dos Municípios Situados na Região do Alto Solimões (AM)*. Manaus: CPRM, 358p.

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<sup>a</sup>. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 370p.

# **ANEXO**

**LAUDO DAS ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS REALIZADAS NA  
EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL**



EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLOS E PLANTAS - LASP  
Resultados analíticos - Física do Solo

Remetente: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Data de Entrada: 22/07/2014

Data de Saída: 07/08/2014

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)					
1844	1,00-2,00 m-TFF-01	0,27	108,53	108,80	438,71	452,50	Argila Siltosa
1845	2,00-3,00 m-TFF-01	1,51	397,03	398,54	301,97	299,50	Franco Argilosa
1846	3,00-4,00 m-TFF-01	2,10	399,20	401,29	315,21	283,50	Franco Argilosa
1847	4,00-4,50 m-TFF-01	3,41	427,72	431,12	299,88	269,00	Franco Argilosa
1848	4,50-5,00 m-TFF-01	13,52	479,17	492,69	273,31	234,00	Franco Argilo Arenosa
1849	1,00-2,00 m-TFF-02	0,08	14,86	14,93	378,07	607,00	Muito Argiloso
1850	2,00-3,50 m-TFF-02	0,78	103,63	104,41	485,60	410,00	Argila Siltsosa
1851	4,50-5,50 m-TFF-02	11,91	500,70	512,62	255,89	231,50	Franco Argilo Arenoso
1852	1,50-3,00 m-TFF-03	0,17	34,14	34,30	476,70	489,00	Argila Siltsosa
1853	3,00-4,00 m-TFF-03	0,30	232,04	232,34	457,17	310,50	Franco Argilosa
1854	4,50-5,00 m-TFF-03	2,87	526,00	528,87	273,63	197,50	Franco Argilosa
1855	1,00-2,50 m-TFF-04	19,86	43,09	62,95	460,55	476,50	Argila Siltsosa
1856	2,50-4,00 m-TFF-04	3,93	46,10	50,03	494,97	455,00	Argila Siltsosa
1857	4,50-5,00 m-TFF-04	35,07	510,92	545,99	259,01	195,00	Franco Arenosa

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).

  
Dra Maria do Rosário Lobato Rodrigues  
Responsável - LASP