



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

José Maria da Silva Maia
Superintendente Regional

Jussara Socorro Cury Maciel
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

José Luiz Marmos
Supervisor de Gestão Territorial

Equipe Técnica Responsável pelo Laudo
Geólogo Levi Souza Callegario
Sondador Valdemilton Gusmão

1 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E LOCALIZAÇÃO

O município de Urucará está localizado no Amazonas, na microrregião de Parintins, na parte baixa do Rio Uatumã (**Figura 1**). Sua área total é de 27.904,858 km² e sua população estimada em 2016 era de 17.065 habitantes (IBGE, 2016). Suas regiões limítrofes fazem divisa com os municípios de Nhamundá, Urucurituba, Itapiranga, São Sebastião do Uatumã, Presidente Figueiredo, Itacoatiara e Silves.

O município localiza-se sobre formações sedimentares quaternários e terraços fluviais holocênicos, típicos do setor ocidental do estado. Esse tipo de terreno caracteriza-se por ter extensas planícies, sem uma diferença de cota muito grande em toda sua extensão. A cota média do município gira em torno de 27 metros acima do nível do mar, sendo, portanto, muito próxima à cota do rio. Isso faz com que o lençol freático seja encontrado a poucos metros de profundidade em épocas de cheias.

O clima da região é equatorial úmido, com temperaturas médias anuais de 28°C. A temperatura máxima média é de 32°C e a mínima média é de 24°C. O índice pluviométrico anual é de aproximadamente 2.500 milímetros, concentrados em sua maioria nos meses mais chuvosos, que vão de janeiro a maio. Setembro é o mês mais seco (Climate-Data.org) (**Figura 2**).

A vegetação segue as mesmas características de quase toda a Amazônia, composta por Floresta Perenifolia Hileiana Amazônica, que corresponde à floresta de terra firme, Floresta Perenifolia Paludosa Ribeirinha Periodicamente Inundada (mata de várzea), e Floresta Perenifolia Paludosa Ribeirinha Permanentemente Inundada (mata de Igapó).

Em busca de solução que culmine com o encerramento das atividades da lixeira atual, os gestores de Urucará tomaram iniciativa de escolher uma área para implantação do Aterro Sanitário Municipal, de modo a coletar, transportar e dar disposição final aos resíduos sólidos da cidade de maneira ambientalmente correta. Essa área está situada na Estrada do Amanay, a estrada principal que liga a cidade a comunidades do interior afastadas do Rio Uatumã, entre dois igarapés e ao lado de uma casa de farinha (**Figura 3**).

Com vistas à elaboração de projeto e posterior implantação do aterro, a Prefeitura de Urucará, por meio do Ofício 042 de 28/02/2018, 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 Levi Souza Callegario 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 04 a 09 de junho de 2018.

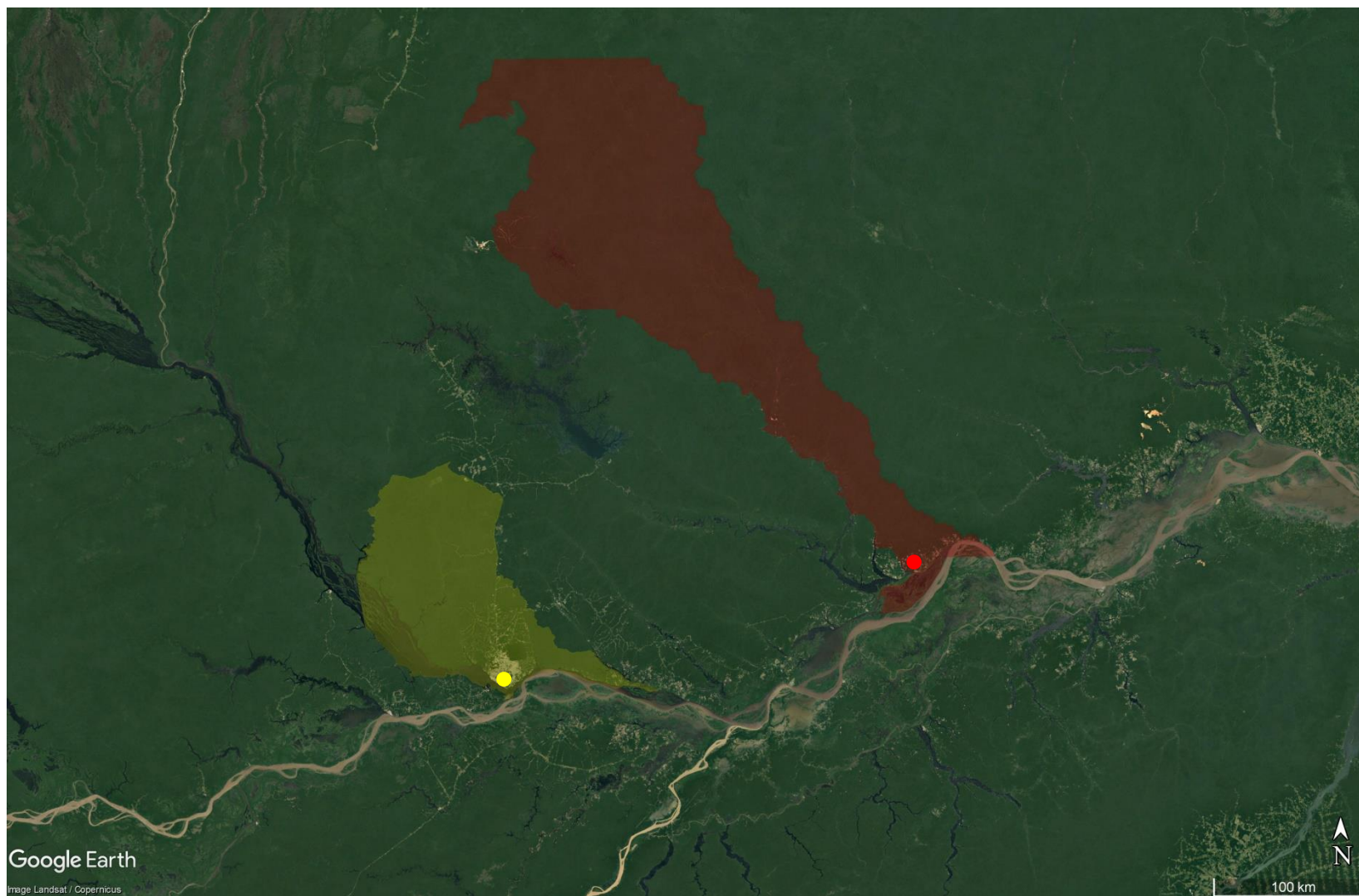


Figura 1: Imagem de satélite mostrando a área do município de Urucará (vermelho) e sua localização em relação a capital do estado, Manaus (amarelo). Os círculos de mesma cor indicam seus respectivos centros urbanos.

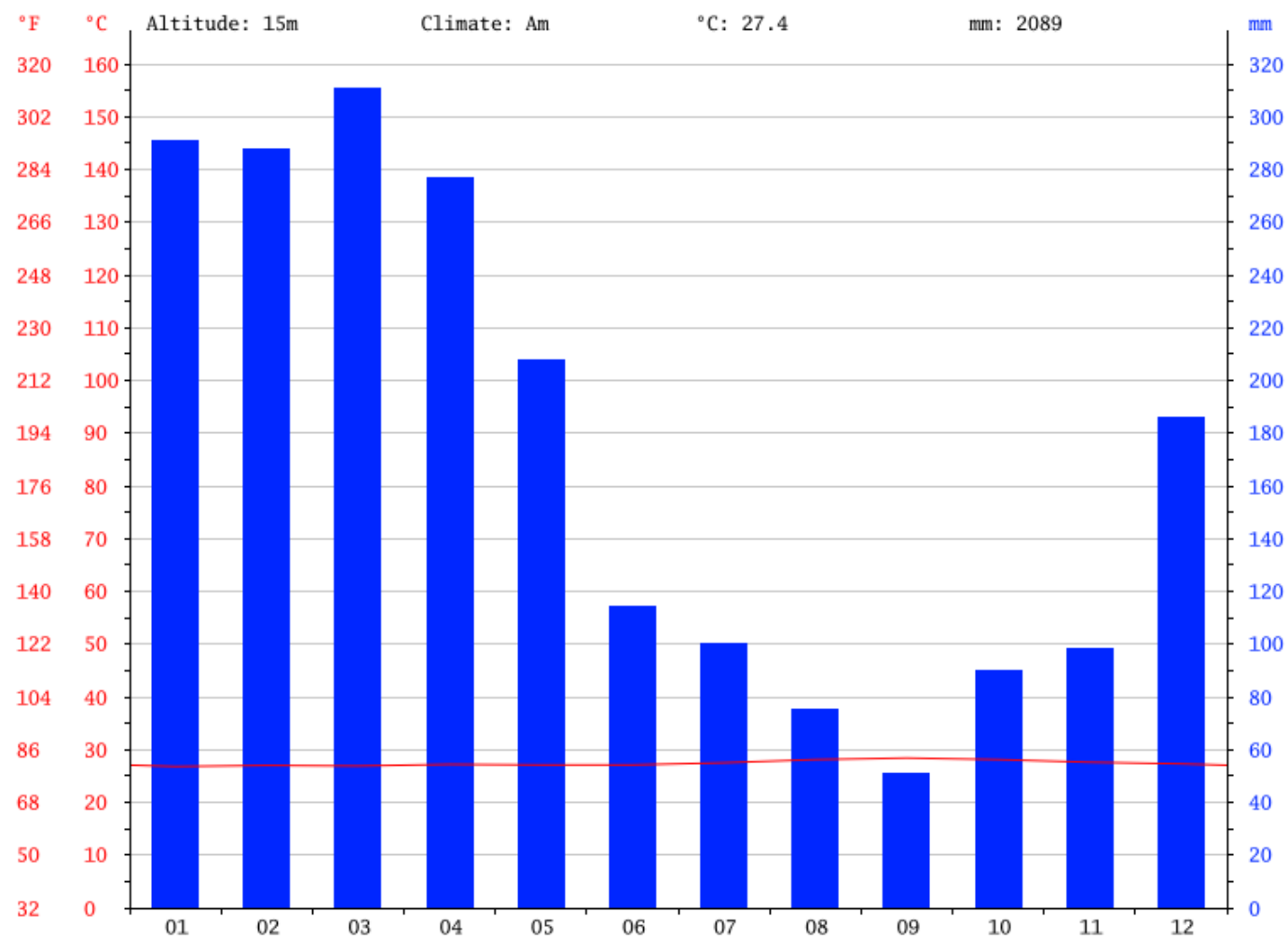


Figura 2: Climograma de Urucará segundo o site Climate-Data.org.



Figura 3: Imagem de satélite de alta resolução da cidade de Urucará e entorno norte com a localização da área avaliada neste estudo (retângulo vermelho). As linhas azuis indicam as drenagens mais próximas.

2. CÁLCULO DA ÁREA NECESSÁRIA PARA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO

Segundo planilhas dos anos de 2017 e 2018 fornecidas pela SEMOSP – Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos, a quantidade média coletada de resíduos sólidos na cidade de Urucará e depositada na atual lixeira pode ser calculada em 40,43 m³/dia. Considerando a densidade média do lixo urbano solto como de 230kg/m³ (<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/167/157>), pode-se estimar que são coletadas em torno de 9,3 toneladas diárias de resíduos sólidos na zona urbana de Urucará. 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 Urucará (9.886 habitantes, de acordo com o censo do IBGE 2010) e a taxa média de crescimento anual dessa população (calculada em 2,1% 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 Urucará (população estimada de 11.675 habitantes em 2018) pode ser calculada em cerca de 0,8 kg/habitante/dia, valor utilizado nas projeções a seguir.

Assim, com base nos números disponíveis, adotados e informados, e mantendo-se a situação observada, é possível estimar em **59.381** toneladas a quantidade total de resíduos sólidos que seria coletada em Urucará ao longo dos próximos 15 anos (Tabela 1).

Ano	População Estimada	Total de lixo por dia*	Total de lixo por ano*
2018	11.675	9,34	3.409
2019	11.920	9,54	3.481
2020	12.170	9,74	3.554
2021	12.426	9,94	3.628
2022	12.687	10,15	3.705
2023	12.953	10,36	3.782
2024	13.225	10,58	3.862
2025	13.503	10,80	3.943
2026	13.786	11,03	4.026
2027	14.076	11,26	4.110
2028	14.371	11,50	4.196
2029	14.673	11,74	4.285
2030	14.981	11,98	4.374
2031	15.296	12,24	4.466
2032	15.617	12,49	4.560
Total de lixo recolhido em 15 anos			59.381

* em toneladas

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

De acordo com IPT (2000), a densidade do lixo depois de compactado e aterrado está em torno de $0,75 \text{ ton/m}^3$. Assim, o volume total de lixo aterrado em 15 anos será:

$$59.381 \text{ ton} / 0,75 \text{ ton/m}^3 = 79.175 \text{ m}^3$$

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:

$$79.175 \text{ m}^3 / 2 = 39.587 \text{ m}^3$$

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

$$79.175 \text{ m}^3 + 39.587 \text{ m}^3 = 118.762 \text{ m}^3$$

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^2)	Área necessária (ha)
1,0	118.762	11,88
2,0	59.381	5,94
3,0	39.587	3,95

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 Urucará, tomando como exemplo um aterro com valas de 2,0 metros de profundidade média, para uma vida útil de 15 anos o terreno deverá apresentar aproximadamente a seguinte área:

$$5,94 \text{ ha} + 5,94 \times 0,2 = \mathbf{7,13 \text{ ha}}$$

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 Urucará, 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, de propriedade da Prefeitura de Urucará, fica localizada ao longo da estrada do Amanay, a aproximadamente 2 quilômetros do perímetro urbano de Urucará, onde começa a própria estrada. Não existe pavimentação na estrada e sua trafegabilidade é bastante afetada por chuvas, tornando-se praticamente intrafegável. A área tem aproximadamente 50 hectares e situa-se a 1,65km do centro da cidade em linha reta. A Vila do Amanay localiza-se mais ao norte, a 5,3km de distância da área selecionada em linha reta (**Figuras 3, 4, e 5**).

O local fica situado entre dois cursos menores, um ao norte e outro ao sul, que desembocam em outro curso maior (afluente do Rio Tapera). O Rio Tapera (também chamado de Igarapé do Tapera) corre para sul e desemboca no Rio Uatumã, que o represa, aumentando sua largura nos trechos finais. Outros afluentes menores de primeira e segunda ordem do Rio Tapera ocorrem na região próxima à cidade, e, próximo à área estudada, predominam os de segunda ordem. Os cursos menores norte e sul da área fluem para o oeste, e o curso maior oeste flui primeiramente para o sul, para em seguida fluir também para o oeste, de encontro ao Rio Tapera (**Figuras 3, 4 e 5**).

Trata-se de terreno com topografia plana, com altitude em torno de 24-32 metros, com suave caimento para sul nas porções mais próximas ao curso do afluente de segunda ordem do Rio Tapera. Está assentado sobre depósitos aluviais, de acordo com o mapa geológico da região, compostos por sedimentos inconsolidados Cenozoicos. A cobertura vegetal da área é representada por floresta nativa.

Como já mencionado, existem dois cursos d'água de pequeno porte no setor norte e no setor sul da área avaliada e um igarapé maior do extremo oeste (**Figuras 4 e 5**), que desagua no Rio Tapera, ainda mais a oeste. 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 (plotagem dos vértices), por meio da estrada de acesso e de picadas abertas na área florestal, o que permitiu a identificação das drenagens citadas e da topografia local. Além disso, um ponto foi marcado bem no limite máximo da cota do Rio Uatumã, para posteriores comparações com os níveis d'água encontrados na área de estudo.

Com a confirmação da localização da drenagem sul cortando a área em um trecho, os trabalhos tiveram que se concentrar na parte mais ao norte da área de estudo. Achou-se conveniente marcar dois pontos mais ao norte, fora dessa área, para caracterização do terreno ao lado, visto que as altitudes aumentavam para esse sentido, diminuindo o risco de se encontrar o lençol freático a profundidades menores. Devido às dificuldades de acesso, não foi possível executar uma malha regular de pontos, efetuando-se, assim, da forma a cobrir a maior distância possível.

Os “buffers” foram calculados em campo, a partir de caminhamento via GPS e, após os trabalhos, foram inseridos neste relatório. Vale ressaltar que são zonas de proteção, devendo ser referendados pelo IPAAM. Desse modo, foi descartada para avaliação a parte do terreno inserida no interior dessa zona.

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, 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 o período de maior precipitação pluviométrica na região, justamente a época dos trabalhos de campo.

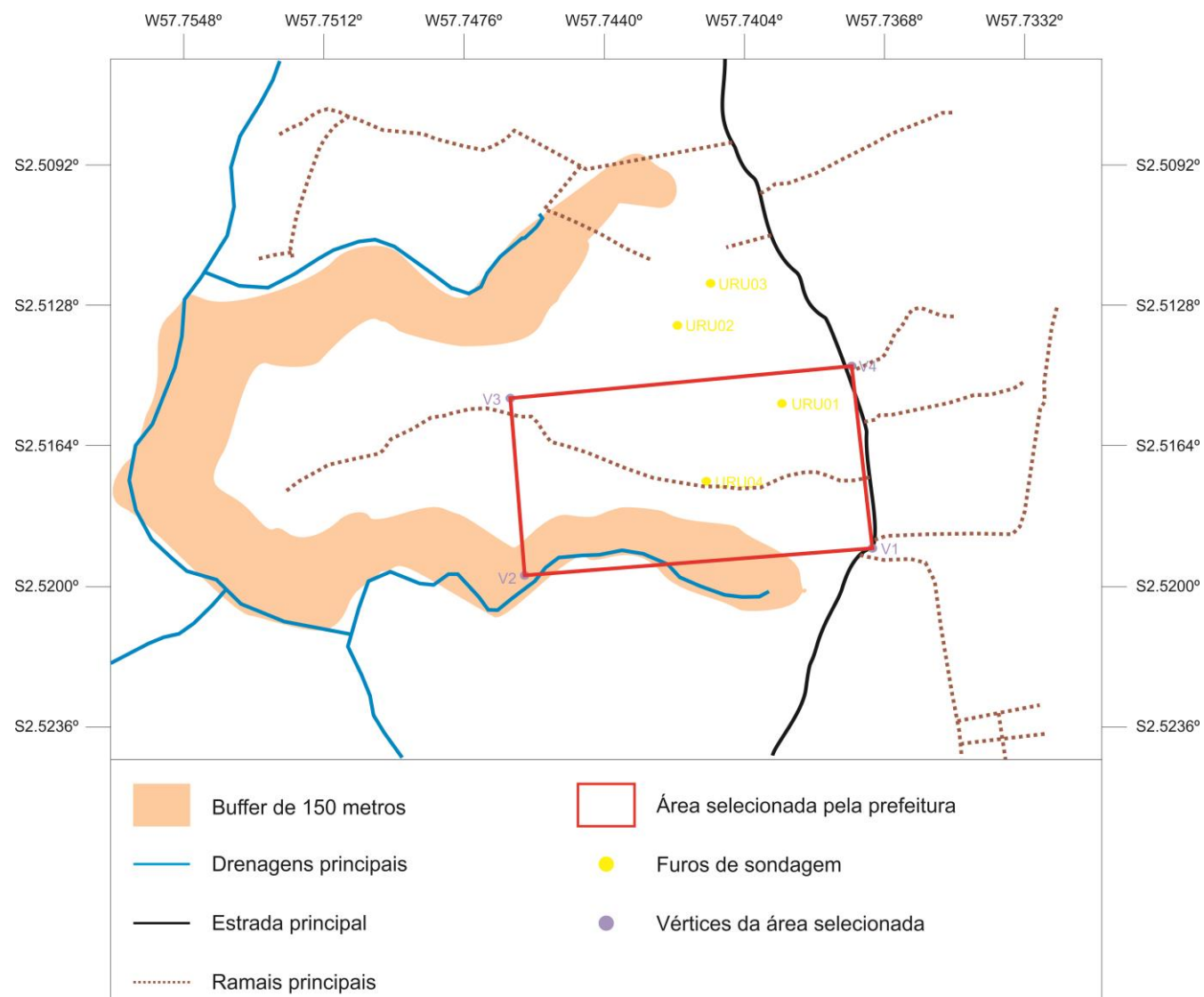


Figura 4: Mapa de detalhe da região de estudo com a situação da área total selecionada pela prefeitura (50 ha) com vistas à implantação do aterro sanitário de Urucará, com a localização dos furos de trado realizados e das drenagens existentes no interior e no entorno.

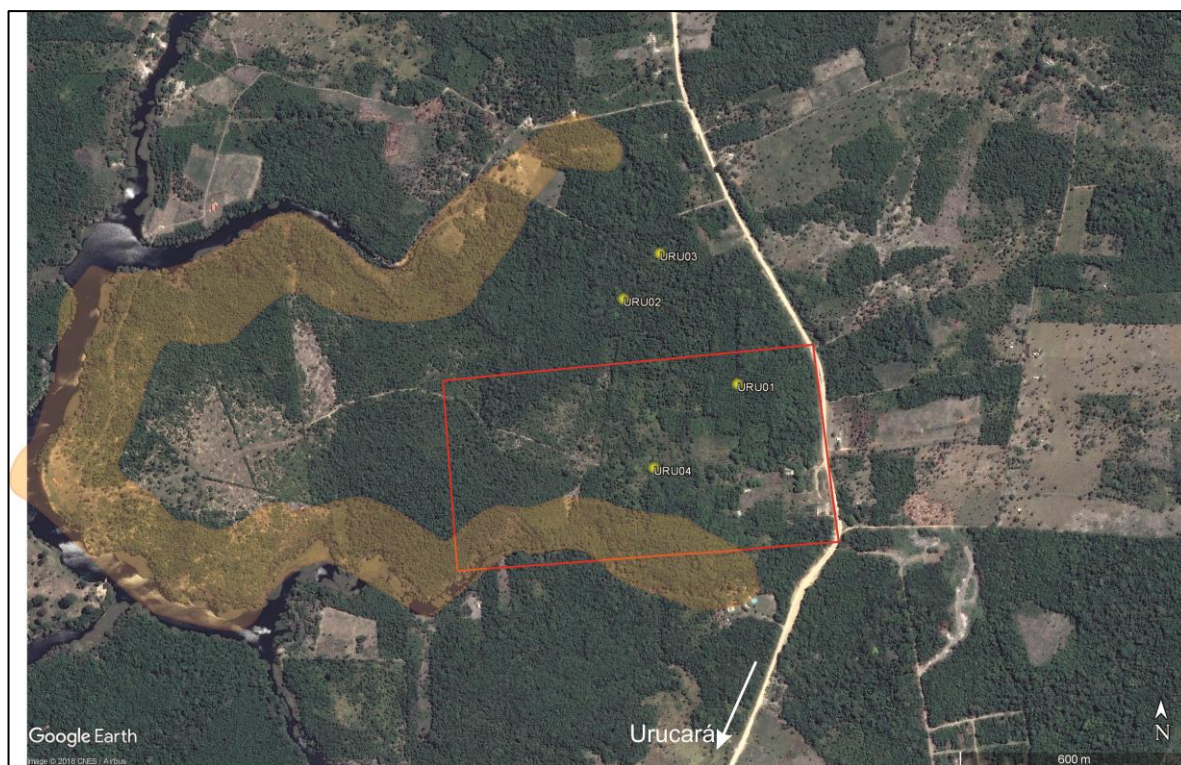


Figura 5: Imagem de satélite de alta resolução (Google Earth) com a situação da área total avaliada (retângulo vermelho), com a localização dos furos de trado realizados (pontos amarelos). A área laranja semitransparente caracteriza uma área de 150 metros de distância das drenagens ao redor; deve-se evitar essa área segundo legislação ambiental.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Foram feitas quatro perfurações a trado na área selecionada de 50 ha e ao norte (fora dessa área), cujas profundidades variaram de 5,5 a 6,5m, atingindo um nível d'água suspenso em cotas variáveis, mas não atingindo o lençol freático propriamente dito (**Figuras 4 e 5 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.

Furo	Coordenadas UTM (Zona 20S)	Cota Aprox. (m)	Profund. Final (m)	Cobertura Vegetal
URU-01	9721948 N 417789 E	25	6,5	Floresta Nativa
URU-02	9722170 N 417488 E	24	5,5	Floresta Nativa
URU-03	9722290 N 417585 E	31	6,0	Floresta Nativa
URU-04	9721728 N 417568 E	25	6,5	Floresta Nativa

Tabela 2: Características das sondagens executadas na área selecionada para Urucará.

As observações e os resultados dos ensaios promovidos pela Embrapa definiram os seguintes perfis de solo/subsolo:

FURO URU-01 (Figuras 6, 7 e 11):

- 0,00 a 0,35m: solo orgânico argilo-arenoso, marrom-escuro, com raízes;
- 0,35 a 2,20m: o solo começa a amarelar gradativamente, até se tornar completamente amarelo. Permanece bem coeso e homogêneo por toda essa extensão. O teor das frações granulométricas permanece inalterado;
- 2,20 a 4,75m: começam a aparecer nódulos e manchas de laterita, dispersos no solo. Em 2,5m, o solo apresenta padrão mosqueado (finas camadas de material vermelho e amarelo, com manchas brancas) e nódulos maiores de laterita. Em 2,8m, começa a ficar molhado (nível d'água). A partir de 3,0m, o material fica mais branco, mas sem grande mudança no padrão. Em 3,5m, o material apresenta mais nódulos e fica mais vermelho. Em 4,0m, o teor de areia já se apresenta mais alto que nos metros anteriores, chegando a perfazer 40% da estrutura. O teor de silte também é maior. O teor de material vermelho aumenta ainda mais em direção aos centímetros finais;
- 4,75 a 6,50m: aparecem areia e argila cinzas dominantes no início desse intervalo. Aqui, a areia predomina, perfazendo 60% da amostra, além do teor considerável de silte. Em 5,3m, aparece material roxo, que logo desaparece. O padrão se mantém até o final do furo.

FURO URU-02 (Figuras 6, 8 e 12):

- 0,00 a 0,10m: solo orgânico argilo-arenoso, marrom-escuro, com raízes;
- 0,10 a 2,50m: solo argilo-arenoso amarelo amarronzado, semelhante ao ponto URU-01, em gradação para o amarelo pleno. O padrão permanece homogêneo até o final desse intervalo;
- 2,50 a 3,50m: o material começa a apresentar manchas e nódulos vermelhos de laterita. A coesão permanece a mesma, porém o teor de silte aumenta. O material fica mais claro gradativamente em direção ao final deste intervalo. Começa a ficar úmido em 3,4m (nível d'água);
- 3,50 a 5,50m: o material fica muito mais claro e molhado. A coesão do material permanece inalterada. O teor de silte aumenta gradativamente em direção ao fundo do furo, caracterizando este intervalo como silto-argiloso, com uma quantidade considerável de areia. Em 5,35m, o material fica extremamente compacto e amarelo, com nódulos maiores de laterita.

FURO URU-03 (Figuras 6, 9 e 13):

- 0,00 a 0,60m: solo orgânico argilo-arenoso, marrom-escuro, com raízes;
- 0,60 a 2,50m: o solo começa a ficar mais amarelo, com padrão muito parecido com os pontos URU-01 e URU-02. Aproximadamente em 2,1m algumas manchas vermelhas esporádicas aparecem;

- 2,50 a 3,50m: o material coletado começa a ficar mais claro e aumenta o número de manchas e nódulos de laterita. O teor de silte aumenta e o de argila diminui, conferindo outra estrutura ao solo. A partir de 3,0m o material fica ainda mais claro, além de úmido, mas a granulometria e o teor de manchas permanecem inalterados;
- 3,50 a 6,00m: o material fica muito claro (creme) e em 3,6m fica molhado (nível d'água). O teor de silte aumenta gradativamente do início deste intervalo até o final, tornando-se o material principal nos últimos metros. Nos 0,5m finais, o material já é silto-arenoso, com pouca argila, mais compacto e com mais nódulos de laterita.

FURO URU-04 (Figuras 6, 10 e 14):

- 0,00 a 0,70m: solo orgânico argilo-arenoso, marrom-escuro, com raízes;
- 0,70 a 2,70m: o solo grada de uma cor amarelo-marrom para laranja-amarelo, como nos pontos URU-01, URU-02 e URU-03. A compactação e coesão são boas e o teor de silte aumenta sutilmente em direção ao final do intervalo;
- 2,70 a 4,50m: no início deste intervalo aparecem manchas e nódulos de laterita esporádicos em solo argilo-siltoso amarelo e, em 2,9m, o material claro padrão aparece. A partir de 3,0m, o teor de areia aumenta gradativamente, mas, ao contrário dos anteriores, o teor de silte não. Também aumentam o número e o tamanho dos nódulos e manchas de laterita, além de clarear o solo a medida que se aprofunda;
- 4,50 a 5,00m: o solo fica bem mais claro (apenas aqui ele é bem branco), mas a granulometria continua seguindo o padrão anterior (aumento gradual de areia). Um nível d'água foi encontrado em 4,6m;
- 5,00 a 5,50m: a partir daqui, o teor de areia se mantém, mas o teor de silte aumenta um pouco. Nesse intervalo, o solo volta a apresentar nódulos e manchas grandes de laterita. A cor é bem mais vermelha que qualquer intervalo estudado, incluindo os pontos anteriores;
- 5,50 a 6,50m: o material coletado volta a ser bem claro (quase branco) e bastante compacto. O teor de silte aumenta gradativamente, mas nunca domina a porcentagem granulométrica. Alguns níveis bem finos, que aparentam ter mais areia, aparecem nesse intervalo, no final do furo.

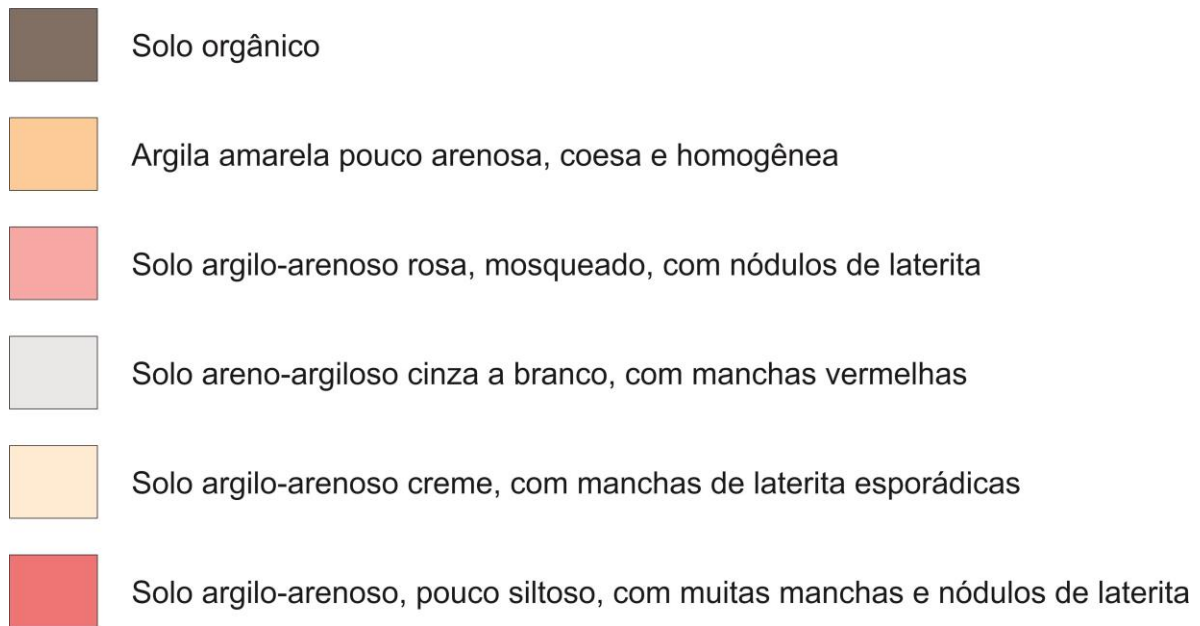


Figura 6: Legenda das figuras 7, 8, 9 e 10.

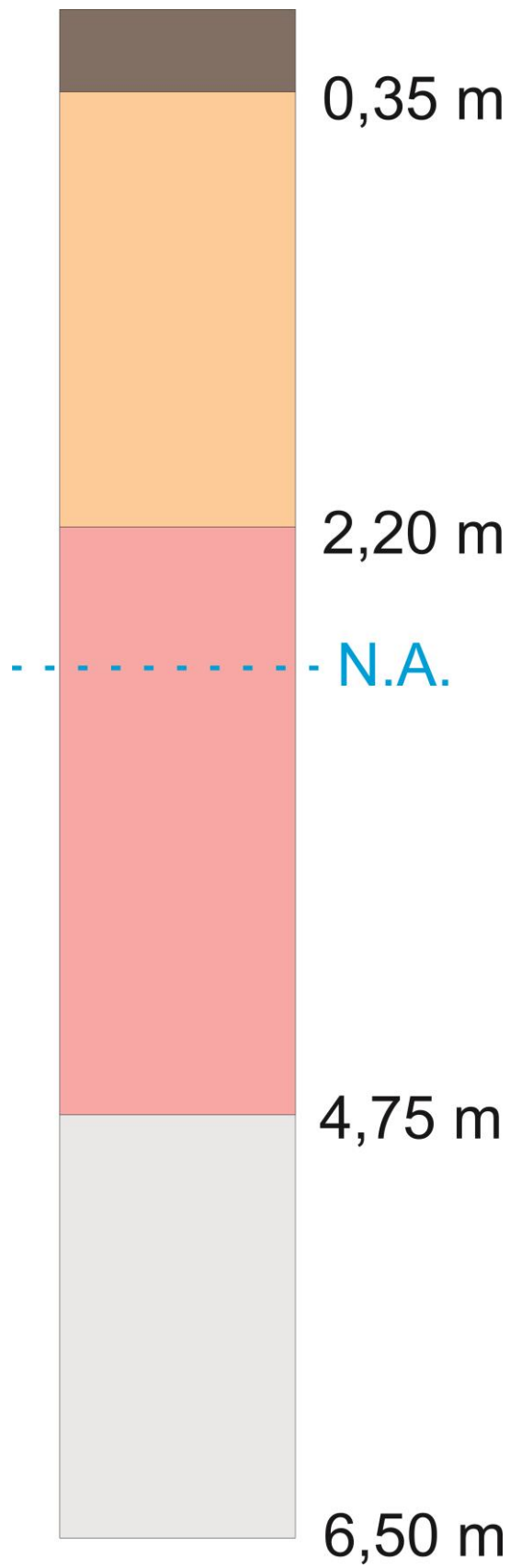


Figura 7: Coluna esquemática do furo URU-01.

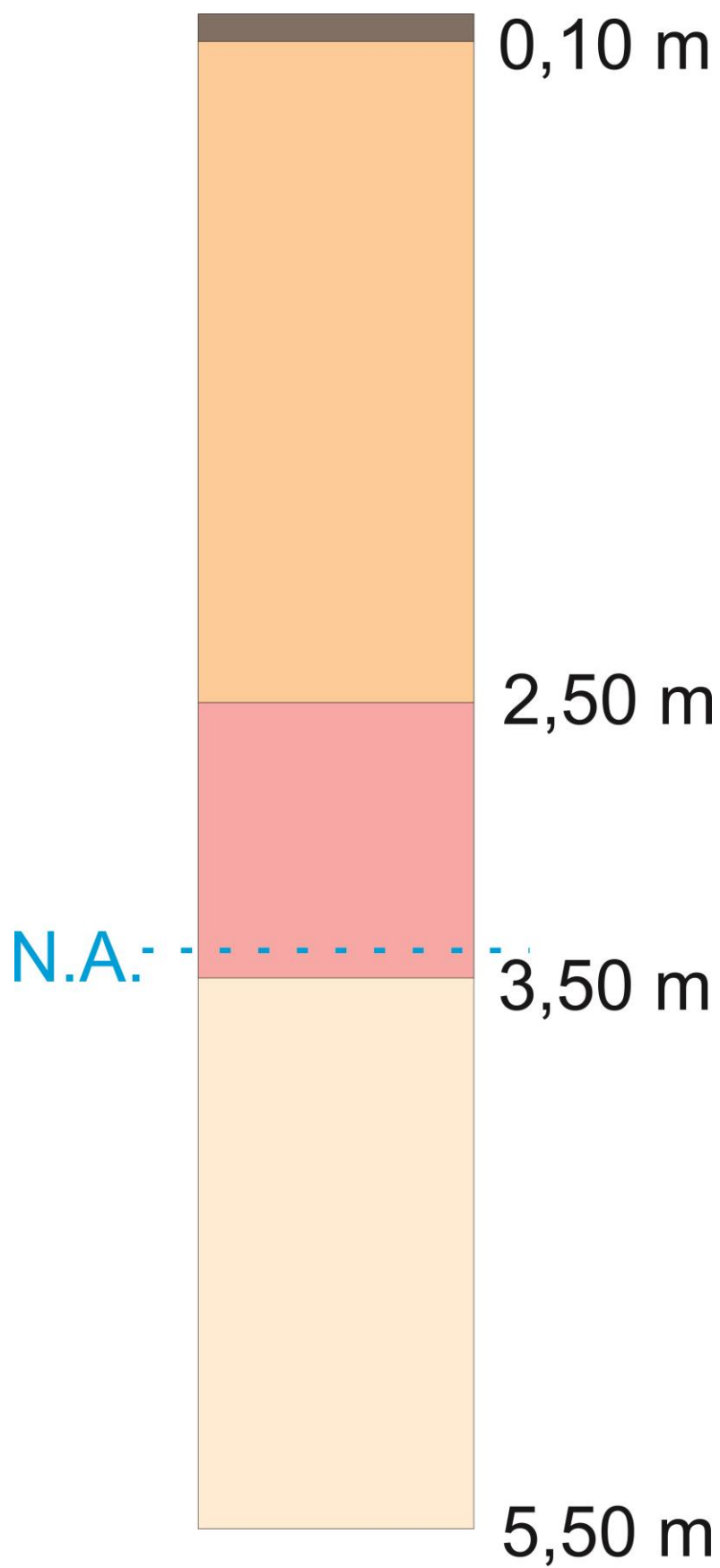


Figura 8: Coluna esquemática do furo URU-02.

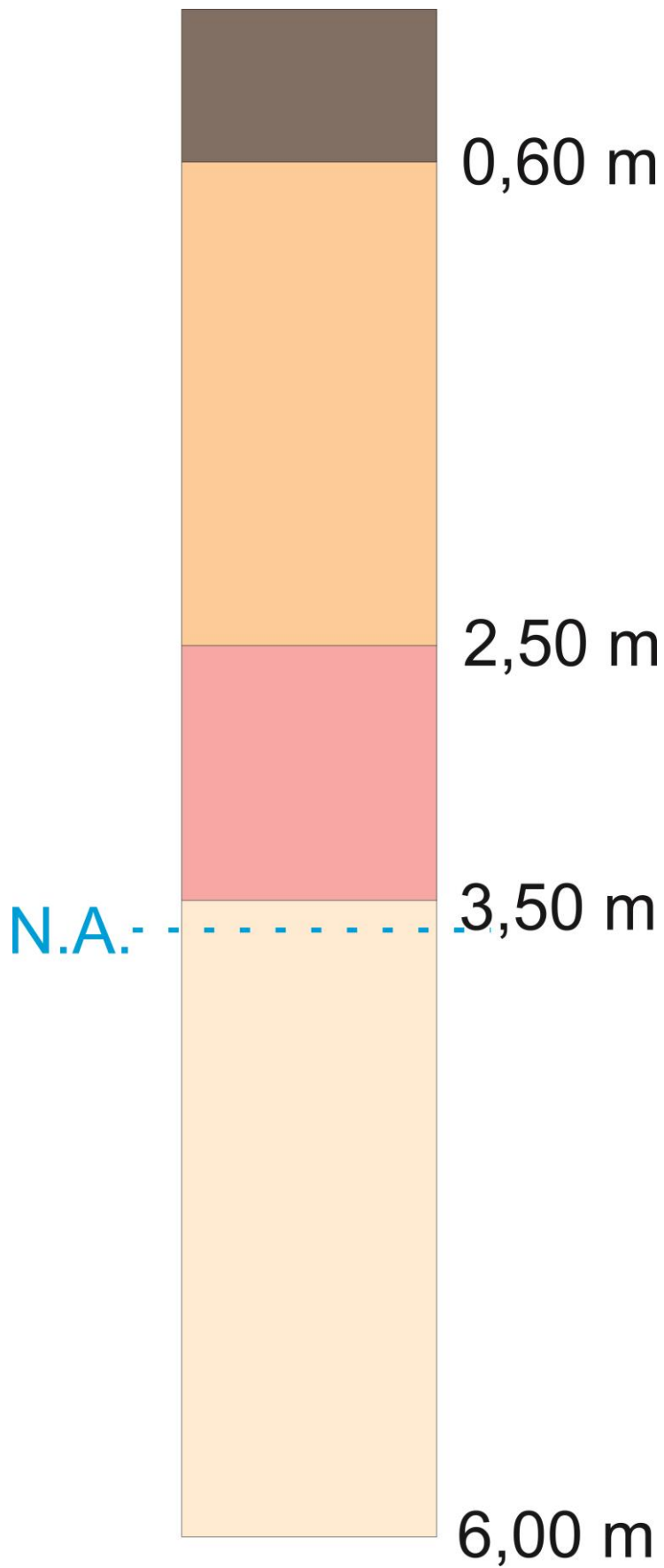


Figura 9: Coluna esquemática do furo URU-03.

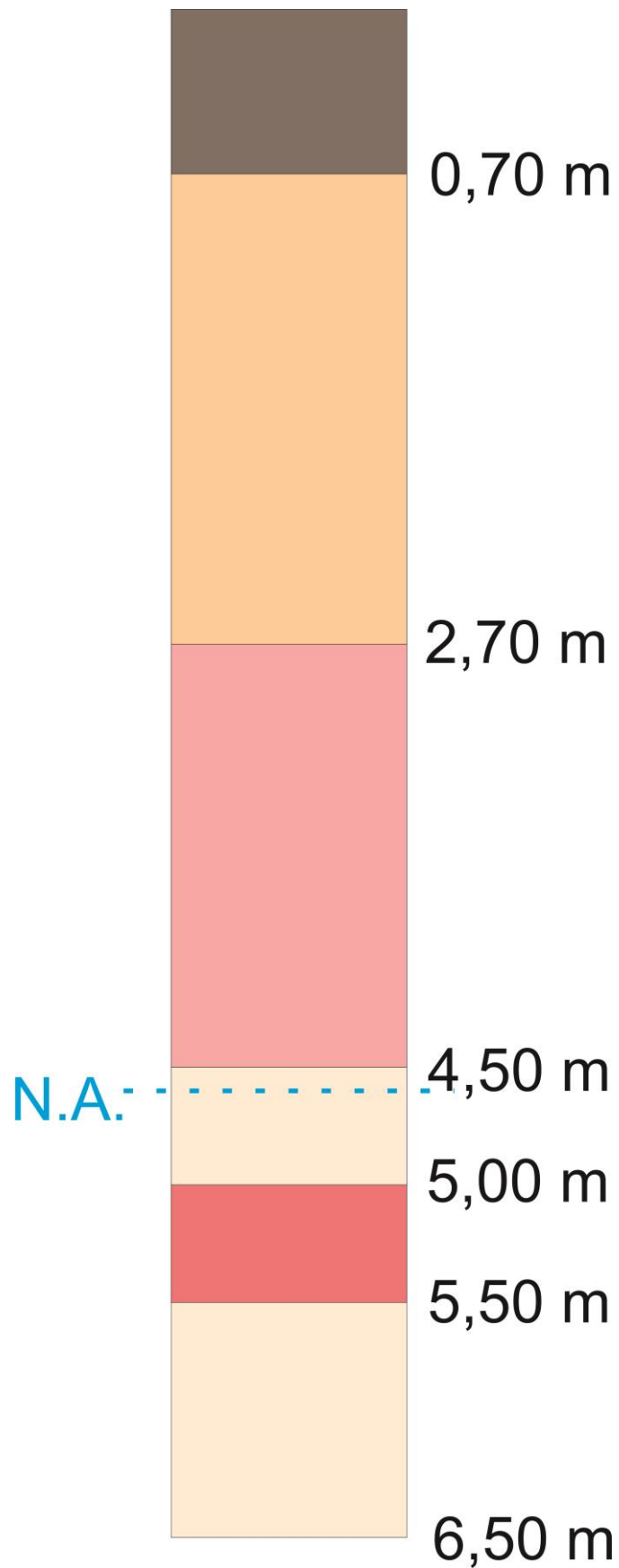


Figura 10: Coluna esquemática do furo URU-04.



Figura 11: A) Material rosáceo tirado do intervalo de 2,20 a 4,75 metros. B) Nódulos grandes de laterita são encontrados nas zonas mais avermelhadas. C) Material cinzento arenoso encontrado no fim do furo. D) Todo o material do furo é disposto sobre a lona para descrição, fotografia e coleta.



Figura 12: A) Material rosáceo retirado no intervalo entre 2,50 a 3,50 metros. B) Material creme retirado no intervalo 3,50 a 5,50 metros. C) Processo de perfuração se iniciando, com duas pessoas girando o trado e a lona estendida para recepção do material.



Figura 13: A) Processo de limpeza do local antes do início da perfuração. B) Horizonte orgânico argilo-arenoso marrom escuro. C) Material claro (creme) retirado do intervalo entre 3,50 e 6,00 metros. D) Material disposto na lona.



Figura 14: A) Material laranja/amarelo retirado do intervalo de 0,70 a 2,70 metros. B) Material claro (creme) retirado do intervalo de 4,50 a 5,00 metros. C) Material mais vermelho, com muitas manchas e nódulos de laterita, do intervalo de 5,00 a 5,50 metros. D) O material apresenta coesão boa, sendo amostrado, por vezes, no formato da boca do trado.

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 selecionada assenta-se sobre um perfil de solo/subsolo composto basicamente por quatro horizontes, do topo para a base:

- horizonte orgânico, argilo-arenoso, marrom escuro, com acumulação de raízes e folhas; este horizonte não foi apreciado em estudo devido a sua pequena espessura e ao fato de que será extraído para a construção do empreendimento;
- solo argilo-arenoso (62-69% de argila e 23-27% de areia, com silte entre 3-13%), amarelo amarronzado no início e amarelo no final, com espessuras de 1,90 a 2,40 metros, extremamente homogêneos. Não ocorre nenhuma variação local e se parecem muito com os solos encontrados nas zonas altas de Manaus. Gradam lentamente para o tipo de solo abaixo;
- solo argilo-arenoso rosa (47-67% de argila e 23-36% de areia, com silte entre 6-16%), com padrão mosqueado (amarelo-rosa-vermelho-branco-roxo), manchas e nódulos de laterita pequenos no início e grandes no final. Este solo é mais compacto que a camada de solo inicial, tornando-o mais difícil de ser penetrado. O nível d'água foi encontrado no final desse intervalo, ou no início do próximo, dependendo do ponto. Gradualmente, este horizonte vai se tornando mais claro até se transformar no próximo horizonte. Sua espessura média varia de 1,0 a 2,55 metros;
- argilo-arenoso creme (32-48% de argila e 24-45% de areia, com silte entre 6-42%), com padrão mosqueado (rosa-vermelho-branco-roxo). Possui manchas e nódulos de laterita, ora dispersos, ora concentrados. A compactação aumenta com a profundidade. Possui heterogeneidade lateral, sendo encontrados de diferentes formas, dependendo do furo. Em algumas áreas pode apresentar mais areia branca; em outras, muito mais silte; um terceiro caso corresponde a um solo bastante vermelho, com muitas manchas de laterita. Sua espessura não pôde ser medida, pois os furos terminaram antes que esse perfil fosse interrompido por outro.

Como já mencionado, o NA do terreno, cuja profundidade é muito importante na avaliação em questão, foi encontrado em todos os furos a uma profundidade entre 2,8 e 4,6 metros.

A área avaliada em detalhe em Urucará, com 50 hectares de superfície, é delimitada pelos seguintes vértices (**Figura 4**):

Vértice	Latitude	Longitude
V1	-2.519153°	-57.737102°
V2	-2.519828°	-57.746161°
V3	-2.515313°	-57.746485°
V4	-2.514483°	-57.737729°

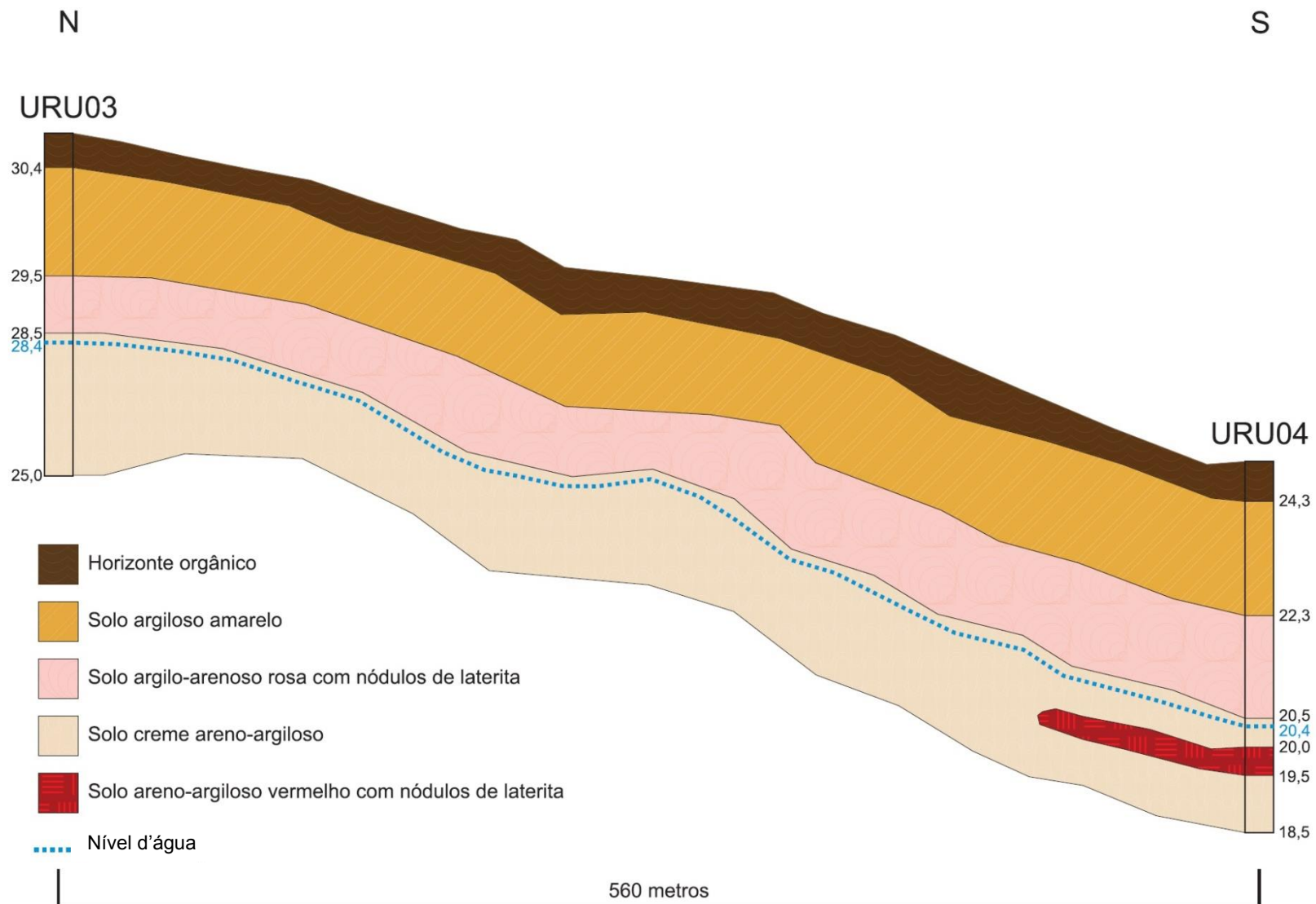


Figura 15: Perfil N-S do solo/subsolo na área avaliada para implantação do aterro sanitário de Urucará com base nos furos URU-03 e 04.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pelo exposto nos itens anteriores, os estudos realizados definiram uma área com aproximadamente 60 hectares (parte do terreno proposto e parte do terreno adjacente norte) que possui **aptidão técnica regular a boa** para servir como local de implantação do aterro sanitário de Urucará, que, se operar de maneira correta, deverá ter vida útil de mais de 15 anos.

Os resultados das investigações de campo e das perfurações executadas revelaram **um fator técnico positivo e um negativo** no que diz respeito à aptidão dessa área em dar suporte ao aterro sanitário:

- o fator positivo é a textura argilo-arenosa do horizonte mais superficial do solo, com predomínio da fração granulométrica mais fina (argila + silte) sobre a fração arenosa em quase toda a área investigada. Esse horizonte, com 3,5 a 4,75m de espessura, deverá constituir um substrato pouco permeável que funcionará como selante ou filtro da base do aterro, dificultando a infiltração e dispersão dos contaminantes aí gerados (chorume, metais pesados, etc);

- o fator negativo é o fato de o terreno apresentar o nível das águas subterrâneas (NA) raso, em torno de 2,5 a 4,6 metros de profundidade. Vale ressaltar que a área foi visitada no período mais chuvoso (Junho), sendo o NA medido potencialmente o de maior elevação do ano. Mesmo assim, na parte mais ao sul, onde este NA está mais raso, obedecendo às normas escritas neste relatório, haverá uma camada de solo insaturado de pelo menos 1,5m de espessura entre a base do aterro e o NA conforme recomendado pelas normas técnicas;

Portanto, levando-se em conta as sérias dificuldades naturais e fundiárias que os gestores de Urucará têm para encontrar um local ideal para implantação do aterro sanitário municipal, a área avaliada poderia ser utilizada para esse fim, porém com uma importante ressalva técnica, relatada a seguir.

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, 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 Urucará deverá ser construído e operado conforme as normas de engenharia preconizadas para um aterro sanitário e não como uma lixeira.

Por último, tendo-se em vista a configuração do perfil superior do solo na área, recomenda-se que as valas do aterro tenham no máximo 1,0m de profundidade.

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.

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.

ANEXO

**LAUDOS 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: CPRM
Endereço: Urucará

Data de Entrada: 19/06/2018
Data de Saída: 29/06/2018

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 (g/kg)	0.05-0.002 mm	<0.002 mm	
578	1,0 - 2,0 URU 01	152,28	95,26	247,54	54,96	697,50	muito argiloso
579	2,0 - 2,5 URU 01	150,13	85,46	235,59	50,92	713,50	muito argiloso
580	2,5 - 3,0 URU 01	156,35	81,05	237,40	110,10	652,50	muito argiloso
581	3,0 - 2,5 URU 01	194,85	91,83	286,67	166,33	547,00	argila
582	4,0 - 5,0 URU 01	246,62	105,92	352,53	169,47	478,00	argila
583	5,0 - 6,0 URU 01	314,02	119,34	433,36	245,64	321,00	franco argilosa
584	6,0 - 6,5 URU 01	295,74	141,18	436,91	221,59	341,50	franco argilosa
585	1,0 - 2,5 URU 02	165,04	112,29	277,33	29,67	693,00	muito argiloso
586	2,5 - 3,5 URU 02	170,26	107,72	277,98	100,02	622,00	muito argiloso
587	4,0 - 5,5 URU 02	154,18	88,93	243,11	428,40	328,50	franco argilosa
588	1,0 - 2,5 URU 03	141,42	91,11	232,53	55,47	712,00	muito argiloso
589	2,5 - 3,5 URU 03	146,73	93,93	240,66	118,35	641,00	muito argiloso
590	3,5 - 4,5 URU 03	144,01	104,58	248,59	213,41	538,00	argila
591	4,5 - 5,5 URU 03	149,97	91,42	241,39	367,11	391,50	franco argilosa
592	5,5 - 6,0 URU 03	185,58	128,77	314,35	563,65	122,00	franco siltosa
593	1,0 - 2,0 URU 04	163,52	85,87	249,38	130,12	620,50	muito argiloso
594	2,0 - 3,0 URU 04	181,34	76,50	257,84	64,16	678,00	muito argiloso
595	3,0 - 4,0 URU 04	272,31	84,89	357,20	97,80	545,00	argila
596	4,0 - 5,0 URU 04	338,25	110,34	448,58	56,42	495,00	argila
597	5,5 - 6,5 URU 04	217,81	212,87	430,67	128,33	441,00	argila

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).

Maria do Rosário Lobato Rodrigues
LASP/Embrapa Amazônia Ocidental