



Março/2020

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 FISIOGRAFICOS E LOCALIZAÇÃO

O município de Anori está localizado na Mesorregião Centro Amazonense, Microrregião de Coari (**Figura 1**). Sua área total é de 5.795,283 km² e sua população estimada em 2019 era de 21.010 habitantes. Suas regiões limítrofes fazem divisa com os municípios de Coari, Tapauá, Beruri, Anamã e Codajás.

Em termos geológicos, seu centro urbano situa-se sobre depósitos aluvionares holocênicos, mas boa parte do município se encontra assentado nos sedimentos da Formação Içá, de caráter areno-argiloso. Os depósitos aluvionares constituem amplas planícies fluviais, sem diferença de cota significativa em toda sua extensão, sujeitas a inundações periódicas, ou seja, locais inadequados para aterros sanitários. Já a Formação Içá pode apresentar características mais propícias para a implantação de aterros sanitários, como, por exemplo, sua maior compactação.

O clima da região é equatorial úmido, com temperaturas médias anuais de 27,5°C. A temperatura máxima média é de 32,4°C e a mínima média é de 22,2°C. O índice pluviométrico anual é de aproximadamente 2.391 milímetros, concentrados de novembro a maio. Julho 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 Perenifólia Paludosa Ribeirinha Permanentemente Inundada (mata de igapó).

Em busca de solução que culmine com a desativação da lixeira atual, os gestores de Anori tomaram iniciativa de selecionar, como alternativas, duas áreas para implantação do Aterro Sanitário Municipal, de modo a coletar, transportar e dar disposição final aos resíduos sólidos da cidade de maneira ambientalmente correta. As duas áreas situam-se a norte da sede municipal, em um ramal que liga o centro urbano a uma comunidade pertencente a Anamã (**Figura 3**). Os terrenos em questão, ambos utilizados atualmente para criação de gado e com vegetação rasteira em sua maior parte, ficam em uma zona topograficamente rebaixada.

Com vistas à elaboração de projeto e eventual implantação do aterro, os gestores de Anori solicitaram apoio ao Serviço Geológico do Brasil - CPRM para avaliar a aptidão técnica das áreas selecionadas 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 27 a 30 de janeiro de 2020.

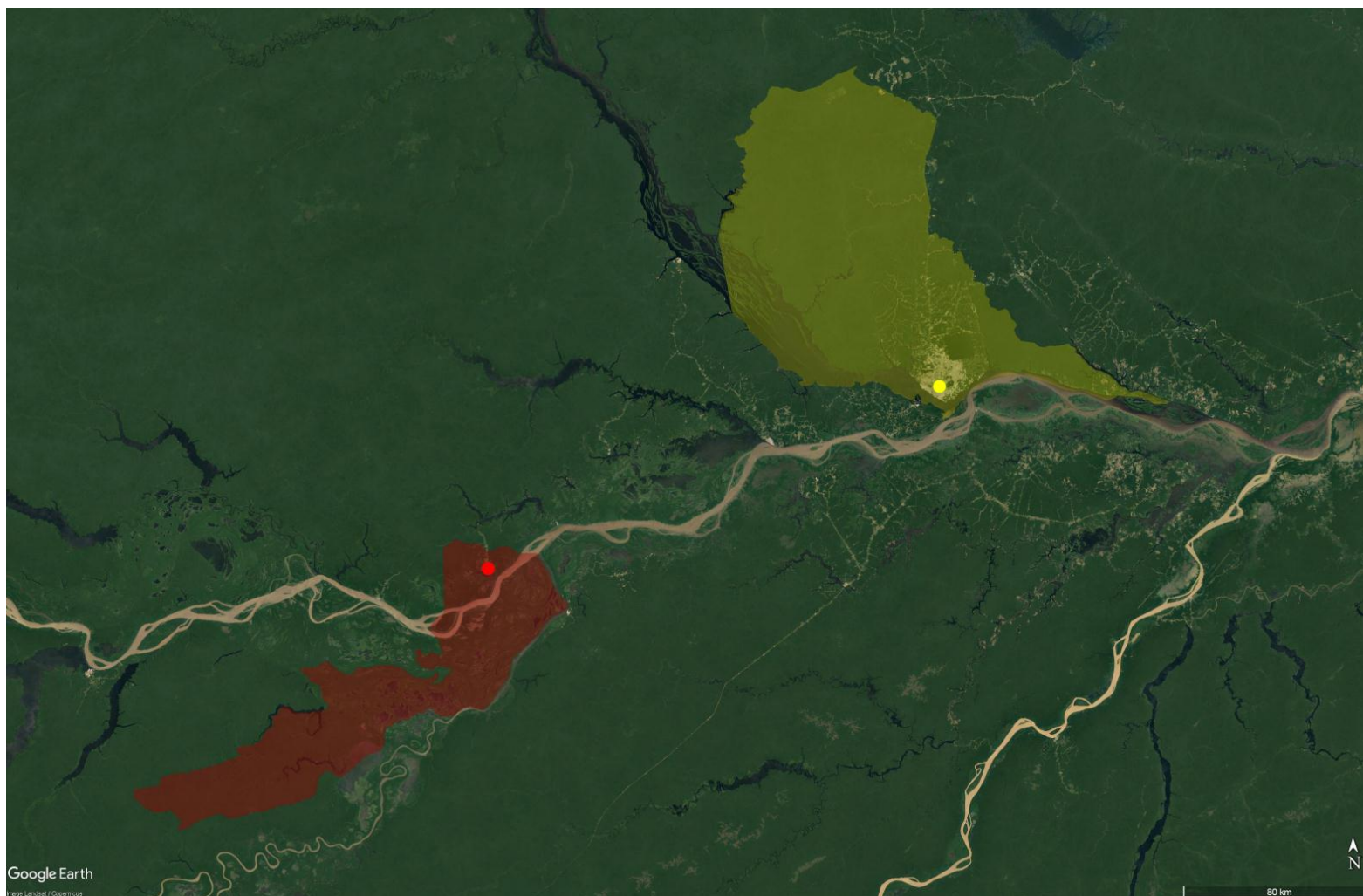


Figura 1: Imagem de satélite mostrando a área do município de Anori (vermelho) e sua localização em relação à capital do estado, Manaus (amarelo). Os círculos de mesma cor indicam seus respectivos centros urbanos.

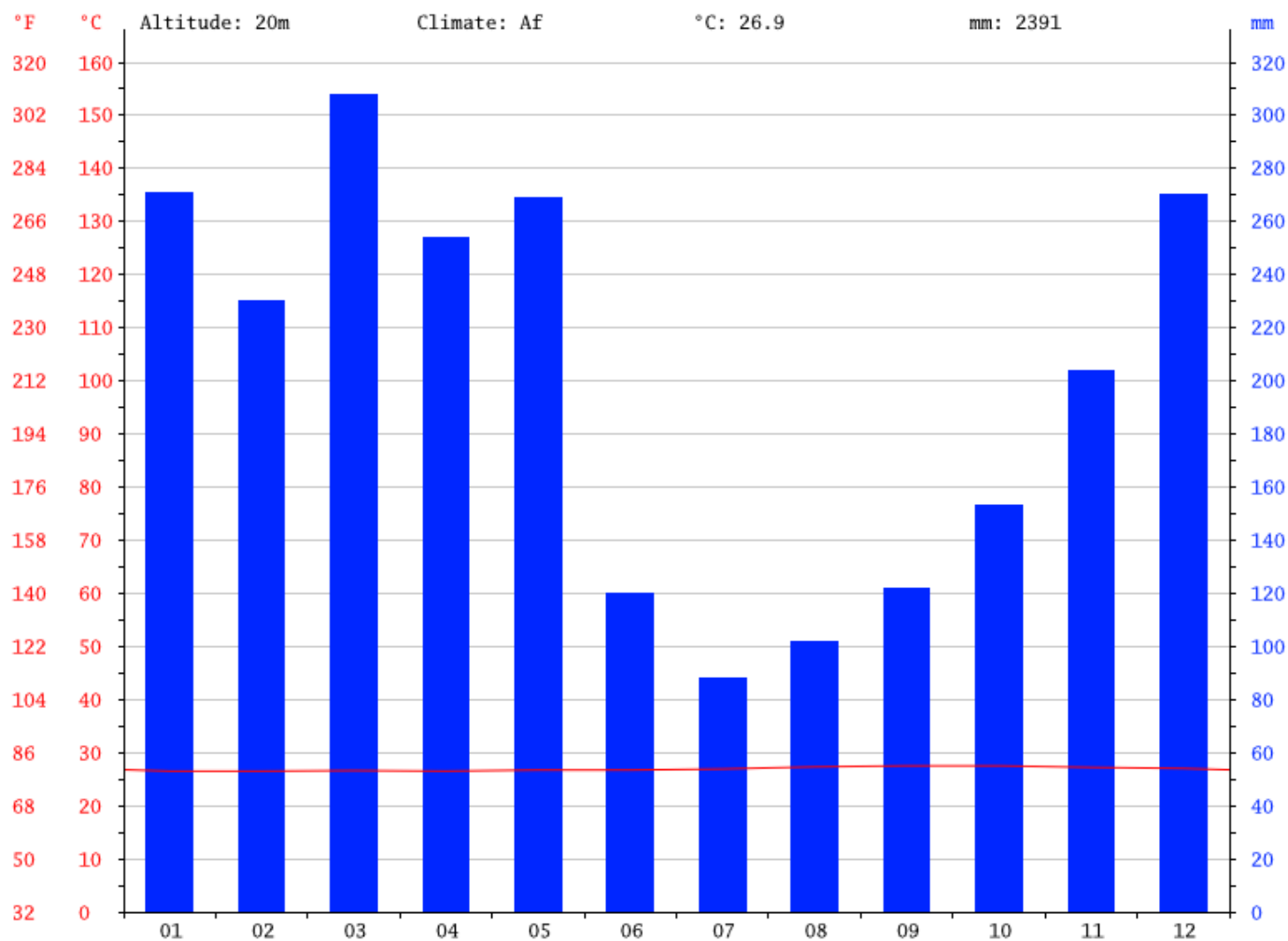


Figura 2: Climograma de Anori segundo o site Climate-Data.org.

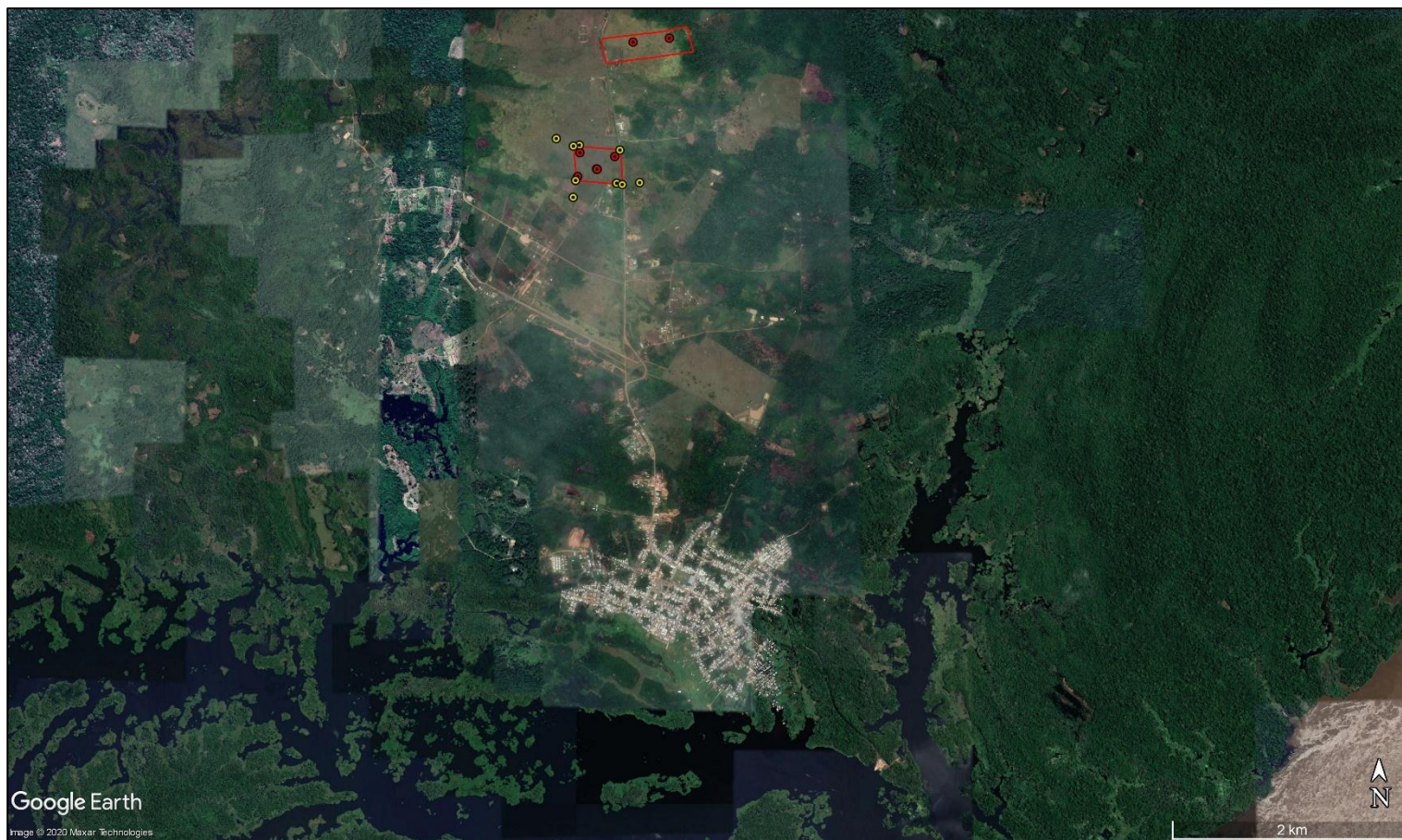


Figura 3: Imagem de satélite de alta resolução da cidade de Anori e entorno norte com a localização das áreas avaliadas neste estudo (retângulos vermelhos). Os pontos amarelos são pontos de controle (delimitação da área para estudo) enquanto os pontos vermelhos simbolizam os furos de trado executados.

2. CÁLCULO DA ÁREA NECESSÁRIA PARA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO

Segundo informações dos gestores locais, a quantidade média coletada de resíduos sólidos diariamente na cidade de Anori e depositada no atual lixão é estimada em 17 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 Anori (21.010 habitantes, de acordo com a estimativa do IBGE 2019) e a taxa média de crescimento anual dessa população (calculada em 3,2% quando se comparam os dados dos últimos 9 anos – censo IBGE de 2010 e estimativa de 2019). Portanto, de acordo com a informação obtida *in loco*, a quantidade média de resíduos sólidos produzidos atualmente na zona urbana de Anori 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 **115.790** toneladas a quantidade total de resíduos sólidos que seria coletada em Anori ao longo dos próximos 15 anos (Tabela 1).

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

Ano	População Estimada	Total de lixo por dia*	Total de lixo por ano*
2020	21.010	16,808	6.135
2021	21.682	17,346	6.331
2022	22.376	17,901	6.534
2023	23.092	18,474	6.743
2024	23.831	19,065	6.959
2025	24.594	19,675	7.181
2026	25.381	20,305	7.411
2027	26.193	20,954	7.648
2028	27.031	21,625	7.893
2029	27.896	22,317	8.146
2030	28.789	23,031	8.406
2031	29.710	23,768	8.675
2032	30.661	24,529	8.953
2033	31.642	25,314	9.240
2034	32.655	26,124	9.535
Total de lixo recolhido em 15 anos			115.790

* em toneladas

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 15 anos será:

$$115.790 \text{ ton} / 0,75 \text{ ton/m}^3 = 154.387 \text{ m}^3$$

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:

$$154.387 \text{ m}^3 / 2 = 77.194 \text{ m}^3$$

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

$$154.387 \text{ m}^3 + 77.194 \text{ m}^3 = 231.581 \text{ m}^3$$

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	231.581	23,16
2,0	115.791	11,58
3,0	77.194	7,72

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 Anori, tomando como exemplo um aterro com valas de 1,0 metros de profundidade média, para uma vida útil de 15 anos o terreno deverá apresentar aproximadamente a seguinte área:

$$23,16 \text{ ha} + 23,16 \times 0,2 = \mathbf{27,79 \text{ ha}}$$

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 Anori, 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 DAS ÁREAS AVALIADAS E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As áreas selecionadas para avaliação ficam localizadas ao longo da Estrada de Anori, que liga o centro urbano à comunidade do Mato Grosso, na beira do lago Anamã. A estrada se encontra pavimentada (apesar de apresentar muitos buracos) e aterrada em alguns centímetros. As duas áreas, somadas, têm aproximadamente 28 hectares (12 hectares a Área 1 e 16 hectares a Área 2) e situam-se, respectivamente, a 3km e 4,3km do centro da cidade em linha reta (**Figuras 3, 4 e 5**).

Os locais ficam situados em uma zona de topografia baixa e plana, sem nenhum curso d'água localizado na distância mínima de segurança de 200m (estipulada por normas da ABNT). A permeabilidade dos solos superficiais é baixa e, depois de episódios de chuva, é possível observar várias poças de água. A primeira camada é muito escura, devido à constante adubação que os terrenos sofreram ao longo dos anos. A Área 1 (**Figura 4**), usada atualmente para a criação de gado, situa-se ao lado do lixão em uso, que deve ser desativado assim que a cidade contar com um aterro sanitário; na Área 2 (**Figura 5**) há um local de exploração de argila.

Tratam-se de terrenos com topografia muito plana, com altitudes variando, no máximo, em apenas dois metros (cota altimétrica entre 20 e 23 metros). Estão assentados sobre terraços aluvionares ou planícies fluviais recentes. A cobertura vegetal original da área era de floresta nativa, mas boa parte dos terrenos já foi desmatada e deu lugar a pastos.

Como já mencionado, não existem cursos d'água inseridos na distância de segurança exigida pela ABNT, mas, segundo informações locais, o nível do lençol freático costuma chegar bem próximo à superfície em períodos de cheia máxima. Nesses períodos, em certos pontos da região pode ocorrer o surgimento de corpos d'água efêmeros, representados por escoamentos superficiais de breve duração após precipitações intensas (run-off).

Os trabalhos de campo se iniciaram com o reconhecimento preliminar dos terrenos e suas adjacências (plotagem dos vértices), por meio da estrada de acesso e de algumas picadas. Como as áreas são de fácil acesso e grande parte delas já está desmatada, não houve necessidade de abrir picadas longas. O auxílio de uma roçadeira facilitou muito o trabalho, exigindo menos dos terçados.

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 nas áreas, com auxílio de trado manual. Neste caso, os principais objetivos das sondagens a trado foram:

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

Sem dificuldades de acesso ao interior dos terrenos, a programação e execução das sondagens permitiram extrair a melhor informação possível do subsolo local, em uma malha aproximadamente regular. Devido ao curto tempo de trabalho (reduzido devido às chuvas constantes), só foi possível executar dois furos na Área 2, mas suficientes para caracterizar os solos do terreno.

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, argilo-siltoso ou argilo-arenoso, o que

dificulta a infiltração dos contaminantes. O nível freático também deve estar 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.

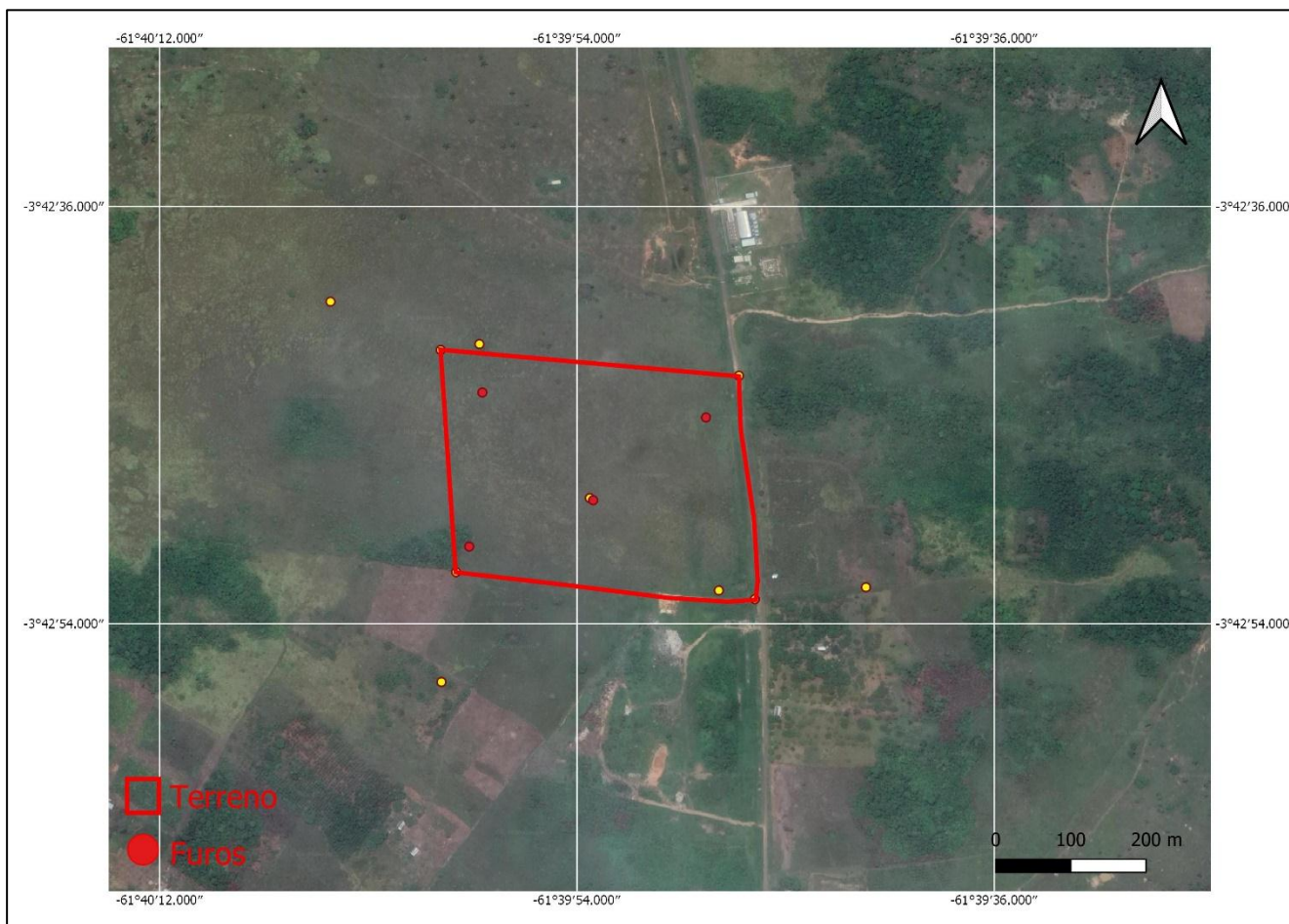


Figura 4: Imagem de satélite da Área 1 (polígono vermelho) selecionada com vistas à implantação do aterro sanitário de Anori, com a localização dos furos de trado (pontos vermelhos) e pontos de controle efetuados pela campanha (pontos amarelos). O lixão atual localiza-se logo ao sul dessa área. A Área 2 está mais ao norte .



Figura 5: Imagem de satélite da Área 2 (polígono vermelho), com a localização dos furos de trado realizados (pontos vermelhos). A Área 1 está localizada mais ao sul.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Foram feitas seis perfurações a trado nas áreas de estudo, quatro na Área 1 (ANOR-01 a ANOR-04) e dois na Área 2 (ANOR-05 e ANOR-06), cujas profundidades variaram de 4,5 a 5,5m, atingindo-se o nível d'água em todos eles, entre 2,2 a 3,0 metros (**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, que acabaram não sendo feitos devido às complicações descritas adiante.

Tabela 2: Características das sondagens executadas nas áreas selecionadas para Anori.

Furo	Coordenadas UTM (Zona 20S)	Cota Aprox. (m)	Profund. Final (m)	Nível d'água (m)	Cobertura Vegetal
ANOR-01	9589366 N 648112 E	21	5,5	2,9	Floresta Nativa
ANOR-02	9589570 N 648130 E	20	5,5	2,8	Pasto
ANOR-03	9589536 N 648428 E	20	5,5	2,3	Pasto
ANOR-04	9589427 N 648277 E	20	5,5	3,0	Pasto
ANOR-05	9590553 N 648893 E	23	5,0	3,0	Pasto
ANOR-06	9590521 N 648582 E	21	4,5	2,2	Pasto

As observações de campo permitiram definir os seguintes perfis de solo/subsolo:

FURO ANOR-01 (Figuras 6 e 12):

- 0,00 a 0,50m: solo orgânico, preto, muito argiloso e úmido. Grada suavemente para um solo marrom claro;
- 0,50 a 1,20m: a coloração vermelha vai aumentando de intensidade até dominar o solo. Ainda muito argiloso, o material começa a sair em lâminas finas, no formato da boca do trado;

- 1,20 a 1,50m: o padrão de cores muda para um vermelho predominante com veios cinzas/roxos, ambos com bastante argila (e um teor menor de silte) e um pouco de areia. Em 1,40m, a amostra fica bastante seca e difícil de perfurar, saindo mais granulada (esfarelando);
- 1,50 a 2,35m: o material se torna areno-argiloso vermelho compacto. Solo de cor amarela e igual granulometria começa a vir junto. Aparecem veios brancos argilo-arenosos úmidos;
- 2,35 a 2,60m: aparecem pintas de laterita friáveis areno-siltosas;
- 2,60 a 3,60m: material amarelo aumenta em quantidade, com textura predominantemente arenosa. Ainda há coesão do solo e a amostragem é boa, sem desmoronamento do furo, o que evidencia presença de argila e silte. Em 2,90m, o nível d'água é atingido;
- 3,60 a 4,60m: material muda de matriz, passando a ser branco, com manchas amarelas e pintas vermelhas de laterita. O furo começa a desmoronar;
- 4,60m a 5,50m: o solo se torna uma areia vermelha, solta, com pouco teor de finos (argila + silte).

FURO ANOR-02 (Figuras 7 e 13):

- 0,00 a 0,75m: solo orgânico argiloso, preto, que grada suavemente para uma argila cinza com manchas laranjas;
- 0,75 a 1,15m: o material surge com pintas vermelhas friáveis de laterita, compostas majoritariamente de grãos finos. Todo o solo possui textura areno-argilosa, com menor quantidade de silte;
- 1,15 a 4,30m: aparece material amarelo e a amostra começa a esfarelar, pelo maior teor de areia. O padrão de cores vai mudando gradativamente, aumentando em material amarelo. O teor de areia também vai aumentando. Nível d'água encontrado em 2,80m;
- 4,30 a 5,50m: aparece a areia vermelha, com poucos finos, encontrada no final do furo ANOR-01. Aqui, porém, ainda conserva um pouco de material arenoso amarelo em camadas finas. Em 4,50m, o material amarelo some.

FURO ANOR-03 (Figuras 8 e 14):

- 0,00 a 0,50m: solo orgânico, preto, argilo-siltoso. Grada suavemente para um solo cinza com manchas laranjas;
- 0,50 a 1,00m: solo argiloso, pouco arenoso, branco, de difícil perfuração;

- 1,00 a 2,30m: o solo fica mais branco e arenoso. A quantidade de areia aumenta gradativamente. Em 1,50m, começam a aparecer pintas amarelas. Em 1,75m, o material está mais úmido. Material vermelho aparece em camadas finas. Nível d'água encontrado em 2,30m;
- 2,30 a 4,00m: mais material vermelho e amarelo aparece, mudando gradativamente o padrão de cores (ora mosqueado). As pintas de laterita aparecem mais duras e arenosas. Em 2,50m, o solo já vem bem molhado, porém coeso, apesar do alto teor de areia. Em 3,00m, o material fica mais amarelado;
- 4,00 a 5,50m: areia francamente laranja, misturando o material amarelado anterior com a areia vermelha das camadas profundas da região. No início desse intervalo, ainda há camadas brancas finas. Nos últimos 50cm predomina a areia vermelha,

FURO ANOR-04 (Figuras 9 e 15):

- 0,00 a 0,90m: solo orgânico preto, argiloso, com pouca areia. Grada suavemente para um solo cinza com pintas vermelhas;
- 0,90 a 1,50m: aparece material amarelo, que muda o padrão de cores do solo, que se torna arenoso, com pouco silte, como nos furos anteriores;

- 1,50 a 2,00m: material vermelho aumenta de teor e começa a aparecer em camadas, intercalado com material branco. Solo já bem arenoso, com alguma concentração de argilas nas partes mais claras;
- 2,00 a 3,00m: aparecem pintas de laterita bem vermelhas e friáveis. O solo amarelo areno-siltoso aumenta suavemente de teor com a profundidade. Nível d'água encontrado em 3,00m;
- 3,00 a 5,50m: material vermelho aumenta gradativamente até dominar o branco. Eles aparecem acamadados, com o branco em camadas finas. Os dois são arenosos, com alguns finos (argila + silte), que conferem coesão à amostra.

FURO ANOR-05 (Figuras 10 e 16)

- 0,00 a 0,15m: solo orgânico marrom-escuro;
- 0,15 a 0,80m: solo argilo-siltoso marrom-claro a alaranjado;
- 0,80 a 1,00m: aparece uma argila mais clara junto, mas não muda o padrão de cores. Começam a aparecer pintas vermelhas. A umidade parece aumentar;
- 1,00 a 2,50m: material branco vai aumentando gradativamente e a amostra já sai esfarelado pois o teor de areia também

aumenta gradativamente. Em 1,40m, aparecem pintas de laterita mais vermelhas e compactas;

- 2,50 a 3,40m: pintas de laterita ficam mais coesas e o material fica mais vermelho. O trado faz barulho ao girar, o que indica predominância da granulometria areia. Nível d'água encontrado em 3,00m;
- 3,40 a 5,00m: aparece a areia vermelha. Junto com esta, surge material amarelo acamadado, que vai aumentando em teor e predominando na amostra.

FURO ANOR-06 (Figuras 11 e 17)

- 0,00 a 0,40m: matéria orgânica preta, gradando suavemente para solo marrom-claro. Aparentemente tem mais material fino;
- 0,40 a 1,00m: aparecem pintas vermelhas na matriz marrom. Em 0,65m material branco já começa a aparecer em grande quantidade. O solo é silto-argiloso e tingido de vermelho. A matriz permanece marrom avermelhada;
- 1,00 a 1,80m: solo muito compacto, de difícil perfuração. Algumas lascas saem com o formato da boca do trado, evidenciando alto teor de argila. Vai ficando cada vez mais vermelho e com pintas de laterita já bem avermelhadas, aumentando gradualmente o teor de silte

e areia. Em 1,50m, a laterita está mais coesa e o material branco vem, às vezes, em grande quantidade;

- 1,80 a 4,20m: solo amarelo areno-siltoso, já bastante úmido. Nível d'água encontrado em 2,20m. Os materiais branco e vermelho silto-arenosos aparecem acamadados. Além disso, o teor de areia aumenta, apesar da boa quantidade de finos. O furo começa a desmoronar em 3,00m;
- 4,20 a 4,50m: aparece a areia vermelha, comum nas zonas mais profundas de todos os furos da região.

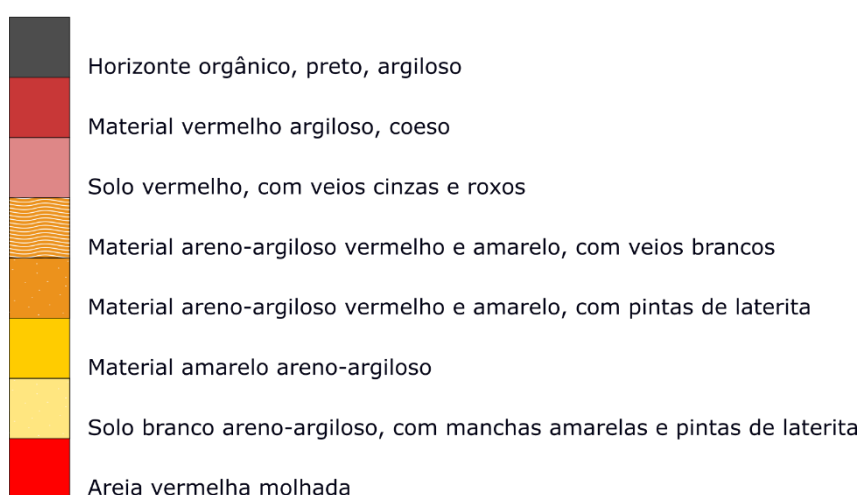
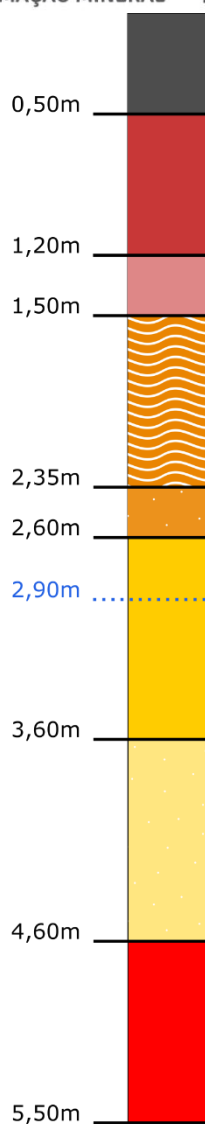


Figura 6: Coluna esquemática do furo ANOR-01.

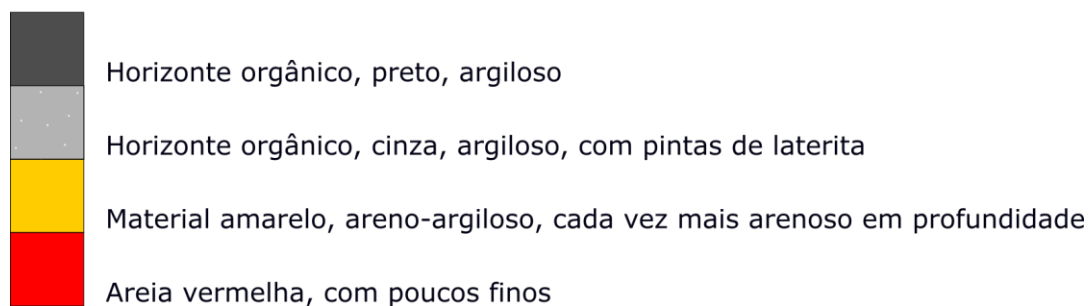
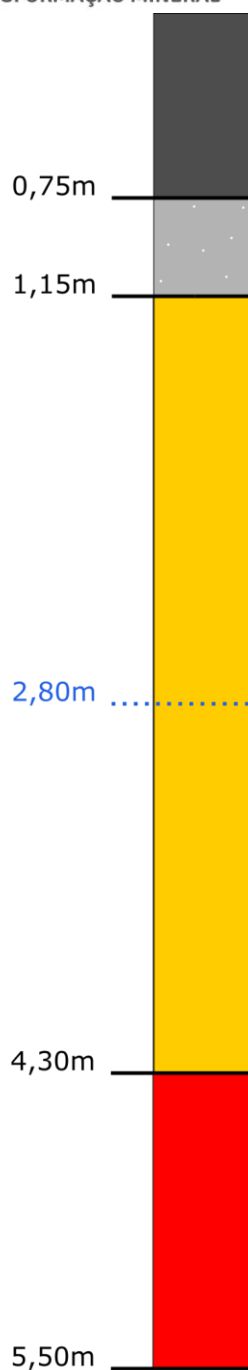


Figura 7: Coluna esquemática do furo ANOR-02.

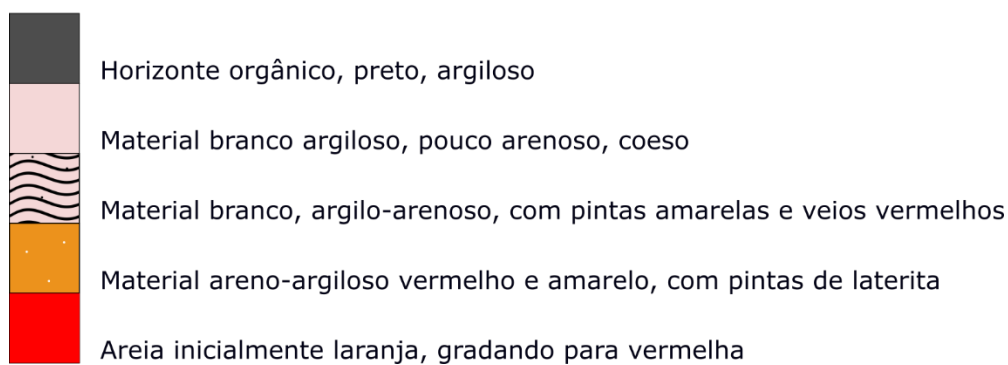
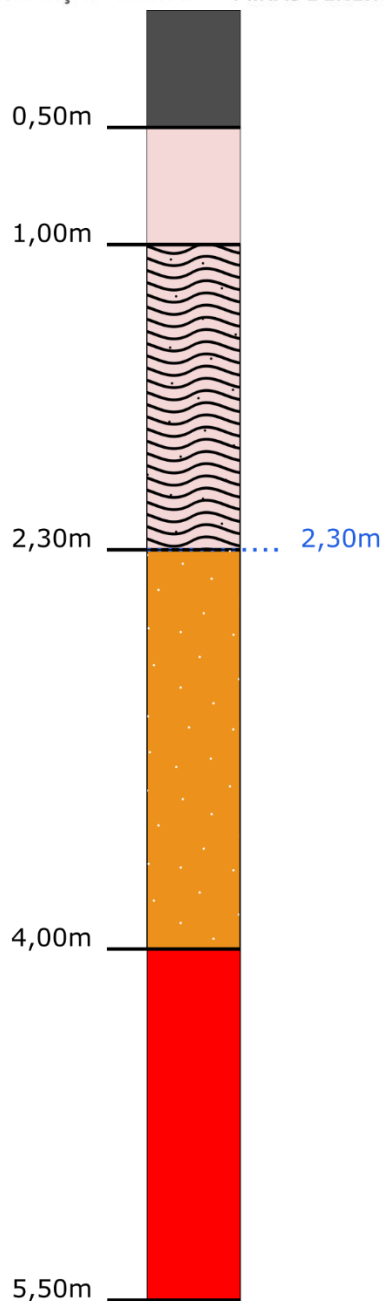


Figura 8: Coluna esquemática do furo ANOR-03.

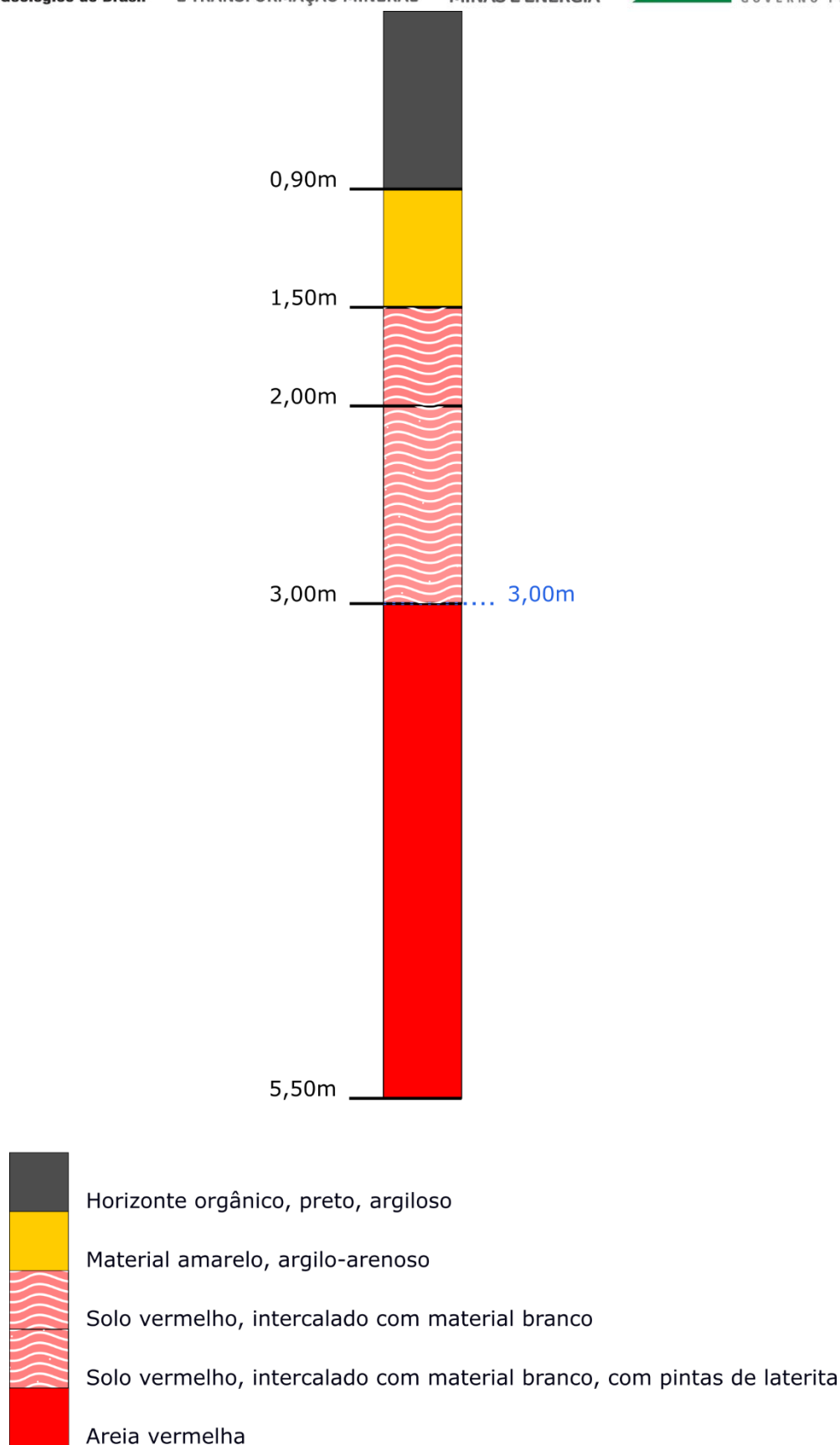


Figura 9: Coluna esquemática do furo ANOR-04.

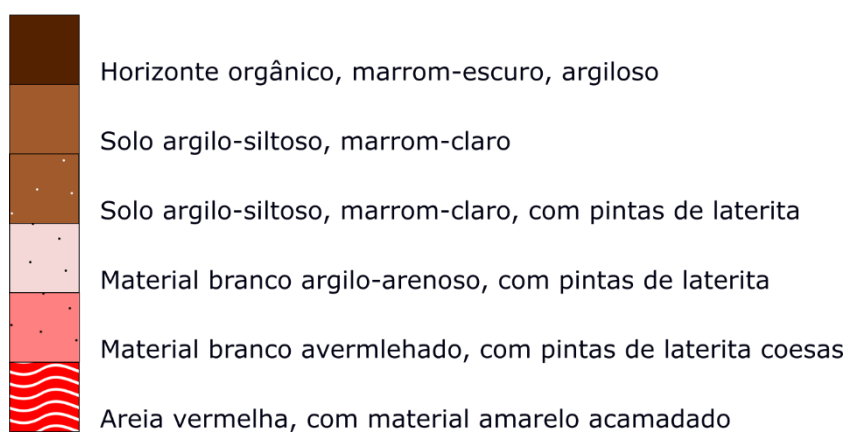
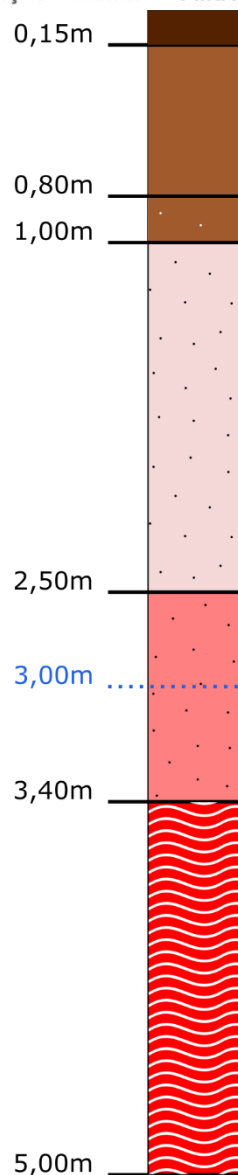


Figura 10: Coluna esquemática do furo ANOR-05.

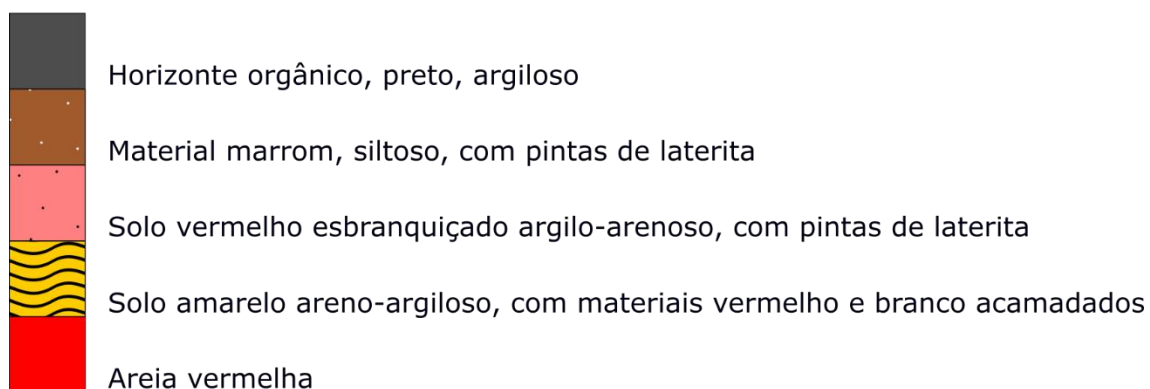
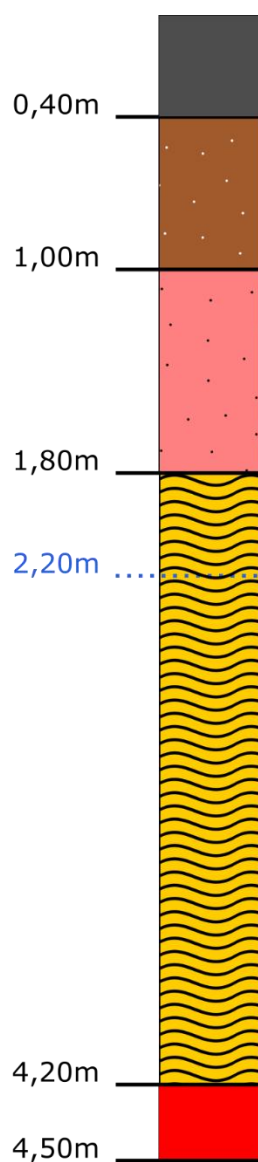


Figura 11: Coluna esquemática do furo ANOR-06.



Figura 12: Furo ANOR-01. A) Intervalo laterítico areno-siltoso coeso. B) O material do final do furo, com amplo predomínio de areia vermelha, abaixo do lençol freático, apresenta-se sem coesão.



Figura 13: Furo ANOR-02. A) Material cinza-esbranquiçado do início do furo, argiloso, com pintas vermelhas friáveis de laterita. B) A parte final do furo, com areia vermelha sem coesão, muito comum em zonas mais profundas do solo da região.



Figura 14: Furo ANOR-03. A) Material areno-argiloso, branco, mesclado com material vermelho e amarelo, retirado do intervalo 3,0 a 3,5m. B) Disposição final do material ao término da perfuração.



Figura 15: Furo ANOR-04. A) Material areno-argiloso vermelho, intercalado com branco, e com pintas de laterita, do intervalo 2,0 a 2,5m. B) Areia vermelha, comum em profundidade nessa região.



Figura 16: Furo ANOR-05. A) Argila siltosa marrom clara, com pintas vermelhas de laterita, no intervalo 0,5 a 1,0m. B) A disposição final das amostras ao término do furo.



Figura 17: Furo ANOR-06. A) Solo marrom claro, com argila branca incipiente, do intervalo 0,5 a 1,0m. B) Ao final, a comum areia vermelha aparece novamente.

Assim, com relação à textura dos solos investigados, conforme a descrição dos furos acima, as áreas avaliadas se assentam sobre um perfil de solo/subsolo composto basicamente por três horizontes, do topo para a base:

- horizonte orgânico, argiloso, preto, gradando para cinza em poucos centímetros. Sua espessura varia de 20 a 90cm. É comum na parte cinza encontrar pintas de laterita vermelha friáveis. Em alguns furos, esse solo gradou para um material marrom-claro. Este horizonte não foi apreciado em detalhe devido ao fato de que seria suprimido para a eventual construção do empreendimento;
- solo argilo-arenoso, com várias cores e padrões, mas na maioria das vezes avermelhado ou esbranquiçado, com 0,50 a 1,50m de espessura. Em alguns furos, apresenta mais material vermelho. Em outros, mais material branco ou amarelo misturado. São comuns padrões acamadados ou mosqueados. O teor de areia vai aumentando gradativamente com a profundidade;
- solo arenoso a areno-siltoso, vermelho, com pouco teor de finos (argila e silte) e pouca coesão. Ora pode apresentar alguns veios finos de material amarelo ou branco. É comum em toda a região e está normalmente abaixo do lençol freático.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pelo exposto nos itens anteriores, constata-se que as áreas avaliadas **não possuem aptidão técnica** para servir como local de implantação do aterro sanitário de Anori. Pelo observado em campo, pode-se supor, com boa precisão, que toda a região entre o centro urbano e a comunidade Mato Grosso se encaixa nesse perfil de solo inadequado para dar suporte ao pretendido aterro sanitário, e que a alternativa será encontrar áreas para estudo que não compreendam esse espaço.

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

- o **primeiro fator negativo** é o fato de os terrenos apresentarem o nível das águas subterrâneas (NA) muito raso, entre 2,2 e 3,0 metros de profundidade. As águas dos rios da região ainda vão se elevar até maio-junho, levando o NA a ser ainda mais raso nos períodos vindouros, sendo que essa variação pode atingir 2 metros. Isso deixaria os locais de NA mais profundo, nos terrenos avaliados, com menos de 1 metro de solo insaturado (acima do NA), o que inviabiliza, segundo as normas técnicas, a implantação de aterro sanitário na região;

- o **segundo fator negativo** é a invariável presença de solos com textura areno-siltosa muito próximos à superfície, em

profundidades que variam de 0,8 a 1,5m, e que permanecem com a mesma característica até o final dos perfis perfurados. Esse material, graças à grande permeabilidade, irá facilitar a contaminação das águas subterrâneas caso se instale no local uma obra com alto potencial contaminante como um aterro sanitário. Como não foi possível perfurar mais que 5,50 metros, não se sabe se há argila abaixo dos horizontes com areia vermelha.

Portanto, levando-se em conta os problemas encontrados, que inviabilizam tecnicamente a implantação de uma obra desse tipo, não há alternativa senão **descartar** as áreas avaliadas.

Recomenda-se que os gestores de Anori procurem e selecionem nova(s) área(s) para estudo, com as seguintes características: situada em região de terra-firme, com níveis d'água mais profundos, afastada (>200m) de quaisquer corpos d'água, relativamente plana, de fácil acesso e com solos menos permeáveis (mais argilosos).

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.