

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 José Luiz Marmos
Sondador Valdemilton Gusmão

1 ANTECEDENTES

Os resíduos sólidos coletados na zona urbana de Atalaia do Norte vêm sendo depositados há mais de três anos, sem maiores cuidados ambientais, na lixeira municipal localizada no km 09 da rodovia federal BR-307 (Benjamin Constant – Atalaia), a sete quilômetros do centro da cidade em linha reta. O local é uma lixeira a céu-aberto: os resíduos são despejados ali e recebem apenas uma cobertura intermitente de material argiloso, o que facilita a proliferação de vetores de inúmeras doenças (**Figuras 1, 2 e 3**).

A área efetivamente ocupada pela lixeira, com aproximadamente 0,8 hectare, não tem cercas nem controle de acesso na estrada, o que permite a ação de catadores de lixo que por ali transitam. Numa visita ao local, durante a realização deste estudo, também foi observada a presença de poças de chorume e uma grande quantidade de urubus (**Figura 2**).

O recolhimento e disposição final do lixo nessa área, feitos por meio de um caminhão com caçamba, estão sob a responsabilidade da própria Prefeitura Municipal. Porém, o deslocamento do caminhão até a lixeira fica impossibilitado nos dias de chuvas intensas devido à precariedade da rodovia que, apesar de federal, está em péssimas condições de trafegabilidade por falta de manutenções periódicas.

Portanto, seja nos aspectos técnicos, legais ou operacionais, a lixeira de Atalaia do Norte encontra-se numa situação inadequada, causando transtornos ao meio ambiente em seu entorno. Nesse cenário, 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 coletar, transportar e dar disposição final aos resíduos sólidos da cidade de maneira ambientalmente correta.

A área escolhida para implantação do Aterro Sanitário Municipal fica no mesmo terreno da lixeira atual, contemplando o local já utilizado e seu entorno, num total de 6 hectares (**Figura 1**). Desse modo, com vistas à elaboração de projeto e posterior implantação do aterro, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Atalaia, por meio do Ofício 78/SEMMA/2018, solicitou apoio à CPRM/SGB 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 27 a 30 de novembro de 2018.



Figura 1: Imagem de satélite de alta resolução (agosto/2016) da cidade de Atalaia e entorno com a localização da lixeira atual e da área avaliada neste estudo.



Figura 2: Aspectos da atual lixeira municipal de Atalaia, com destaque para o lixo a céu-aberto e, na última foto, o chorume acumulado.



Figura 3: Imagem de detalhe (agosto/2017) da localização da área avaliada (em vermelho, com 6 hectares), com a lixeira atual em seu interior.

2. CÁLCULO DA ÁREA NECESSÁRIA PARA IMPLANTAÇÃO DO ATERRO

Segundo informações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, a quantidade média de resíduos sólidos coletada na cidade de Atalaia do Norte e depositada na atual lixeira é de cerca de 30 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 7,0 toneladas diárias de resíduos sólidos na zona urbana de Atalaia. Esse é um parâmetro essencial para o cálculo da área superficial necessária para instalação de aterro sanitário com 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 Atalaia (6.893 habitantes, de acordo com o censo do IBGE 2010) e a taxa média de crescimento anual dessa população (definida em 5,1% 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 Atalaia (população estimada de 10.783 habitantes em 2019) pode ser calculada em cerca de 0,65 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 **55.617** toneladas a quantidade total de resíduos sólidos que seria coletada em Atalaia ao longo dos próximos 15 anos (Tabela 1).

Ano	População Estimada	Total de lixo por dia *	Total de lixo por ano *
2019	10.783	7.009	2.558
2020	11.333	7.366	2.689
2021	11.911	7.742	2.826
2022	12.518	8.137	2.970
2023	13.156	8.551	3.121
2024	13.827	8.988	3.280
2025	14.532	9.446	3.448
2026	15.273	9.927	3.624
2027	16.052	10.434	3.808
2028	16.870	10.966	4.002
2029	17.730	11.525	4.206
2030	18.635	12.113	4.421
2031	19.585	12.730	4.647
2032	20.584	13.380	4.884
2033	21.633	14.061	5.132
Total de lixo recolhido em 15 anos			55.617

* em toneladas

Tabela 1 – Estimativa do total de resíduos sólidos a serem coletados na cidade de Atalaia do Norte 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/m³. Assim, o volume total de lixo aterrado em 15 anos será:

$$55.617 \text{ ton} / 0,75 \text{ ton/m}^3 = 74.156 \text{ m}^3$$

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:

$$74.156 \text{ m}^3 / 2 = 37.078 \text{ m}^3$$

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

$$74.156 \text{ m}^3 + 37.078 \text{ m}^3 = 111.234 \text{ m}^3$$

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	111.234	11,2
2,0	55.617	5,6
3,0	37.078	3,7

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 Atalaia, 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:

$$3,7 \text{ ha} + 3,7 \times 0,2 = \mathbf{4,4 \text{ ha}}$$

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 Atalaia, 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, pertencente à Prefeitura Municipal de Atalaia, fica localizada no km 09 da rodovia federal BR-307, no mesmo terreno onde se situa a lixeira atualmente em uso. Essa rodovia é a única via de acesso ao local e encontra-se em péssimo estado de conservação, com sua trafegabilidade muito prejudicada na época chuvosa. A área tem 6,0 hectares e dista 7km em linha reta do centro urbano de Atalaia do Norte. A única moradia das proximidades está a cerca de 150m a sudoeste (**Figuras 1 e 3**).

O local fica na bacia hidrográfica de um tributário da margem esquerda do rio Branco, afluente do rio Javari, curso d'água que define a fronteira Brasil-Peru na região. O extremo noroeste da área é cortado por um pequeno braço desse tributário, o qual flui para nordeste até encontrar o curso principal da drenagem, e tem apenas 2-3 metros de largura e profundidade máxima de 50cm (**Figuras 4 e 5**).

Trata-se de terreno com topografia plana a levemente ondulada, com altitude máxima em torno de 100m, desnível topográfico total de 8-10m, com suave caimento para norte nas porções mais próximas ao curso d'água que corta seu extremo NW (**Figura 6**). Está assentado sobre solos argilosos/siltosos, derivados dos argilitos neógenos da Formação Solimões, rochas sedimentares que se estendem pelas bacias dos rios Javari e alto Solimões. A cobertura vegetal da área é representada por floresta nativa e floresta secundária (capoeirão), sendo que cerca de 0,8 hectare, ocupado pela lixeira atual, encontra-se desmatado. Deve-se citar também a presença de açudes nos terrenos vizinhos a leste e sul da área (**Figura 3**).

Como já mencionado, existe um curso d'água de pequeno porte no setor NW da área avaliada (**Figuras 4 e 5**). 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.*

É importante ressaltar que a constituição essencialmente argilosa dos solos da região confere aos mesmos uma baixíssima permeabilidade, o que faz com que as águas das chuvas se infiltrem muito pouco, lentamente, e tenham, por outro lado, um runoff (escoamento superficial) intenso, propiciando, ao longo do tempo, a formação de inúmeras ravinas e microdrenagens, como a observada no extremo NW da área avaliada. Essa grande quantidade de microdrenagens, pouco espaçadas entre si, praticamente impossibilita que se encontre em Atalaia um terreno acessível, com dimensões suficientes para abrigar o aterro sanitário, que esteja afastado a mais de 200m de qualquer curso d'água.

Os trabalhos de campo se iniciaram com o reconhecimento preliminar do terreno e suas adjacências, por meio da rodovia, de picadas abertas na área florestada e de uma trilha existente na porção leste da área, o que permitiu a identificação da drenagem citada, não visível nas imagens de satélites devido suas reduzidas dimensões, e da topografia local.

Essas informações foram plotadas no mapa-base, com auxílio de aparelho GPS, e serviram para definir a área útil a ser sondada. Devido ao pequeno porte do curso d'água presente no interior da área, com somente 2 a 3m de largura, e à grande dificuldade de se encontrar na região de interesse um terreno com características topográficas ideais em função da baixa permeabilidade dos solos e conseqüente adensamento de microdrenagens, optou-se pela criação de "buffer" (zona de proteção) de apenas 100m no entorno desse curso d'água, o que, como citado acima, deverá ser referendado pelo IPAAM.

Desse modo, foi descartada para avaliação a parte do terreno inserida no interior dessa zona de proteção e, assim, os estudos de detalhe se concentraram numa área aproximada de 4,8 hectares, conforme se observa nas **figuras 7 e 8**.

Na seqüência, 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 4,8 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 o período de maior precipitação pluviométrica.

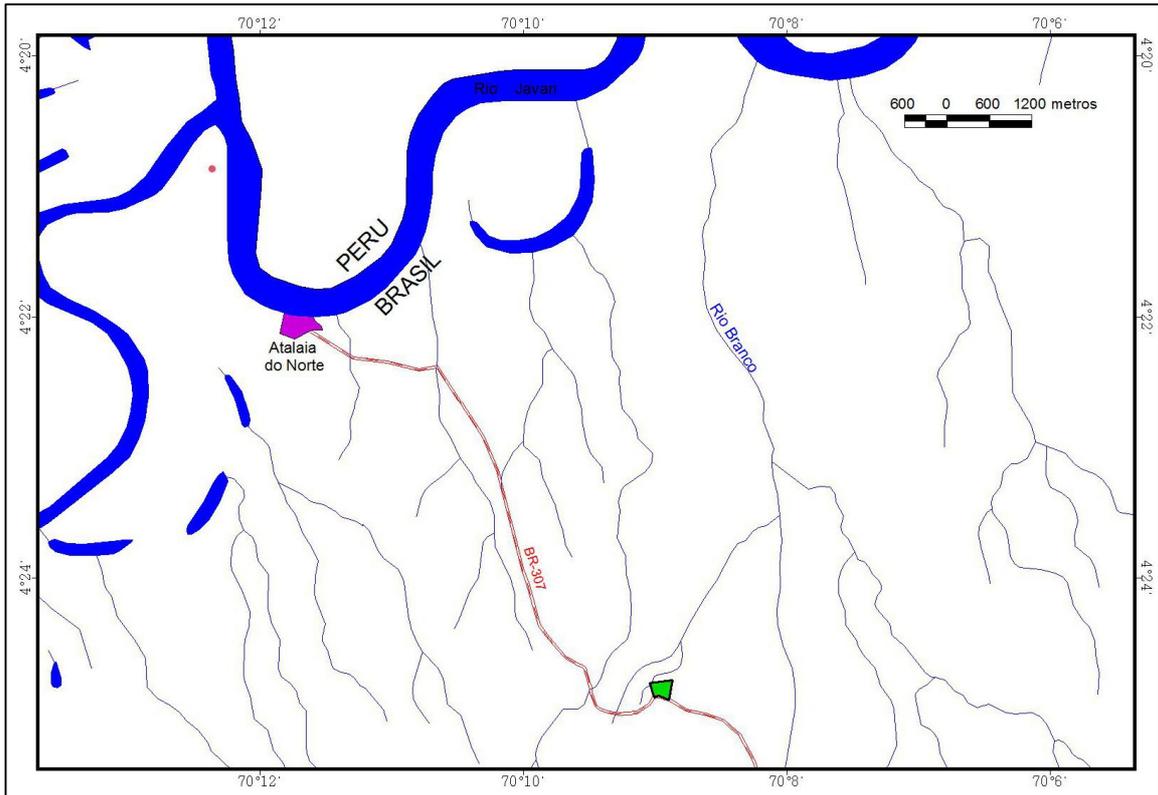


Figura 4: Situação da área avaliada (em verde) em relação às drenagens mais próximas a ela.



Figura 5: Vista do pequeno curso d'água que corta o extremo NW da área avaliada.



Figura 6: Vista da frente do terreno avaliado, às margens da rodovia federal BR-307.

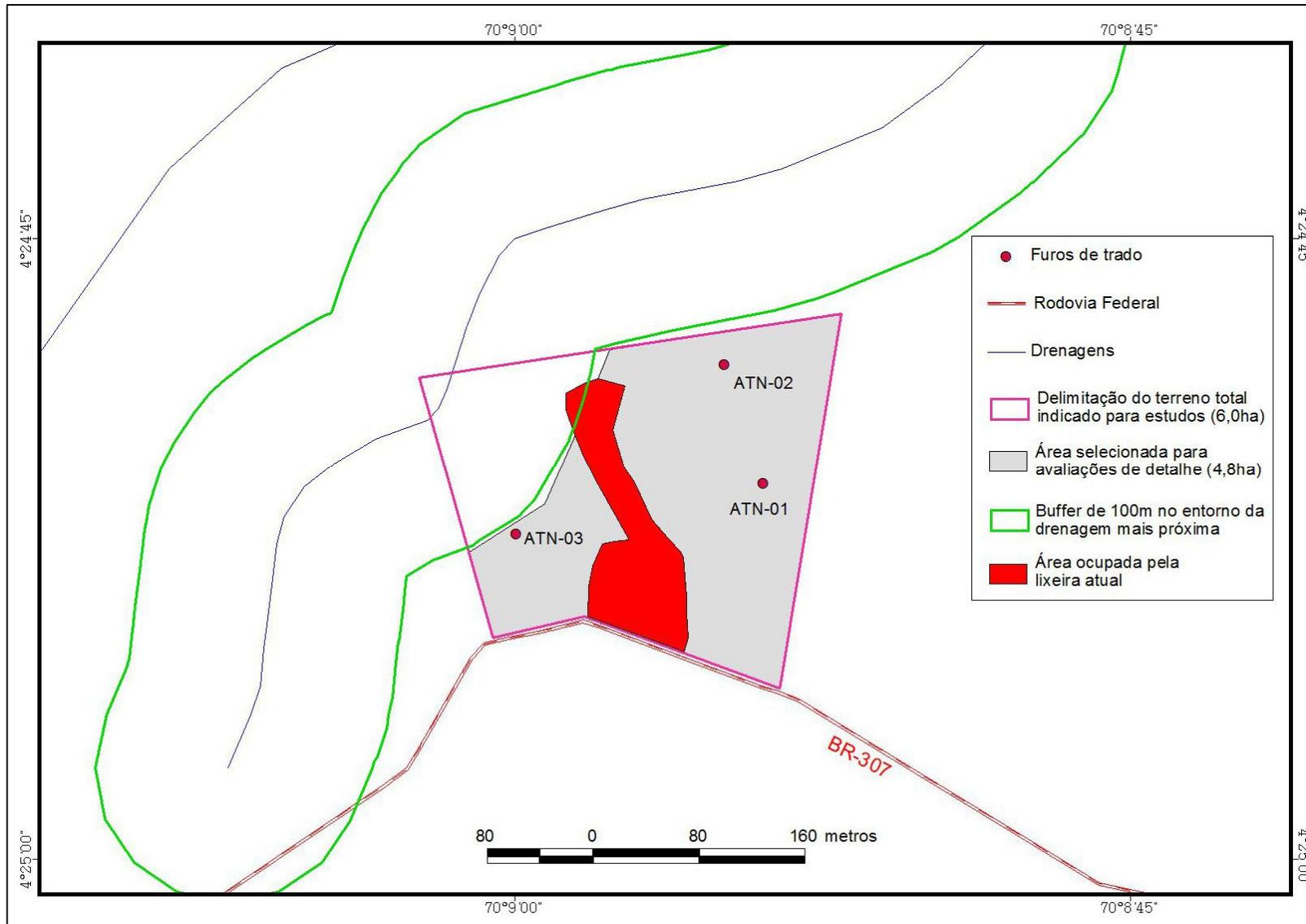


Figura 7: Mapa de detalhe do local de estudo com a situação da área total indicada (6,0 ha) e da área selecionada para avaliações de detalhe (4,8 ha) com vistas à implantação do aterro sanitário de Atalaia do Norte, com a localização dos furos de trado e das drenagens existentes no interior e no entorno.



Figura 8: Imagem de satélite de alta resolução (Google Earth, agosto/2017) com a situação da área total avaliada (em vermelho, 6,0 ha) e da área resultante do detalhamento (em transparência, 4,8 ha), com a localização dos furos de trado realizados e da drenagem que a corta. Os pontos A1 a A8 são os vértices da área de 4,8 ha, cujas coordenadas são informadas no próximo item.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Foram feitas três perfurações a trado na área selecionada de 4,8 hectares, cujas profundidades variaram de 5,50 a 6,20m, sendo que nenhuma delas atingiu o nível das águas subterrâneas (NA) (**Figuras 7 e 8 e Tabela 2**).

O desenvolvimento das perfurações foi acompanhado pelo geólogo responsável, com descrição detalhada dos perfis de solo atravessados 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 19S)	Cota Aprox. (m)	Profund. Final (m)	Cobertura Vegetal
ATN-01	9511997 N 372590 E	98	6,20	Floresta Nativa/Capoeirão
ATN-02	9512085 N 372560 E	95	5,50	Capoeirão
ATN-03	9511960 N 372403 E	94	5,50	Floresta Nativa. Local com suave declive para N-NE

Tabela 2: Características das sondagens executadas na área selecionada para Atalaia do Norte.

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

FURO ATN-01 (Figura 9):

- 0,00 a 0,80m: solo muito argiloso, alaranjado-escuro com manchas avermelhadas;
- 0,80 a 2,50m: solo argilo-siltoso (63% de argila e 36% de silte), semi-plástico, creme-esbranquiçado com manchas e vênulas avermelhadas, amareladas e róseas (“Tabatinga”). No nível 1,70m ocorre uma faixa amarelo-escuro mais plástica;
- 2,50 a 2,90m: argila siltosa plástica (68% de argila e 31% de silte), cinza-clara a escura com algumas vênulas amareladas milimétricas;
- 2,90 a 6,20m: silte argiloso maciço (55-63% de silte e 25-39% de argila), muito consolidado, cinza-azulado a cinza-escuro, de difícil penetração ao trado (provável siltito/argilito da Formação Solimões).

FURO ATN-02 (Figura 10):

- 0,00 a 0,70m: solo muito argiloso, alaranjado-escuro com manchas avermelhadas;
- 0,70 a 3,00m: solo argilo-siltoso (50-65% de argila e 33-46% de silte), plástico, creme-esbranquiçado com manchas e vênulas avermelhadas e róseas (“Tabatinga”). Abaixo de 2,80m o material torna-se mais plástico e pouco mais escuro;
- 3,00 a 3,80m: argila siltosa plástica (59% de argila e 40% de silte), cinzenta com manchas amareladas;
- 3,80 a 4,90m: argila siltosa maciça (48% de argila e 45% de silte), cinza-azulada com pintas brancas (sal?), de difícil penetração ao trado. No intervalo 4,20-4,30m ocorrem pelotas argilosas centimétricas (“clay balls”) muito rígidas (cimento calcário?);
- 4,90 a 5,50m: argila orgânica, plástica, cinza-escuro a preta.

FURO ATN-03 (Figura 11):

- 0,00 a 0,05m: solo orgânico argiloso, cinza-escuro, com restos de raízes;
- 0,05 a 0,40m: solo muito argiloso, alaranjado-escuro com pintas avermelhadas;
- 0,40 a 2,10m: solo argilo-siltoso (55% de argila e 36% de silte), semi-plástico, creme-esbranquiçado com manchas roxas, avermelhadas, amareladas e róseas (“Tabatinga”);
- 2,10 a 2,50m: argila siltosa plástica (52% de argila e 41% de silte), cinzenta com manchas amareladas;
- 2,50 a 5,50m: argila siltosa a silte argiloso maciço (44-52% de argila e 46-52% de silte), muito consolidado, cinza-azulado, de difícil penetração ao trado (provável argilito/siltito da Formação Solimões).



Figura 9: Aspectos da perfuração e dos solos argilosos atravessados em dois intervalos do furo ATN-01.



Figura 10: Aspectos da perfuração e dos solos atravessados em dois intervalos do furo ATN-02, com destaque, na última foto, para as pelotas argilosas endurecidas.



Figura 11: Aspectos da perfuração e de todo o perfil de solo/subsolo atravessado pelo furo ATN-03.

Assim, com relação à textura dos solos investigados, conforme se observa na descrição dos furos e no laudo de análises da Embrapa (anexo), a área selecionada assenta-se sobre um perfil de solo/subsolo em que predominam amplamente as frações granulométricas mais finas (argila + silte > 90%), ou seja, solo adequado para dar suporte ao aterro sanitário de Atalaia do Norte. O perfil em questão é composto basicamente por três horizontes, do topo para a base:

- solo argilo-siltoso (50-65% de argila e 33-46% de silte), semi-plástico, creme-esbranquiçado com manchas e vênulas avermelhadas, amareladas e róseas (“Tabatinga”), com espessura de 2,1 a 3,0m. No horizonte superficial (até 50-70cm), mais oxidado, o solo apresenta uma tonalidade alaranjada-escuro;
- argila siltosa plástica (52–68% de argila e 31-40% de silte), cinzenta com manchas amareladas, com espessura variando de 40 a 80cm;
- argila siltosa a silte argiloso (25-52% de argila e 45-63% de silte), maciço, muito consolidado, cinza-azulado a cinza-escuro, de difícil penetração ao trado, correspondente a provável argilito/siltito (rocha sedimentar) da Formação Solimões. Este horizonte se estende até o final das perfurações, com exceção do furo ATN-02, onde o mesmo está sobreposto a um nível de argila orgânica mole, cinza-escura a preta, de pelo menos 60cm de espessura, que provavelmente também representa uma camada da Formação Solimões.

Como já mencionado, o NA do terreno, cuja profundidade é muito importante na avaliação em questão, não foi encontrado em nenhuma das perfurações. Porém, pode-se estimar que o mesmo, com base na diferença de cota entre o fundo dos vales dos igarapés mais próximos e os locais dos furos executados, está a mais de 7m de profundidade, mesmo nas porções mais baixas da área selecionada.

A área avaliada em detalhe em Atalaia do Norte, com 4,8 hectares de superfície, é delimitada pelos seguintes vértices (**Figura 8**):

Vértice	Latitude	Longitude
A1	-4.41518°	-70.15015°
A2	-4.41460°	-70.15030°
A3	-4.41428°	-70.14980°
A4	-4.41379°	-70.14958°
A5	-4.41325°	-70.14936°
A6	-4.41300°	-70.14779°
A7	-4.41552°	-70.14821°
A8	-4.41504°	-70.14953°

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pelo exposto nos itens anteriores, e conforme apresentado nas figuras 7 e 8, os estudos realizados definiram uma área com 4,8 hectares que possui **aptidão técnica regular a boa** para servir como local de implantação do aterro sanitário de Atalaia do Norte, que, se operar de maneira correta, deverá ter vida útil de mais de 15 anos. Isso mesmo levando em consideração a pequena parte do terreno que já foi utilizada pela lixeira atual.

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

- o primeiro fator positivo é a textura argilo-siltosa a silto-argilosa do solo/subsolo (argila + silte > 90%) em toda a área investigada, até pelo menos 5,5m de profundidade, o que significa um substrato muito 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);

- o segundo é o fato de o terreno apresentar o nível das águas subterrâneas (NA) abaixo de 7m de profundidade. Mesmo considerando que, no final do período chuvoso na região (abril-maio), o NA poderá estar até dois metros mais elevado, ainda assim estará num nível totalmente compatível com a implantação de aterro sanitário com valas de 3,0-3,5m de profundidade, pois sempre 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;

- o fator negativo é a proximidade (< 200m) de grande parte da área com um curso d'água que drena seu extremo noroeste quando o recomendado pelas normas da ABNT é uma distância mínima de 200m de qualquer curso d'água. Assim, nesta avaliação, para viabilizar a utilização da área ao fim a que se destina, essa distância mínima foi reduzida para 100m, ou seja, propõe-se uma flexibilização das normas que, obviamente, deve ser referendada pelo IPAAM.

Portanto, levando-se em conta as sérias dificuldades naturais que os gestores de Atalaia do Norte terão para encontrar um local ideal para implantação do aterro sanitário municipal, devido à grande densidade de microdrenagens existentes na região, conforme exposto no item 3, a área avaliada poderia ser utilizada para esse fim desde que haja a citada flexibilização das normas, e com uma importante ressalva técnica, relatada a seguir.

No projeto de concepção e implantação do futuro aterro, apesar da baixa permeabilidade dos solos locais, 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 Atalaia do Norte deverá ser construído e operado conforme as normas de engenharia preconizadas para um aterro sanitário e não como uma lixeira, principalmente devido à ocorrência de cursos d'água e açudes nas proximidades.

Com relação à drenagem superficial da área, o caráter argiloso do solo, com baixa permeabilidade, aliado à topografia plana, fará com que o terreno em questão se torne alagadiço nos períodos chuvosos. Isso dificultará 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 dos corpos fluviais, 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.

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

Data de Entrada: 12/12/2018

Endereço: Atalaia do Norte - AM

Data de Saída: 28/12/2018

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	
1570	1,0 - 2,0	8,00	17,68	25,68	349,33	625,00	Muito Argiloso
1571	2,0 - 2,5	7,52	2,23	9,75	360,25	630,00	Muito Argiloso
1572	2,5 - 3,0	6,70	0,74	7,44	312,06	680,50	Muito Argiloso
1573	3,0 - 4,0	66,58	21,86	88,44	577,55	334,00	Franco Argilo Siltoso
1574	4,0 - 5,0	27,02	35,01	62,02	550,97	387,00	Franco Argilo Siltoso
1575	5,0 - 6,0	15,65	108,33	123,99	630,52	245,50	Franco Siltoso
1576	1,0 - 2,0	21,82	28,26	50,08	458,92	491,00	Argilo Siltoso
1577	2,0 - 3,0	1,76	19,28	21,04	328,96	650,00	Muito Argiloso
1578	3,0 - 4,0	0,76	4,10	4,86	401,14	594,00	Argilo Siltoso
1579	4,0 - 5,0	34,49	38,45	72,94	451,05	476,00	Argilo Siltoso
1580	1,0 - 2,0	32,21	57,58	89,80	360,20	550,00	Argila
1581	2,0 - 2,5	38,82	36,78	75,61	409,39	515,00	Argilo Siltoso
1582	2,5 - 3,5	5,12	34,54	39,66	517,84	442,50	Argilo Siltoso
1583	3,5 - 4,5	0,53	16,54	17,07	459,43	523,50	Argilo 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).

Maria do Rosário Lobato Rodrigues
LASP/Embrapa Amazônia Ocidental

