

AVALIAÇÃO TÉCNICA DE UMA ÁREA DESTINADA À IMPLANTAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DE NOVO AIRÃO (AM)



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

Marco Antonio Oliveira
Superintendente Regional

Daniel de Oliveira
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

José Luiz Marmos
Supervisor de Gestão Territorial

Equipe Técnica Responsável
Geóloga Liliane Cristina de Albuquerque M. Mafra
Geólogo José Luiz Marmos
Sondador Valdemilton Gusmão

1. Resumo

Este relatório apresenta os resultados adquiridos a partir de perfurações a trado e análises granulométricas do solo, na área licenciada pelo IPAAM através da licença prévia (L.P N° 114/11) no município de Novo Airão que autoriza a realização de estudos de viabilidade visando, a implantação de um aterro sanitário de pequeno porte. Os trabalhos executados tiveram como objetivo avaliar a área para a implantação do aterro sanitário com base na ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT 1984 NBR 8419 E ABNT 1987 NBR 13896. Todo o trabalho realizado em Novo Airão contou com o apoio logístico da Secretaria de Meio Ambiente do município através do Secretário Mário Igapó e do técnico em manejo florestal Sérgio Augusto Chaves da Silva que acompanhou a equipe da CPRM durante todo o trabalho de campo, além de dois auxiliares.

2. Introdução

O Município de Novo Airão está localizado à margem direita do Rio Negro a uma distância de 180 km por via rodoviária da capital do estado, Manaus, o acesso se dá a partir da AM-070 (Estrada Manoel Urbano) e da AM-352. Novo Airão se destaca por suas belezas naturais: lagos, lagoas, igarapés, praias de areias brancas que se formam as margens do rio, abriga parte do Parque Nacional do Jaú, além da Estação Ecológica de Anavilhanas, um dos maiores arquipélagos fluviais do mundo com cerca de 400 ilhas, que abriga uma rica biodiversidade.

Os resíduos sólidos produzidos em Novo Airão são jogados a céu aberto, em locais conhecidos como lixões. Os lixões são considerados focos de poluição das águas superficiais e subterrâneas e de doenças para os habitantes que vivem próximos deles. As consequências ambientais do não planejamento das estratégias de redução do impacto ambiental causado pelos aterros sanitários é uma questão incluída na gestão ambiental dentro dos órgãos públicos e entidades não governamentais de defesa ambiental. Daí tem-se a importância de estudos que viabilizem mecanismos e metodologias para escolher o local adequado para o depósito desses resíduos de forma a minimizar os possíveis impactos ambientais desses aterros sanitários.

Dentre as várias definições para aterro sanitário, uma das mais abrangentes é a da ASCE (Sociedade Americana de Engenheiros Civis, apud LIMA, 1999): “Aterro

Sanitário é uma técnica para a disposição do lixo no solo sem causar nenhum prejuízo ao meio ambiente e sem causar dano ou perigo à saúde e à segurança pública, técnica esta que utiliza princípios de Engenharia para acumular o lixo na menor área possível, reduzindo seu volume ao mínimo e cobrindo-o com uma capa de terra com a frequência necessária, pelo menos ao fim de cada dia (Penido e Mansur, 1989).”.

Os principais aspectos técnicos associados à implantação de um aterro sanitário são: a distância em relação à área urbana que deve ter uma distância mínima de 2km para não provocar incômodos aos moradores, tais como odores, barulho de manobras de caminhões, presença de vetores entre outros. A distância dos centros geradores de lixo, o ideal é que não ultrapasse 30 km, em viagem de ida e volta, devido a custos com transporte e produtividade da coleta. A topografia deve ser compatível, preferencialmente em locais de baixa declividade, a fim de minimizar o escoamento de águas superficiais para o aterro. O solo deve ser de fácil escavabilidade e pouco permeáveis (solos argilosos, argilo-arenosos, ou argilo-siltosos) com baixa capacidade de infiltração e boa capacidade de depuração. O nível freático afastado da superfície, 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 durante a época de maior precipitação pluviométrica. Recomendam-se distâncias superiores a 200 metros entre o local do aterro e os corpos d'águas superficiais.

3. Antecedentes

Os resíduos sólidos recolhidos pelo Serviço de limpeza pública da Prefeitura de Novo Airão vem sendo depositados em duas áreas distintas, uma localizada no Km 3 da AM-352, que recebe entulho, podas e galhadas e outra área também localizada na AM-352, distante 13 km do centro urbano do município, que encontra-se ativa a 11 anos e recebe todo o lixo doméstico e hospitalar do município de Novo Airão (Figura 2). O lixo hospitalar é separado, são feitas valas de aproximadamente 2 m de profundidade e são queimados. Na área do lixão encontra-se uma família que faz a separação do lixo reciclável que chega a área (Figura 3). O terreno do lixão tem uma superfície aproximada de 4 hectares e seja nos aspectos técnicos, legais ou operacionais, encontra-se em situação inadequada, sendo necessária a construção de um aterro sanitário que

atenda a legislação vigente, de modo a minimizar os riscos ambientais e garantir a segurança pública.

A Prefeitura Municipal de Novo Airão desapropriou uma área localizada na área Rural da cidade de Novo Airão com área total de 72,65ha (Figura 1), onde hoje funciona o lixão do município e contém uma área desmatada utilizada para pasto de animais, contígua a estrada, essa área foi licenciada pelo IPAAM através da Licença Prévia de N° 114/11 que autoriza a realização de estudos de viabilidade visando, a implantação de um Aterro Sanitário de pequeno porte, para assim coletar, transportar e dar disposição final aos resíduos sólidos da cidade de maneira ambientalmente correta de modo que resulte no encerramento definitivo das atividades do citado lixão.

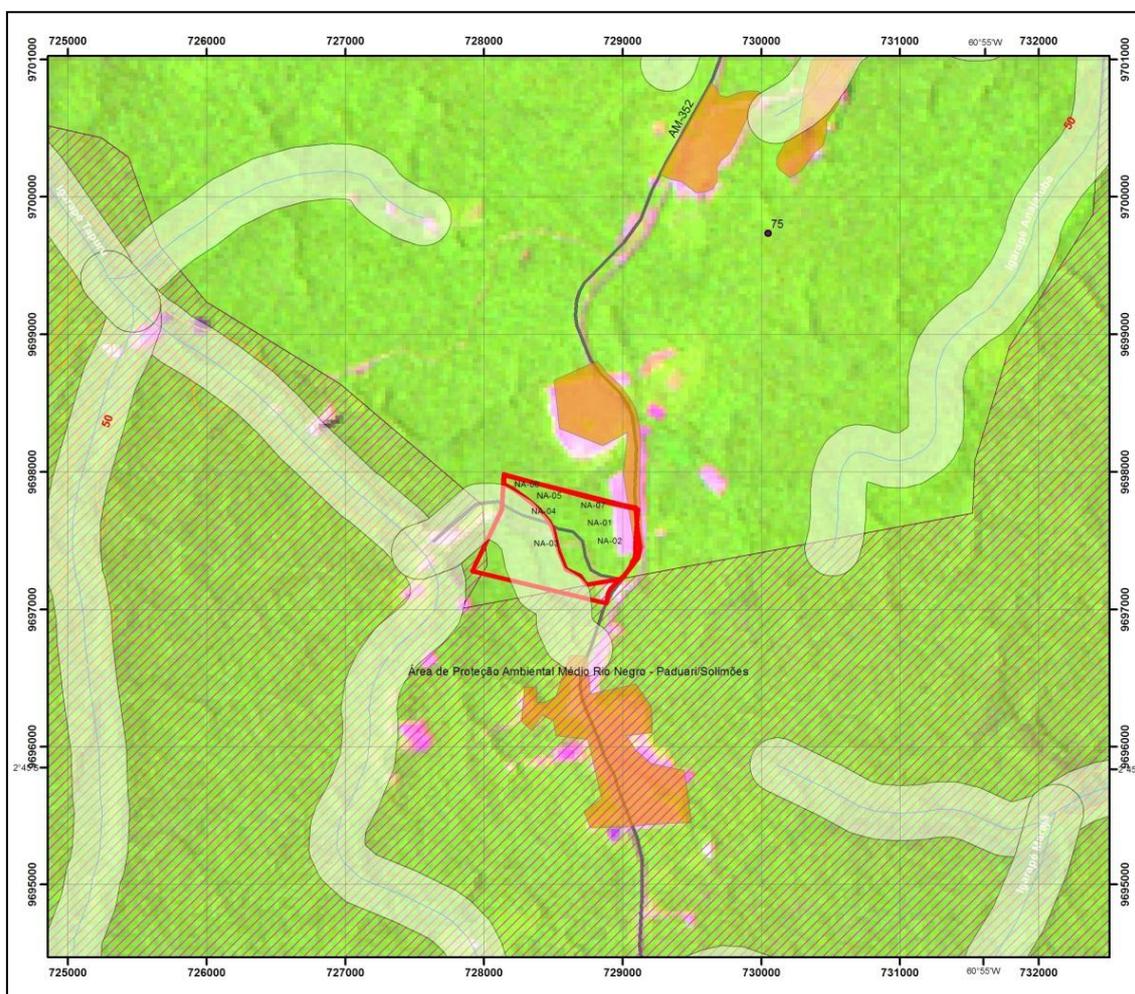


Figura 1 – Imagem de Satélite mostrando a localização da área licenciada pela prefeitura para a implantação do aterro sanitário municipal e a área de Proteção Ambiental Médio Rio Negro – Paduari/Solimões.

Nesse sentido, com vistas à elaboração de projeto e posterior implantação do aterro, a prefeitura de Novo Airão por meio do Ofício no. 104/2011 solicitou apoio à CPRM – Serviço Geológico do Brasil 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, a geóloga Liliane Cristina de Albuquerque Moura Mafra e o auxiliar Valdemilton Gusmão foram destacados para a realização dos estudos, cujas atividades de campo (coleta de dados in situ) se desenvolveram no período de 22 a 25 de agosto de 2011.



Figura 2 – Fotografias de campo mostrando em: a) Família trabalhando separando material reciclável na atual área de descarte de lixo do município de Novo Airão e; b) Material plástico separado para reciclagem.



Figura 3 – Fotografias de campo mostrando a moradia da família que trabalha recolhendo o lixo reciclável localizada ao lado da área do lixão.

4. Cálculo da Área Necessária para a Implantação do Aterro Sanitário no Município de Novo Airão.

A quantidade média de resíduos sólidos que são recolhidos diariamente na cidade de Novo Airão e depositada no atual lixão, segundo informações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município é de 6,2 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 conta o Programa Nacional de Resíduos Sólidos, para efeitos de cálculo irá se considerar um aterro sanitário com vida útil de 15 anos.

Outros dois fatores importantes a serem considerados para realizar o cálculo são: a população urbana de Novo Airão (9.490 habitantes, de acordo com o censo do IBGE 2010) e a taxa média de crescimento anual da população (calculada em 2,9% quando se compara os dados do censo do IBGE nos últimos 10 anos 2000 e 2010). Levando-se em conta os dados repassados pela Secretaria de Meio Ambiente do município pode-se calcular que a quantidade média de resíduos sólidos produzidos atualmente na zona urbana de Novo Airão é de aproximadamente 0,650kg/habitante/dia.

Supondo-se rápidas melhorias na qualidade de vida da população local, pode-se elevar este número para 0,750kg/habitante/dia, valor que será utilizado nos cálculos a seguir.

Assim, com base nos números disponíveis, adotados e informados, e mantendo-se a situação observada, é possível estimar em 52.288 toneladas a quantidade total de lixo que seria recolhida em Novo Airão ao longo dos próximos 15 anos (Tabela 1). Os dados da tabela iniciam-se com o ano de 2012, pois se considera que, tendo em vista as obras necessárias, somente a partir desse ano será possível o início das atividades de despejo de lixo em qualquer área que seja destinado ao futuro aterro sanitário municipal.

Ano	População Estimada	Total de lixo por dia	Total de lixo por ano.
2012	10.340	7,75	2.930
2013	10.640	7,98	2.913
2014	10.950	8,21	2.997
2015	11.270	8,45	3.084
2016	11.560	8,67	3.164
2017	11.895	8,92	3.256
2018	12.240	9,18	3.351
2019	12.595	9,45	3.449
2020	12.960	9,72	3.548
2021	13.335	10	3.650
2022	13.720	10,30	3.759
2023	14.117	10,59	3.865
2024	14.526	10,90	3.978
2025	14.947	11,21	4.092
2026	15.380	11,65	4.252
Total de Lixo em 15 anos			52.288

Tabela 1 – Estimativa do total de resíduos sólidos a serem recolhidos pelo serviço Público de limpeza, na cidade de Novo Airão, 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: $52.288 \text{ ton} / 0,75 \text{ ton/m}^3 = 39.216 \text{ m}^3$.

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: $39.216 \text{ m}^3 / 2 = 19.608 \text{ m}^3$.

Assim, o volume total de material aterrado, para uma vida útil de 15 anos, será: $39.216 \text{ m}^3 + 19.608 \text{ m}^3 = 58.824 \text{ m}^3$.

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:

Profundidade das Valas (m)	Área Necessária (m²)	Área Necessária (ha)
1,0	58.824	5,9
2,0	29.412	2,9
3,0	19.608	1,9
4,0	14.706	1,4

Além da área necessária para as valas há que se acrescentar no cálculo o espaço para as áreas de servidão (cinturão de vegetação, estradas internas, galpões, instalações de escritório e balança, etc.), que não receberão despejo de lixo. Estima-se que as áreas de servidão ocupem cerca de 20% do terreno total do aterro. Assim, para Novo Airão, apresentam-se abaixo os tamanhos das áreas necessárias para a implantação do aterro, conforme as diferentes profundidades de valas.

- Para valas com profundidade de 1,0m: $5,9 + 5,9 \times 0,2 = 7,08\text{ha}$
- Para valas com profundidade de 2,0m: $2,9 + 2,9 \times 0,2 = 3,48\text{ha}$
- Para valas com profundidade de 3,0m: $1,9 + 1,9 \times 0,2 = 2,28\text{ha}$
- Para valas com profundidade de 4,0m: $1,4 + 1,4 \times 0,2 = 1,68\text{ha}$

Por outro lado, se na concepção do aterro, após o fechamento das valas, for feita a opção de se elevar pilhas de lixo alguns metros acima da superfície do terreno (rampas), a área necessária para o empreendimento será bastante reduzida. Outra sugestão que se recomenda para Novo Airão é a criação de um programa intensivo de segregação do lixo na origem, coleta seletiva, triagem, reciclagem e compostagem, reduzindo significativamente o volume de resíduos descartados no aterro sanitário o que representará redução na área necessária para a instalação e operação do aterro. Deve-se trabalhar para que a diferença entre o volume de lixo produzido e o volume de lixo destinado ao aterro seja a máxima possível, não menos que 50%.

5. Atividades Desenvolvidas

Na etapa inicial dos trabalhos foram realizadas as atividades de levantamento bibliográfico da região para o conhecimento do solo e da geologia, além da elaboração de mapas fotointerpretativos, utilizando imagens de satélite, com o objetivo de

individualizar as drenagens existentes na área, assim como acessos pré-existentes e formas de uso e ocupação do solo da área.

A área selecionada para a avaliação técnica tem uma área total de 73 hectares localizada na área rural da cidade de Novo Airão na AM-352, distante 13 km do centro urbano da cidade. Trata-se de um terreno relativamente plano coberto por floresta secundária fechada, pois já foi explorada para a retirada de madeira, as margens da estrada encontra-se uma área já desmatada de aproximadamente 4 hectares utilizada como pasto para a criação de gado, além do atual lixão do município que possui uma superfície aproximada de 4 hectares.

A área encontra-se parcialmente inserida na área de proteção Ambiental Médio Rio Negro – Paduari/Solimões. 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 200 metros de qualquer curso d'água, ressalvando, porém, que o órgão estadual de meio ambiente poderá alterar essa distância, ao observar em detalhe a área total sobre uma imagem de satélite Geocover e sobre uma imagem de radar SRTM, verifica-se que ela é cortada por apenas uma drenagem localizada nos fundos do terreno (Figura 4). Tendo em vista esses critérios a área possível para instalação do aterro resume-se a 39 hectares desses 8 hectares já se encontram desmatados, referentes a área do atual lixão e a área de pasto acima citados.

Os trabalhos de campo se iniciaram com o reconhecimento total da área, por meio de caminhadas. Não foi observada a presença de Igarapés não mapeados na área.



Figura 4 – Fotografias a e b mostram a drenagem que corta os fundos da área.

Com vistas a atender à legislação pertinente, Lei 12.305/2010 e o Decreto 7404/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos sólidos, além das normas técnicas da ABNT e à obtenção de subsídios para elaboração de um laudo técnico mais conciso, foi realizada 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 (nível freático).

Lembra-se que, do ponto de vista geológico-ambiental, para dar suporte a um aterro sanitário o terreno deve apresentar subsolo argiloso a argilo-arenoso, o que dificulta a infiltração dos contaminantes, e o nível freático afastado da superfície.

Segundo as normas da ABNT 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 durante a época de maior precipitação.

6. Resultados Obtidos

As perfurações foram locadas de forma a avaliar toda a área, foram selecionados sete pontos para realizar as perfurações a trado, conforme se observa na Figura 5. As profundidades das sondagens variaram de 1,55 a 8,25 metros e não se encontrou o nível freático em nenhum dos furos realizados (Tabela 2).

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

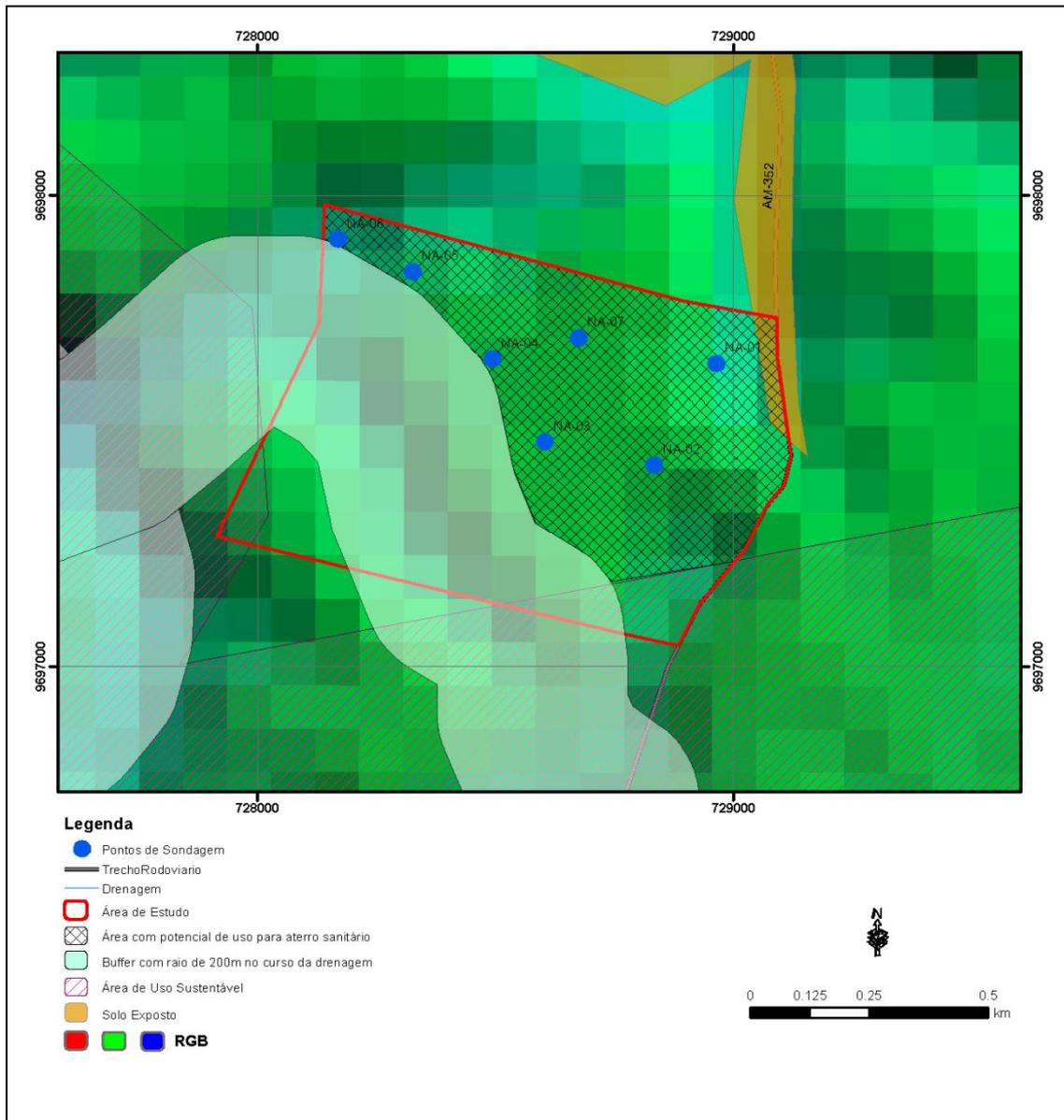


Figura 5 – Imagem de satélite mostrando a localização dos pontos de sondagem, a área selecionada e licenciada pela prefeitura de Novo Airão para a realização da análise técnica e a área com potencial para a instalação do aterro onde se realizou as sondagens.

Furo de Sondagem	Coordenadas Geográficas UTM (Zona 20S)	Profundidade Final (m)	Cobertura Vegetal
NA-01	9697645 N 728964 E	1,55	Campo Aberto
NA-02	9697429 N 728833 E	6,0	Mata Secundária Fechada
NA-03	9697478 N 728603 E	1,3	Mata Secundária Fechada
NA-04	9697654 N 728494 E	5,0	Mata Secundária Fechada
NA-05	9697840 N 728326 E	8,25	Mata Secundária Fechada
NA-06	9697908 N 728168 E	6,5	Mata Secundária Fechada
NA-07	9697699 N 728674 E	2,2	Mata Secundária Fechada

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

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

FURO - NA-01 (Figura 6)

- 0,00 a 0,50m: Solo de cor marrom escuro, orgânico, argilo-arenoso (areia fina a média), com presença de grânulos de laterita na granulometria areia grossa.
- 0,50 a 1,20m: Solo de cor alaranjado areno-argiloso (areia fina a média), com maior frequência de grânulos de laterita e maior diâmetro chegando a 0,3cm.
- 1,20 a 1,55m: Horizonte rico em laterita com grânulos de diâmetro variando de 0,5 a 3cm. Na profundidade de 1,55m encontrou-se um horizonte de crosta laterítica (piçarra) endurecida e impenetrável ao trado.



Figura 6 – Fotografias de campo mostrando em:
a) O processo de perfuração na área de pasto e em; b) O aspecto do material amostrado.

FURO - NA-02 (Figuras 7 e 8)

-0,00 a 0,50m: Solo orgânico areno-argiloso, de cor marrom-escuro;

-0,50 a 2,40m: Solo argilo-arenoso (areia média) de cor amarela;

-2,40 a 3,00m: Solo amarelo com pintas esbranquiçadas provavelmente devido à presença de caulim, argilo-arenoso com maior proporção de argila que a encontrada no substrato superior.

-3,00 a 4,60m: Horizonte de cor cinza, argilo-arenoso (areia média a grossa). Presença de pintas avermelhadas (horizonte mosqueado), indicando um ambiente de redução não completa;

-4,60 a 5,00m: Horizonte semelhante ao anterior, porém um pouco mais rico na porção areia grossa.

-5,00 a 6,00m: Horizonte volta a apresentar cor amarelada, com maior proporção de areia do que o observado no nível superior. Observou-se a presença de pintas esbranquiçadas e grânulos de quartzo de até 0,3cm de diâmetro na profundidade de 5,90m.



Figura 7 – Fotografias de campo mostrando em:
a) A abertura de picada em mata secundária fechada e em; b) O processo de limpeza da área para possibilitar a sondagem.



Figura 8 – Fotografia de campo mostrando o contraste entre o material mais amarelado dos primeiros metros e o material mais esbranquiçado encontrado nos últimos metros perfurados.

FURO - NA-03 (Figura 9)

-0,00 a 0,60m: Solo orgânico marrom-escuro, argilo-arenoso (areia média), presença de grânulos de laterita.

-0,60 a 1,30m: Solo de cor laranja argilo-arenoso (areia média), rico em grânulos de laterita com até 3cm de diâmetro, a laterita apresenta granocrescência ascendente, isto é, na base é mais grossa afinando para o topo. Na profundidade de 1,3m encontrou-se um nível laterítico intransponível para o trado.



Figura 9 – Fotografias de campo mostrando em: a) O processo de perfuração na área de mata secundária fechada e em; b) O aspecto do material amostrado.

FURO - NA-04 (Figura 10)

-0,00 a 0,50m: Solo orgânico marrom-escuro, argilo-arenoso (areia fina a média).

-0,50 a 2,00m: Solo de cor amarelo-ocre, argilo-arenoso (areia fina a média), argila de alta aderência e plasticidade.

-2,0 a 3,25m: Mesma descrição do horizonte superior, porém um pouco mais enriquecido na porção argila.

-3,25 a 3,80m: Solo de cor laranja argilo-arenoso, porém com menor quantidade de areia e maior quantidade de silte o que confere sedosidade a amostra. Presença de grânulos de laterita de até 0,2cm de diâmetro;

-3,80 a 5,0m: Descrição semelhante ao horizonte superior, porém com maior proporção de areia na granulometria areia grossa e aumento da quantidade dos grânulos de laterita.



Figura 10 – Fotografias de campo mostrando em: a) Topo o perfil do solo amostrado e em; b) Solo orgânico marrom-escuro, argilo-arenoso no topo do perfil passando para um solo de amarelo-ocre argilo-arenoso.

FURO - NA-05 (Figuras 11 e 12)

-0,00 a 0,50m: Solo orgânico marrom-escuro, argilo-arenoso (areia fina a média).

-0,50 a 1,0m: Solo de cor amarelo-ocre argilo-arenoso, presença de lateritas de até 3cm de diâmetro.

-1,0 a 2,0m: Solo alaranjado argilo-arenoso (areia fina a média). Menor incidência e tamanho dos grânulos de laterita.

-2,0 a 6,0m: Solo alaranjado argilo-arenoso, diferencia-se no estrato superior por apresentar maior proporção de areia.

-6,0 a 7,0m: Solo amarelo claro com pintas esbranquiçadas, francamente arenosas (areia média a grossa).

-7,0 a 7,9m: Horizonte arenoso de cor cinza, (areia média a grossa). Na profundidade de 7,7m, presença de um nível laterítico de cor marrom escuro, arenoso (areia média a grossa).

-7,9 a 8,25m: Horizonte argilo-arenoso(areia média) de cor cinza.



Figura 11 – Fotografias de campo mostrando em:

- a) Preparação da área para o início da perfuração e em; b) Processo de perfuração em área de mata secundária fechada.**



Figura 12 – Fotografias de campo mostrando em:
a) Solo orgânico marrom-escuro encontrado nos primeiros centímetros do perfil e a variação para um solo de cor amarelo-ocre argilo-arenoso e em; b) Transição do solo amarelo claro francamente arenoso para um horizonte arenoso de cor cinza.

FURO - NA-06 (Figura 13)

-0,00 A 0,50m: Solo arenoso (areia média), marrom claro de alta porosidade e permeabilidade.

-0,50 a 1,0m: Solo arenoso (areia média a grossa) de cor amarelo-ocre com alta porosidade e permeabilidade.

-1,0 a 2,5m: Solo arenoso (areia média a grossa), porém com teor de argila um pouco maior que o observado no horizonte superior, porém ainda um solo com alta porosidade e permeabilidade.

-2,5 a 4,0m: Solo arenoso de cor laranja, arenoso (areia média a grossa) aumento discreto da quantidade de argila, presença de grânulos de laterita na granulometria areia grossa.

-4,0 a 4,50m: Solo de cor amarelo claro, arenoso (areia média a grossa), presença de grânulos de quartzo e laterita de até 0,5cm de diâmetro.

-4,5 a 5,0m: Solo de cor amarelo claro a esbranquiçado, argilo-arenoso (areia média a grossa), presença de grânulos de quartzo de até 0,3cm de diâmetro.

-5,0 a 6,0m: Solo de cor esbranquiçada argilo-arenoso (areia média a grossa), horizonte com maior proporção de argila e silte de todo o perfil com teores respectivos de 29% e 16%.

-6,0 a 6,5m: Solo de cor amarelo claro argilo-arenoso (areia média a grossa), com menor participação de argila e silte que a observada no horizonte superior.



Figura 13 – Fotografias de campo mostrando em:
a) Solo arenoso, marrom claro de alta encontrado nos primeiros centímetros perfurados passando para um solo arenoso de cor amarelo-ocre. Ambos com alta porosidade e permeabilidade;
b) Um solo cinza argilo-arenoso indicando um ambiente mal drenado.

FURO - NA-07 (Figura 14)

-0,00 a 0,50m: Solo orgânico marrom escuro argilo-arenoso (areia fina a média).

-0,5 a 2,20m: Solo argilo-arenoso (areia fina a média) de cor laranja, na profundidade de 2,20m camada de laterita intransponível ao trado.



Figura 14 – Fotografias de campo mostrando em:
a) O processo de perfuração na área de mata secundária fechada e;
b) O aspecto do material amostrado.

Os resultados das investigações de campo e das perfurações executadas permitiram avaliar a porção frontal da área como tendo média aptidão para a instalação de um aterro sanitário, pois apresenta um solo argilo-arenoso. Na porção NW da área onde foram efetuados os furos NA-05 e NA-06 os solos são francamente arenosos com

alta porosidade e permeabilidade denotando assim um solo com baixa aptidão técnica pra suportar um aterro sanitário.

Solos arenosos favorecem a infiltração e percolação de poluentes devido sua alta permeabilidade e porosidade além de baixa capacidade de atenuação natural dos poluentes, medidas adicionais para evitar a percolação de contaminantes devem ser tomadas. Uma das técnicas utilizadas para minimizar a permeabilidade dos solos é a compactação do solo natural nas bases de aterros sanitários, essa técnica constitui uma forma com baixo custo de preparação, resultando na redução da permeabilidade e garantindo um confinamento maior da fase líquida. Para tanto, necessita-se de um conhecimento adequado dos processos envolvidos no escoamento do chorume, principalmente nas primeiras camadas da base para aterros sanitários, seja sob condições naturais ou compactadas.

7. Conclusões e Recomendações

Diante dos dados e informações obtidos em todas as fases deste estudo e dos materiais e métodos utilizados para a avaliação da área destinada a construção do aterro sanitário do Município de Novo Airão, temos as seguintes considerações e recomendações.

Além dos parâmetros de solo obtidos através das perfurações, como classe textural, permeabilidade, espessura das camadas e profundidade do lençol freático, outros fatores devem ser considerados na avaliação da aptidão da área destinada a instalação do aterro sanitário, como distância ao centro urbano, declividade, cobertura vegetal, condições de acesso e distância das drenagens.

A área avaliada em Novo Airão para a instalação do aterro sanitário municipal se localiza a 13 km do centro urbano do município, sendo esta uma distância ideal, pois está distante o suficiente dos moradores de modo a não causar incômodos aos mesmos e ao mesmo tempo não sendo muito distante de modo a encarecer e dificultar o transporte do lixo.

A distância mínima das drenagens está sendo respeitada sem comprometer a área viável para a instalação do aterro. O nível freático local é mais profundo que o mínimo exigido sendo que em nenhuma das perfurações realizadas encontrou-se o nível freático.

A topografia da área é compatível, segundo o mapa de geodiversidade do Amazonas confeccionado pela CPRM, a área está localizada em uma unidade de relevo denominada de tabuleiros dissecados que apresentam declividade de 0 a 20° e topos com altitude entre 20 e 50 metros.

As características de textura e permeabilidade do solo não são as ideais. Na porção NW da área, onde estão localizados os furos NA-05 e NA-06 o solo apresenta alta porosidade e permeabilidade sendo inadequada para a instalação do aterro. Na porção NE da área as condições são melhores por apresentar um solo argilo-arenoso com porosidade e permeabilidade média não sendo o tipo ideal de solo para a instalação de um aterro sanitário, logo a área apresenta aptidão média para uso como aterro sanitário com base nas normas técnicas para a construção e gerenciamento do meio físico. Um dos procedimentos que pode ser utilizado para reduzir a permeabilidade do solo é a compactação da base do aterro, este procedimento visa à criação de uma barreira protetora, denominada de *liner*, considerada como revestimento de base e laterais em aterros e obras similares, ou como cobertura final dos aterros (Daniel 1993).

Como revestimento de base, são indicadas quando se deseja retardar ao máximo a migração de contaminantes no solo, saturados ou não, de forma a atenuar a concentração dos contaminantes.

Tendo em vista a minimização dos possíveis impactos ambientais causados por esse tipo de empreendimento, recomenda-se a implantação de um sistema de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas nas imediações do futuro aterro sanitário, a partir de poços e medidores de nível d'água.

Foram consideradas neste estudo, uma área de 7 hectares para destino adequado dos rejeitos produzidos em Novo Airão, visando a utilização da área com vida útil superior a 15 anos.

Recomenda-se a implantação de programas de coleta seletiva no município no âmbito do Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos, contemplando a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final adequada dos rejeitos, o que aumentará a vida útil do aterro sanitário.

Ressalta-se que a eliminação dos lixões possui o prazo até 02 de Agosto de 2014, onde só poderão ser encaminhados rejeitos para os aterros sanitários. Os resíduos sólidos deverão ser totalmente selecionados, reutilizados, reciclados e nos casos previstos tratados.

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.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 1995. Resolução CONAMA nº 004, de 09 de outubro de 1995.

DANIEL, D. E., (1993). Case histories of compacted clay liners and covers for waste disposal facilities. In: Proc. of the 3rd International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering, St, Mo., S. Prakash (ed.), p.1407-1425.

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.

MARMOS, J. L. 2011. Avaliação Técnica de uma área destinada à implantação do Aterro Sanitário da Cidade de Itacoatiara (AM).

PEREIRA, Hugo G.; PESSOA, Jairo C. Identificação e avaliação de áreas destinadas á construção do aterro sanitário no Município de Manaquiri-AM. Manaus: CPRM, 2009. 18 p.

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: José Marmos

Data de Entrada: 30/08/2011

Endereço: Novo Airão

Data de Saída: 26/09/2011

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)					
2326	50-240-NA-02-Novo Airão	506,77	152,01	658,78	64,72	276,50	Franco Argilo Arenoso
2327	240-300-NA-02-Novo Airão	498,04	95,37	593,41	59,09	347,50	Argila Arenosa
2328	300-460-NA-02-Novo Airão	564,62	92,24	656,86	85,64	257,50	Franco Argilo Arenoso
2329	460-500-NA-02-Novo Airão	576,37	104,33	680,69	74,31	245,00	Franco Argilo Arenoso
2330	500-600-NA-02-Novo Airão	623,81	85,57	709,38	67,12	223,50	Franco Argilo Arenoso
2331	50-200-NA-04-Novo Airão	560,26	152,65	712,91	27,59	259,50	Franco Argilo Arenoso
2332	200-290-NA-04-Novo Airão	495,81	147,30	643,11	49,39	307,50	Franco Argilo Arenoso
2333	290-3250-NA-04-Novo Airão	506,75	143,09	649,83	48,67	301,50	Franco Argilo Arenoso
2334	325-380-NA-04-Novo Airão	432,86	132,81	565,66	125,34	309,00	Franco Argilo Arenoso
2335	380-500-NA-04-Novo Airão	546,76	133,34	680,09	106,91	213,00	Franco Argilo Arenoso
2336	50-100-NA-05-Novo Airão	524,11	171,37	695,47	62,53	242,00	Franco Argilo Arenoso
2337	100-200-NA-05-Novo Airão	529,39	119,81	649,19	60,81	290,00	Franco Argilo Arenoso
2338	200-600-NA-05-Novo Airão	558,41	144,95	703,36	59,14	237,50	Franco Argilo Arenoso
2339	600-700-NA-05-Novo Airão	664,00	122,14	786,14	48,36	165,50	Franco Arenosa
2340	700-790-NA-05-Novo Airão	728,75	60,28	789,03	55,97	155,00	Franco Arenosa
2341	790-825-NA-05-Novo Airão	511,82	83,02	594,84	124,16	281,00	Franco Argilo Arenoso
2342	50-100-NA-06-Novo Airão	682,57	159,43	842,00	104,01	54,00	Areia Franca
2343	100-250-NA-06-Novo Airão	665,98	175,31	841,28	40,22	118,50	Areia Franca
2344	250-400-NA-06-Novo Airão	603,20	198,17	801,37	34,63	164,00	Franco Arenosa
2345	400-450-NA-06-Novo Airão	570,36	212,15	782,51	43,99	173,50	Franco Arenosa
2346	450-500-NA-06-Novo Airão	606,18	127,23	733,41	66,59	200,00	Franco Argilo Arenosa
2347	500-600-NA-06-Novo Airão	401,80	144,48	546,27	163,73	290,00	Franco Argilo Arenoso
2348	600-650-NA-06-Novo Airão	487,60	186,98	674,57	119,93	205,50	Franco Argilo Arenoso

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).

Hilma A.R.Couto
Responsável - LASP