
AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES TOPO-GEOMORFOLÓGICAS DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA

Samuel do Carmo Lima

Prof. Dr. Instituto de Geografia - UFU

samuel@ufu.br

Jureth Couto Lemos

Profa. Escola Técnica de Saúde - UFU

jclemos@ufu.br

Marcia Gonçalves Coelho

Profa. Dra. Faculdade de engenharia Química - UFU

mgcoelho@ufu.br

Ana Luiza Ferreira Campos Maragno

Profa. Dra. Faculdade de Engenharia Civil - UFU

analuiza@ufu.br

Yaico Tamimoto de Albuquerque

Profa. Dra. Instituto de Química - UFU

e-mail@ufu.br

RESUMO

A geração descontrolada e a disposição inadequada de resíduos sólidos têm gerado sérios problemas de degradação do meio ambiente. Os prejuízos mais graves ocorrem em função da contaminação do solo e dos lençóis freáticos pelos líquidos percolados (chorume). O aterro sanitário do Município de Uberlândia-MG/Brasil localiza-se próximo ao Rio Uberabinha, fazendo parte da Bacia do Rio Araguari. Em avaliação ambiental do aterro sanitário existente, constatou-se a contaminação das águas do lençol freático e superficiais pelos líquidos percolados. O tipo de solo existente no aterro sanitário favorece esse processo de contaminação das águas subterrâneas, pois, sendo de elevada permeabilidade, facilita o fluxo de percolados líquidos através do solo e sub solo. Pelo fato do aterro sanitário estar assentado sobre rochas basálticas fraturadas, o percolado líquido pode ser facilmente transportado por entre as fraturas e fissuras das rochas e atingir as águas mais profundas, inclusive do Sistema Aquífero Guarani.

Palavras Chaves: Condições topomorfológicas, Aterro sanitário, Contaminação

TOPO-GEOMORPHOLOGICAL CONDITIONS EVALUATION OF THE AREA OF THE MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILL OF UBERLÂNDIA (MG)

ABSTRACT

The uncontrolled generation and the inadequate disposal of solid residues have generated serious problems of degradation of the environment. The damages most serious occur in function of the contamination of the ground and freatic sheets for the leachate. The landfill of Uberlândia City was situated next to the River Uberabinha, being part of the Basin of the Araguari River. The ambiental

Recebido em: 27/10/2003

Aceito para publicação em: 25/01/2004

evaluation of the landfill evidenced the contamination of superficial and the freatic waters for the leachate. The type of soil existent at the landfill favors this process of contamination of underground waters, therefore, being of raised permeability, facilitates the flow of leachate through the soil and subsoil. The fact of the landfill to be seated on broken basaltic rocks, the leachate can easily be carried among the breakings and fictions from the rocks and to reach waters deepest, also of the Aquifer Guarani.

Keywords: Topo-morfological contitions, Solid wate landfill, contamination.

INTRODUÇÃO

Os impactos provocados pelos resíduos sólidos municipais podem estender-se para a população em geral, por meio da poluição e contaminação dos corpos d'água e dos lençóis subterrâneos, direta ou indiretamente, dependendo do uso da água e da absorção de material tóxico ou contaminado. Por exemplo, a população pode estar consumindo carne de animais criados nos lixões, abatidos clandestinamente.

Nos aterros sanitários, a degradação ambiental e os riscos para a saúde pública podem ser bastante minimizados, caso o empreendimento seja gerenciado com critérios técnicos e haja monitoramento das principais vias de contaminação do meio ambiente e das populações humanas.

Um dos maiores problemas para o gerenciamento ambiental dos aterros sanitários, juntamente com o tratamento dos líquidos percolados que podem contaminar o lençol freático, são os

processos de escoamento superficial das águas pluviais e de erosão. Tendo em vista a própria natureza desta atividade, que promove a retirada da cobertura vegetal e o freqüente revolvimento da cobertura pedológica, esta ação torna desprotegido o solo e o dispõe facilmente ao transporte sobre a topografia, se o sistema de cobertura do aterro não for adequado e o sistema de drenagem superficial das águas da chuva não for eficiente.

O aparecimento de sulcos, ravinas e voçorocas é a conseqüência mais imediata. Mas, o problema não é só este. Os processos erosivos descobrem o lixo aterrado e a enxurrada o distribui sobre a superfície. Neste caso, a ação dos ventos também contribui para mobilizar os resíduos e transportá-los a grandes distâncias.

O objetivo deste estudo é caracterizar as condições topo-morfológicas da área do aterro sanitário de Uberlândia, a partir da

análise das formas de relevo; comprimento de rampas e taludes; das condições de pluviosidade, a fim de entender a ação e os caminhos do escoamento superficial das águas pluviais; bem como os processos de erosão, que possam comprometer o empreendimento.

Revisão Bibliográfica

Estudos geológicos e geotécnicos da área, além de uma campanha de coleta de amostras de águas do lençol freático sob o aterro e nas áreas adjacentes, permitiram uma análise preliminar da contaminação do lençol freático por efluentes do aterro. A análise dos dados indicou como problemas potencialmente mais críticos, a possível contaminação da água do lençol freático por chumbo e a possibilidade de percolação rápida através das camadas de solo saprolítico de quartzito (KOIDE e BERNARDES, 2000).

LIMA (1990) apresentou um roteiro de estudos ambientais necessários para, com segurança, se escolher áreas para implantação de aterros sanitários. A preocupação ambiental deve vir antes das análises econômicas do empreendimento. O autor indicou como etapas necessárias, a escolha de área ambientalmente adequada, o projeto de

instalação com projetos de engenharia com preocupações ambientais, um gerenciamento com monitoramento eficiente e, por fim, o fechamento da área com monitoramento, recuperação ambiental e utilização restrita e compatível àquela definida pelas novas condições ambientais geradas, com a presença dos resíduos aterrados.

Fica claro que a destinação de resíduos sólidos urbanos em aterro sanitário é uma medida de saneamento básico importante no contexto de uma política ambiental e de saúde pública conseqüente. Isso pode ajudar na proteção da saúde da população e na preservação dos recursos naturais do solo e das águas. Entretanto, um aterro sanitário instalado em local inadequado, ou operado sem monitoramento e controle técnico, pode constituir apenas em uma fachada bonita para uma ação, ambientalmente, inconseqüente.

Um exemplo disto foi a preocupação com a poluição ambiental gerada pela disposição de resíduos industriais no aterro da Granja Rosada, em Rio Claro (SP). A cidade se mobilizou a partir do Movimento Pró-cidadania, que agrega cerca de 35 entidades da sociedade civil. Professores da UNESP se integraram a essa luta e

desenvolveram estudos que demonstraram que o aterro estava desrespeitando a legislação ambiental, contaminando os mananciais de água e trazendo risco para a saúde da população. O estudo, também, indicava um conjunto de medidas de aplicação imediata, de médio e curto prazo para a adequação da operação do aterro dentro de parâmetros ambientais aceitáveis (BARCELOS et. al. 1997).

O problema do lixo, que gera poluição, degradação ambiental, e danos à saúde da população, é de responsabilidade de todos nós e não só dos administradores públicos. Quanto à produção, podemos mudar nossos hábitos de consumo para *reduzir, reutilizar e reciclar*. Mas, também, podemos exigir das autoridades um tratamento mais sério com as questões ambientais. Agindo desta maneira, estaremos exercendo nosso papel de cidadão (ASSUNÇÃO, 1994).

Materiais e Métodos

Para o estudo da drenagem superficial, na área do aterro sanitário de Uberlândia, levou-se em consideração a topografia da área, pela qual foi

possível identificar os interflúvios e vales, as declividades e os caminhos preferenciais das águas da chuva sobre o terreno. Foram feitas observações em fotografias aéreas e mapa topográfico da área do empreendimento. A confirmação das informações obtidas a partir do mapa topográfico e das fotografias aéreas foi feita no campo, observando-se os sinais de sulcos e ravinas formadas nos platôs de aterramento e seus taludes, após uma chuva. Observou-se, também, o sistema de cobertura, a geometria dos platôs do aterro e a estabilidade dos taludes. Realizou-se tradagens de até 5 metros para identificar a espessura dos solos e os materiais os compõem. Adicionalmente, foram realizadas análises granulométricas do solo coletado, segundo procedimentos da EMBRAPA (1979).

Resultados e Discussão

Os solos

A área do aterro sanitário de Uberlândia está assentada sobre latossolos originados de basaltos da Formação Serra Geral, do período jura-cretássico, com idades em torno 130 milhões de anos. Estes basaltos foram formados por uma sucessão de derrames magmáticos hiperabissais,

sob a forma de diques e sills, de composição predominantemente básica (NISHIYAMA 1998). Estes basaltos podem ser observados expostos em taludes de cortes de estrada, rupturas de declive e na britagem São Salvador, às margens do Rio Uberabinha.

Abaixo do Platô do aterro, os solos são relativamente pouco profundos. A espessura dos solos na área do empreendimento varia de poucos centímetros, próximo às rupturas declives, a mais de 10 metros, nos interflúvios mais planos. Pode-se encontrar um saprolito bastante alterado, com seixos de tamanhos variados, de poucos centímetros até grandes blocos de mais de 1 metro de diâmetro. Abaixo destes ocorre o basalto fresco, fortemente fraturado por eventos tectônicos diversos, ocorridos ao longo de sua história geológica (cf. Figura 1).

A Geomorfologia regional faz parte da porção setentrional da bacia do Paraná e apresenta uma superfície de planaltos e chapadas. O relevo é dissecado pelas drenagens dos rios Araguari, Tijuco e Uberabinha, individualizando compartimentos mais planos de chapadas

e compartimentos de relevos mais movimentados, com declividades que podem variar de 3% em interflúvios relativamente estreitos, a mais de 45% em alguma posição na vertente com forte ruptura de declive (BACCARO 1984).

A área do aterro sanitário está situada neste segundo compartimento, com declividades médias variando de 5 a 30%, altitudes em torno de 850 metros, bem próximo ao Rio Uberabinha, nas proximidades da Cachoeira dos Dias. A área do empreendimento situa-se entre as cotas topográficas de 800 a 830 metros de altitude, com declividades médias variando de 10 a 15%.

Realizou-se tradagens que tinham como objetivo a observação e a coleta de amostras para identificação das principais características morfológicas do solo, como também, perfurar poços de observação e coleta de água do lençol freático (piezômetro). Diversas tentativas de tradagens foram feitas e abandonadas a seguir, com o aparecimento de rocha ou fragmentos de rocha a menos que 50 cm de profundidade, que impediam a descida do trado. A topografia na área das 3 tradagens que atingiram mais que 2 metros era plana a subplana, com

declividades menores que 3%. Nas áreas com ruptura de declive, declividades entre 5 e 9%, as tradagens

sempre foram interrompidas, por que encontrou-se impedimento (rocha).

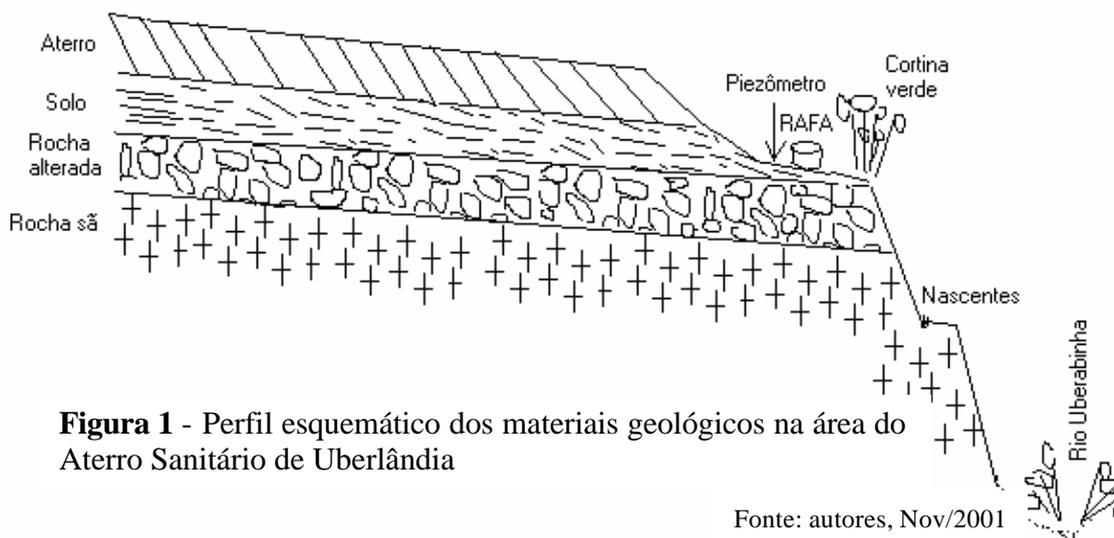


Figura 1 - Perfil esquemático dos materiais geológicos na área do Aterro Sanitário de Uberlândia

Fonte: autores, Nov/2001

A observação do solo mostrava um material bastante microagregado e com alta porosidade estrutural, plástico quando úmido, e de textura argilosa. De modo geral, mais principalmente em P3 (cerrado), nas partes mais superficiais (0 a 15 cm), o solo observado apresentava a cor vermelho escuro com textura granular pequena e pequena a média e porosidade estrutural e de raízes. Observou-se a presença de raízes, pouca a comum. Nas amostras de profundidade, tanto em P2 quanto em P3, o solo tornava-se vermelho um pouco mais vivo, com presença de pequenas concreções de ferro. A 500

cm, havia a nítida impressão de que se tinha chegado a rocha alterada, com presença de um leve mosqueamento. O material, entretanto, continuava seco e o trado tornava-se extremamente pesado.

Somente, em P1, nas proximidades do Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente (RAFA), a hidromorfia mudou a cor do solo para amarelo, mosqueado (vermelho, amarelo e cinza) e por fim completamente cinza, abaixo do nível do lençol freático, a 160 cm de profundidade.

As análises granulométricas apresentadas abaixo demonstram que os solos são silto-argilosos, com teores de

argila que variam de 54 a 71% (Tabelas 1, 2 e 3).

A tradagem P1 foi realizada nas proximidades do Sistema de Tratamento de Chorume (RAFA) e atingiu 200 cm de profundidade. Neste ponto há um leve embaciamento, após ruptura de declive, em um dos pontos de cota topográfica mais baixa da área do empreendimento. O lençol freático foi atingido a 160 cm de profundidade. Este foi o único local em que o lençol freático foi atingido com tradagens manuais de até 5 metros de profundidade. Os teores de argila situaram-se entre 55,5 e 60,8%, com teores de silte relativamente altos, entre 17,7 e 35,0%.

A tradagem P2 foi realizada a cerca de 600 metros distante de P1, abaixo da via de circulação, em direção à área de deposição não autorizada de resíduos industriais. A tradagem atingiu 5 metros de profundidade e neste ponto não foi possível atingir o lençol freático. Os teores de argila situaram-se entre 52,3 a 68,4%, com teores de silte, também, relativamente altos, entre 8,1 e 21,3% (cf. Tabela 2).

A tradagem P3 foi realizada a cerca de 500 metros distante de P1, em frente à

área de deposição não autorizada de resíduos industriais, em área com vegetação natural de cerrado, do lado de fora da cerca que delimita a área do empreendimento. A tradagem atingiu 5 metros de profundidade e, também, neste ponto não foi possível atingir o lençol freático. Os teores de argila situaram-se entre 54,3 a 62,5%, com teores de silte entre 7,1 e 10,9% (cf. Tabela 3).

A primeira constatação que se faz é que os solos são Latossolo² profundo, microagregado e silto-argiloso, nas partes mais altas da área do aterro sanitário e solos mais rasos, podendo aparecer Neossolos³, nas partes mais baixas, a jusante das plataformas do aterro.

2 - Latossolos são solos com horizonte B latossólico, anteriormente tinham a mesma designação. São solos que apresentam horizonte B latossólico imediatamente abaixo do horizonte A (EMBRAPA 2000).

3 - Neossolos são solos Pouco Desenvolvidos, anteriormente designados por Litossolos, Aluviais, Litólicos, Areias Quartzosas e Regossolos. São solos sem horizonte B diagnóstico e satisfazendo os seguintes requisitos: ausência de horizonte glei dentro de 50 cm da superfície do solo, exceto no caso de solos de textura areia e areia franca; ausência de horizonte plúntico dentro de 40 cm da superfície do solo; ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo do horizonte A; A chernozêmico, se presente não deve estar conjugado com o caráter carbonático e/ou horizonte cálcico. (EMBRAPA 2000).

Tabela 1

Análises granulométricas de amostras de solo da área do aterro sanitário de Uberlândia - P1

Amostra	Argila	Silte	Areia Fina	Areia Grossa	Total Areia
050 cm	56,8	17,7	12,0	13,5	25,5
100 cm	60,8	33,2	02,9	03,1	06,0
150 cm	55,5	35,0	04,8	04,6	09,5
200 cm	59,9	32,4	03,8	03,8	07,7

Tabela 2

Análises granulométricas de amostras de solo da área do aterro sanitário de Uberlândia - P2

Amostra	Argila	Silte	Areia Fina	Areia Grossa	Total Areia
050 cm	52,3	08,1	11,3	28,2	39,5
100 cm	63,9	13,9	12,2	10,0	22,2
150 cm	66,9	11,6	11,6	09,9	21,5
200 cm	67,6	10,3	11,6	10,5	22,1
250 cm	68,4	10,7	11,9	09,0	20,9
350 cm	58,5	10,7	10,5	20,3	30,8
450 cm	66,7	21,3	06,6	05,3	11,9
480 cm	71,7	21,0	03,6	03,7	07,3

Tabela 3

Análises granulométricas de amostras de solo da área do aterro sanitário de Uberlândia - P3

Amostra	Argila	Silte	Areia Fina	Areia Grossa	Total Areia
050 cm	56,1	10,1	15,4	18,4	33,8
100 cm	59,6	09,0	14,1	17,3	31,4
150 cm	58,7	07,5	15,5	18,2	33,8
200 cm	58,7	07,6	16,7	17,0	33,7
250 cm	60,6	07,1	16,5	15,8	32,3
300 cm	62,5	07,4	15,3	14,8	30,1
350 cm	60,2	08,5	15,3	15,9	31,3
400 cm	57,8	09,6	17,3	15,3	32,6
450 cm	55,7	10,2	17,5	16,6	34,1
500 cm	54,1	10,9	18,9	16,1	35,0

Mesmo sem a realização de testes de infiltração, apenas com as observações morfológicas do solo, pode-se afirmar

que os mesmos são bastante porosos, pela microagregação própria dos latossolos e, por isso mesmo, muito

permeáveis. A conjugação de solos rasos e muito permeáveis, com um substrato rochoso altamente fraturado, nos indica uma condição favorável a percolação das águas superficiais a grandes profundidades. Ao contrário, no EIA-RIMA (1996), há ensaios de permeabilidade que indicam serem esses solos de baixa a média permeabilidade, que pode aumentar com a profundidade. Foram essas características de permeabilidade do solo, bem como o substrato rochoso (altamente fraturado) bem próximo à superfície, na área do empreendimento, que foram considerados como pontos positivos para a sua implantação. Segundo esses estudos, a área escolhida era impar para a disposição de resíduos sólidos urbanos do município de Uberlândia.

No EIA-RIMA (1996), há relato de 11 sondagens a percussão, de até 10 metros, encontrando-se material impenetrável (rocha), sem se atingir o lençol freático, mesmo no período chuvoso (março/1996). Portanto, o fato de ter-se atingido o lençol freático somente em P1, mesmo com sondagens de 5 metros, nas partes topográficas mais baixas, à jusante da plataforma do aterro, não chega a constituir-se uma

surpresa.

O fato que realmente surpreende pode ser observado num degrau do talude rochoso (basalto) no corte da estrada que margeia o rio Uberabinha e que limita a parte mais alta do terreno, onde se localiza o aterro sanitário. Nesse estreito patamar do talude rochoso, é possível identificar diversas nascentes, cujas águas escorrem, atravessam a estrada e chegam até o rio (cf. **Figura 1**). Mesmo quando a estação chuvosa ainda não tinha começado, em outubro de 2001, essas águas continuamente brotavam da rocha, a menos de 30 metros da área do aterro sanitário.

Depreende-se dessas informações que o lençol freático pode estar localizado entre a camada de rocha alterada e a rocha altamente fraturada. Entretanto, mesmo quando se perfura com sondagem o solo, a rocha alterada e a rocha sã, pode-se não encontrar o lençol freático, como é o caso do poço de monitoramento da parte à montante do aterro, com mais de 20 metros de profundidade, alguns metros cavados na rocha. Desde outubro de 2001 a Janeiro de 2002, não foi possível encontrar água nesse poço. O que realmente ocorre é que as águas pluviais podem percolar

através do solo, rocha alterada e fraturas do basalto, até atingir níveis hidrostáticos mais profundos (Aqüífero Guarani).

No aterro sanitário do jockey club (DF), foram diagnosticados problemas semelhantes aos que encontraram-se no aterro sanitário de Uberlândia. A análise dos dados indicou, como problemas potencialmente mais críticos, a possível contaminação da água do lençol freático por chumbo e a possibilidade de percolação rápida, através das camadas de solo saprolítico de quartzito, levando os efluentes do aterro a locais ainda não determinados, com possibilidade de contaminação tanto dos córregos adjacentes, quanto do aquífero fissural (KOIDE e BERNARDES, 2000).

Por esta razão, ou seja, a alta eficiência da percolação de fluídos nesse sistema solo/rocha fraturada, é que não se conseguiu o atingir o lençol freático, com facilidade. As águas percolam, rapidamente, a grandes profundidades.

Talvez esteja aí a resposta para outro fato surpreendente no aterro sanitário de Uberlândia. Estimava-se que o aterro produzisse líquido percolado (chorume) a uma vazão de 11.556 litros/hora (EIA-RIMA 1996). Mesmo com a redução

progressiva da triagem e compostagem, ao longo dos anos de operação, a vazão de chorume está em torno de 1000 L/h. Há, portanto um decréscimo da ordem de 10 vezes. Se a impermeabilização da base das células não estiver sendo eficiente, esse chorume pode estar desaparecendo por entre as fendas da rocha fraturada.

Todos as evidências sobre os solos e o sistema de rochas fraturadas subjacente indicam que a área escolhida para a implantação do aterro sanitário de Uberlândia não é adequada ambientalmente para este fim. As informações que se tem, apresentadas no capítulo I, levam a crer que não foram levados em conta critérios ambientalmente corretos para a escolha da área, conforme diz o EIA-RIMA, elaborado para o Licenciamento de Operação Corretiva do Empreendimento. Assumindo a hipótese que os estudos ambientais foram feitos e indicaram ser esta “*uma área impar para instalação do empreendimento*” (grifo dos autores), tem-se que admitir que esses estudos levaram a falsas conclusões.

O relevo e o sistema de drenagem superficial

A água da chuva pode seguir três direções ao atingir a superfície. Parte dela pode infiltrar-se no solo, parte pode evaporar-se e parte pode escorrer sobre a superfície. Esta partição está relacionada a diversos fatores, dentre eles: a intensidade da chuva, a declividade do terreno, as características morfológicas do solo e a cobertura vegetal.

A compreensão do sistema de escoamento superficial das águas pluviais, também chamada de drenagem superficial, visa identificar os caminhos preferenciais das águas na área do empreendimento, tendo como objetivo desviá-la das células de aterramento, evitando assim um aumento na produção de chorume, evitando, também, que elas se concentrem e ganhem velocidade sobre a superfície, o que poderia provocar a instalação de processos erosivos. Não é desejável que isso ocorra, uma vez que as erosões podem obstruir as vias de acesso ou mesmo descobrir o lixo aterrado.

Uma das medidas mais eficientes para o controle efetivo da drenagem superficial das águas pluviais é a cobertura diária do lixo no aterro sanitário. Além de impedir a proliferação de moscas e

mosquitos, roedores e outros vetores de doença, evita o aspecto estético degradável do lixo exposto.

A cobertura diária do lixo, com a conseqüente compactação, pode evitar o arraste de materiais pela ação do vento e da chuva sobre a superfície e reduzir a infiltração das águas precipitadas sobre as células de aterramento. Ao contrário, a infiltração das águas pluviais na massa do lixo contribuiria para aumentar a produção de chorume.

Para evitar que as águas da chuva que caem nas áreas adjacentes, à montante do aterro, escurram para a área das células de aterramento, deve-se instalar um sistema de drenagem de águas pluviais, com estruturas de canaletas de concreto, que captem e desvie, mas águas. Ainda, é necessária a construção de curvas de nível e terraceamento que reduzam a velocidade do escoamento superficial.

Para se ter idéia da importância deste estudo sobre a drenagem superficial, basta lembrar que, em Uberlândia, a precipitação anual média é de 1550 mm. Há uma estação chuvosa, entre outubro e março, que concentra cerca de 85% das chuvas. Os meses mais chuvosos são dezembro e janeiro, com

precipitação média mensal de 338,8 e 302,8 mm, respectivamente (ROSA, LIMA & ASSUNÇÃO 1991).

Outro dado que demonstra a necessidade de um estudo detalhado da drenagem superficial é a quantidade de dias com chuva. O mês com maior número de dias com chuva é dezembro, com 20 dias chuvosos. Em seguida, temos os meses de janeiro com 18 dias, março com 16 dias, novembro com 15 dias e fevereiro com 13 dias chuvosos. Portanto, é no verão que as águas da chuva podem causar maiores preocupações.

Também, deve-se levar em conta a intensidade das chuvas, que pode ser avaliada pela precipitação máxima em 24 horas. Nos meses de dezembro e janeiro temos pelo menos um dia com precipitação de 24 horas em torno de 70 mm. No período de 1981 a 1990, registraram-se dois grandes eventos pluviométricos. Em janeiro de 1983 tivemos um evento de 126,8 mm e em dezembro de 1986 um evento de 157,8 mm, em 24 horas, o que demonstra o potencial erosivo das chuvas no verão (ROSA, LIMA & ASSUNÇÃO 1991).

As observações sobre o mapa topográfico da área do empreendimento

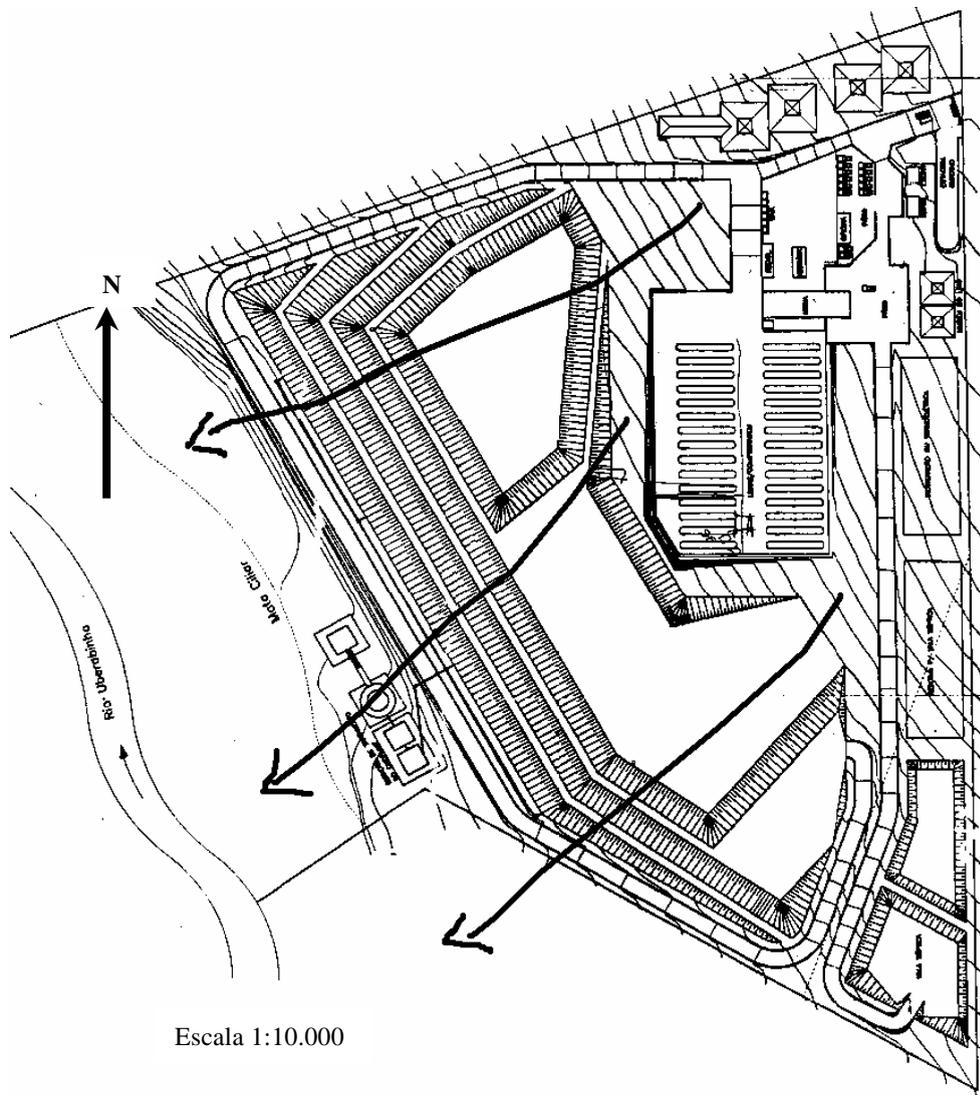
e as observações de campo na área do aterro sanitário, principalmente dos sulcos erosivos, permitiu a identificação dos caminhos preferenciais da água da chuva. A partir disto, observou-se o sistema de drenagem superficial das águas da chuva instalado e os pontos de sua vulnerabilidade.

A **Figura 2** mostra a área do aterro sanitário com curvas de nível e as direções do escoamento superficial. Há uma grande área que é drenada a montante das plataformas do aterro. Parte dessa área encontra-se impermeabilizada pelas edificações, pátios e vias de acesso, o que naturalmente pode concentrar as águas do escoamento superficial. A tendência natural do escoamento é conduzir grande quantidade de água para as plataformas do aterro. Podem juntar-se a estas, as águas que se precipitam sobre as plataformas, que se encaminham naturalmente para o fundo do vale, onde se localiza o Rio Uberabinha (cf. **Figura 3**).

As canaletas de concreto, construídas para desviar as águas da chuva que caem a montante e captar as águas que caem sobre a plataforma do aterro, não estão funcionando como deviam.

Durante as visitas ao aterro sanitário, observou-se, a jusante das células de aterramento recente, que as canaletas do sistema de drenagem superficial ainda não estavam construídas. Durante o mês de dezembro de 2001, trabalhadores começaram a construí-las.

Em todo o perímetro leste das plataformas do aterro, essas canaletas não estão construídas. Deste modo, as águas da chuva escoam livremente por sobre a superfície e correm sem obstáculo, até o rio Uberabinha. As Figura 4 e 5 foram obtidas em novembro de 2001 e mostram a falta dessas canaletas.



Fonte: Adaptado de mapa produzido pela CCO para o empreendimento.

Figura 2 - Direção preferencial do escoamento superficial na área do aterro sanitário de Uberlândia



Figura 3 - Rio Uberabinha visto a partir da área do aterro sanitário de Uberlândia (MG) - Nov/2001



Figura 4 - Talude da plataforma do aterro sem canaleta para coletar águas pluviais - Nov/2001



Figura 5 - Detalhe da foto anterior, mostrando o talude da plataforma do aterro sem canaleta para coletar águas pluviais - Nov/2001

As águas do escoamento superficial deveriam ser conduzidas por estas canaletas a uma caixa de retenção de partículas sólidas. Depois, deveriam ser levadas a um tanque para serem armazenadas e tratadas no RAFA. Após tratamento, poderiam ser aproveitadas na irrigação das espécies vegetais plantadas nas cortinas verdes, nas áreas de estacionamento, bem como na aspersão das vias de circulação. Entretanto, não é o que acontece. Essas águas, que contêm chorume e resíduos do lixo carreados na enxurrada, são descartadas sem nenhum tratamento sobre a superfície

e correm velozmente para o rio Uberabinha. Grande parte do chorume, observado nas águas pluviais, aflora nos taludes e na base das plataformas do aterro (cf. Figura 6 e 7).

Um grande problema, que pode ser observado nos dias de chuva, é o sulcamento dos taludes das plataformas do aterro. Esses sulcos podem ser profundos o suficiente para descobrir o lixo anteriormente enterrado como pode ser visto nas Figuras 8 e 9.



Figura 6 - Tubulação que conduz as águas pluviais coletadas nas canaletas com presença de chorume no escoamento superficial - Nov/2001

Os fenômenos de erosão concentrada podem se apresentar com diferentes graus e proporções, desde pequenos sulcos e ravinas, geralmente com dimensões relativamente pequenas, até voçorocas, com maiores dimensões, atingindo grandes áreas e canais aprofundados, que atingem o lençol freático. O meio físico pode ser mais ou

menos susceptível aos processos erosivos. Porém, na maioria das vezes, a erosão é um fenômeno natural, desencadeada ou acelerada pela ação antrópica, quando o homem interfere no ambiente natural, provocando alterações no seu equilíbrio morfo-hidro-dinâmico (PEJON & ZUQUETTE 1988).



Figura 7 - Continuidade da canalização (foto anterior) que recebe o escoamento. Tubulação que conduz as águas pluviais contendo chorume vertente abaixo, até o rio Uberabinha - Nov/2001

PONÇANO et al. (1989) realizaram estudos sobre os fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos que poderiam definir as áreas de maior risco ao desenvolvimento de voçorocas na bacia do Peixe-Parapanema (SP). Com certeza, as áreas mais susceptíveis aos processos erosivos devem ser manejadas com mais cuidado e adoção de procedimentos que visem atenuar a

força hidráulica do escoamento superficial.

Esse processo erosivo é o resultado da combinação de dois fatores: o primeiro refere-se à geometria do platô e à instabilidade dos taludes. O segundo, refere-se à baixa eficiência do sistema de canaletas, que deveria desviar as águas da chuva que caem à montante das plataformas, evitando que as mesmas

corram para as células do aterro.

Com relação à geometria do platô, podemos dizer que é o sistema de cobertura bem operado, segundo técnicas recomendadas, que pode ajudar no controle da erosão e da infiltração

das águas pluviais. No EIA-RIMA (1996), a inclinação projetada para o talude era de 1:3 (1 na vertical e 3 na horizontal). O que se verifica é uma inclinação um pouco maior, cerca de 1:2 (1 na vertical e 2 na horizontal).



Figura 8 - Princípio de sulcamento erosivo no talude da plataforma do aterro e exposição do lixo - Nov/2001

A vertente é longa e as águas vão se juntando e ganham velocidade no escoamento superficial, assumindo um grande potencial erosivo. O resultado é o que se vê nas fotos apresentadas.

Outro problema que demonstra a

ineficiência do sistema de drenagem do aterro sanitário de Uberlândia é observado nos dias de chuva, quando as canaletas ficam completamente assoreadas. Nestes momentos, as águas das chuvas passam por cima das mesmas e escoam diretamente até o rio.



Figura 9 - Princípio de sulcamento erosivo no talude da plataforma do aterro e exposição do lixo - Nov/2001



Figura 10 - Exposição do lixo no talude da plataforma do aterro em um sulco erosivo, provocado pelo escoamento superficial - Nov/2001

No EIA-RIMA (1996) há cálculos para o dimensionamento dessas canaletas. Os cálculos podem ter sido subdimensionados ou então a cobertura e a compactação das células do aterro não estão sendo executadas corretamente. Por essa razão, o escoamento superficial da chuva estaria carreando solo e lixo para as canaletas.

A falta de um sistema de cobertura, realizado como determinam as normas mais básicas para a operação de um aterro sanitário, também trás conseqüências bastante graves para o controle do escoamento das águas pluviais e das erosões. A Secretaria Municipal de Serviços Urbanos/PMU já havia constatado, em vistoria técnica realizada em 15/04/97, que o aterro não estava sendo operado satisfatoriamente, especialmente no que se refere à impermeabilização, drenagem e estabilização dos taludes.

No sistema de cobertura previsto no EIA-RIMA (1996), o aterro deveria receber, a cada camada de resíduo, 15 cm de cobertura de terra. Após a última camada de resíduo, o aterro deveria receber uma camada de terra de 60 cm e sobre esta, uma camada de

40 cm de material mais argiloso e compactado. Deste modo, sobre a última camada de resíduo haveria 1 metro de terra compactada. Por fim, ainda seria colocada uma camada de 30 cm de terra vegetal e o plantio de grama.

As camadas de terra compactadas teriam a finalidade de impedir a infiltração da água da chuva na massa de resíduos aterrada e o plantio de grama, conjugado com uma inclinação da superfície do platô de apenas 1%, faria com que o escoamento superficial das águas pluviais tivesse velocidade reduzida, evitando assim, a erosão nas plataformas e, principalmente, em seus taludes.

Não é o que se observou nas visitas realizadas nos meses de outubro de 2001 a janeiro de 2002. O platô do aterro permaneceu completamente desnudo, sem a cobertura final de grama, como pode ser visto na **Figura 11**. Nos dias de chuva, verificou-se escoamento pluvial sobre o platô e sobre os taludes (provocando erosões). Após as chuvas, ainda, permanecia água empoçada, em diversos locais.



Figura 11 - Topo da plataforma do aterro sanitário, em área de cota máxima do platô, sem cobertura de gramíneas, cuja existência reduziria o escoamento pluvial - Jan/2002

O sistema de redução de velocidade dos ventos

Como medida mitigadora foi proposto no EIA-RIMA (1996) um sistema de redução da velocidade dos ventos com a implantação de cortinas verdes em cada uma das laterais da área do aterro sanitário, cujo objetivo era minimizar o nível de ruído proveniente da operação das máquinas, além de evitar o carregamento eólico de particulados do lixo e seus odores.

Estas cortinas não foram implantadas em todo o perímetro do

aterro, como pode ser visto na **Figura 12**. Este fato torna-se mais grave, considerando-se a proximidade do aterro sanitário de bairros residenciais, como é o caso do bairro Parque Guarani, como demonstra a **Figura 13**.

Além do mais, as cortinas verdes instaladas não cumprem eficientemente a função para a qual foram destinadas. Quando existe, nos locais em que é mais necessária, ou seja, entre o aterro sanitário e o bairro Parque Guarani, essa barreira vegetal está plantada nas partes de topografia mais baixa, à jusante das plataformas do aterro. Isso significa que o



Figura 12 - Cerca que limita a área do aterro sanitário a leste, sem cortina verde



Figura 13 - Vista do bairro Parque Guarani, a partir do aterro sanitário.

platô do aterro situa-se em posição topográfica bem superior às copas dessas árvores e, portanto, não são capazes de funcionar como barreira sonora, de odores ou mesmo do carreamento eólico de particulados do lixo.

Considerando-se que o lixo pode permanecer descoberto por muito tempo, em algumas situações, e que os ventos mais freqüentes na região são de este e nordeste, na direção do bairro Parque Guarani, os moradores desse bairro têm toda a razão em reclamar da incômoda

Não se ter encontrado o lençol freático, facilmente, nos estudos do EIA-RIMA (1996) e nos estudos que originaram este relatório, não indica uma condição ambientalmente favorável para a instalação e a permanência do aterro sanitário nesta área. Pelo contrário, é por causa da alta eficiência da percolação de fluídos nesse sistema solo/rocha fraturada, que não se conseguiu o atingir o lençol freático com facilidade. Presume-se que as águas percolam rapidamente, a grandes profundidades, através do solo permeável e das fraturas do basalto subjacente.

A captação de líquidos percolados,

presença do aterro sanitário em sua vizinhança.

Considerações finais

O Aterro está localizado sobre solos de alta permeabilidade e rochas fraturadas, com comprometimento da capacidade de depuração do solo. Ainda, há fortes evidências de que, a conjugação de solos rasos e permeáveis com um substrato rochoso altamente fraturado, possa criar uma condição favorável à percolação das águas superficiais.

numa ordem de 10 vezes menor do que o estimado pelo EIA-RIMA é um forte indício de que o chorume pode estar percolando, juntamente com as águas, por entre as fendas das rochas fraturadas do embasamento, até aos aquíferos mais profundos, como por exemplo, o Aquífero Guarani. A contaminação das águas do lençol freático pode atestar isto.

As conclusões dos estudos ambientais apresentados no EIA-RIMA (1996), elaborado para o Licenciamento de Operação Corretiva do Empreendimento, que indicaram ser a área do aterro sanitário adequada, ambientalmente, para esse fim, não são

consistentes. Todas as evidências sobre os solos e o sistema de rochas fraturadas subjacente indicam que a área escolhida para a implantação do aterro sanitário de Uberlândia não é adequada.

Com relação ao gerenciamento ambiental do empreendimento, pode-se dizer que há falhas que agravam, ainda mais, os problemas oriundos da escolha de uma área inadequada.

O gerenciamento do aterro sanitário de Uberlândia não é eficiente, sobretudo, no que se refere ao sistema de drenagem superficial. A falta de um controle mais efetivo do escoamento das águas pluviais que caem, sobretudo a montante das plataformas do aterro, aumenta a água infiltrada no platô e, ainda provocam erosão e descobrimento do lixo aterrado.

O chorume que aflora na base dos taludes das plataformas do aterro denunciam falhas no sistema de drenos internos das células do aterro. As águas do escoamento superficial, que contém chorume e resíduos do lixo carregados na enxurrada, deveriam ser conduzidas por canaletas do sistema de drenagem superficial ao RAFA. Entretanto, são descartadas, sem nenhum tratamento sobre a superfície e escoam até o rio

Uberabinha.

Foi observado que, nos dias de chuva, as canaletas do sistema de drenagem superficial ficam completamente assoreadas. Quando não há uma rápida ação de desobstrução dessas canaletas, as águas das chuvas passam por cima das mesmas e podem escoar diretamente até o rio. Ainda, há águas pluviais que se precipitam sobre o platô e não há canaletas para coletá-las e, por isso seguem diretamente ao rio.

A falta de cobertura do lixo no aterro, imediatamente ao momento de sua chegada, traz dificuldades enormes ao gerenciamento ambiental eficiente. A enxurrada carrega materiais do lixo sobre a superfície, aumenta a infiltração da chuva no platô, o que aumenta a quantidade de chorume. Soma-se a isso, o fato de que os ventos, que são frequentes em direção ao bairro Parque Guarani, podem carrear partículas do lixo, por ação eólica a esse bairro, além de odores.

A falta de uma cobertura final compactada e gramada sobre os platôs agrava os problemas causados pela ineficiência do sistema de drenagem superficial, provocando sulcos e

ravinamentos no platô e nos taludes das plataformas do aterro.

As cortinas verdes não estão instaladas em todo o perímetro da área do aterro. As cortinas verdes, instaladas entre o aterro sanitário e o bairro Parque Guarani, estão plantadas em nível topográfico inferior ao das plataformas do aterro.

Por isso, não cumprem eficientemente sua função como barreira sonora, de odores ou mesmo de particulados do lixo carreados pelos ventos. Isto está de acordo com as reclamações dos moradores desse bairro, que falam da grande quantidade de moscas, da formação de poeiras e do mal cheiro que vem do aterro.

A Prefeitura Municipal de Uberlândia obteve a Licença de Operação Corretiva - LO, junto ao COPAM, em 24/09/1997, com condicionantes e prazo de 4 anos para se adequar aos padrões de qualidade exigidos pelas normas ambientais. Entretanto, o empreendimento não se adequou às normas e não cumpriu as recomendações determinadas pelos pareceres técnicos de 27/05/1998, 07/03/2001, 08/08/2001 e 11/10/2001 do órgão fiscalizador estadual (Fundação Estadual do Meio ambiente - FEAM).

Em 07/03/2001, A Prefeitura Municipal foi notificada pela FEAM, que lavrou o auto de infração no. 086/2001, por “exercer atividades em desacordo com as condições estabelecidas na Licença de Operação”. Por tudo isso, e pelos resultados e análises apresentados neste relatório, concluímos que o aterro sanitário deve ser desativado.

São três, as diretrizes que podem ser apresentadas, a partir das conclusões deste capítulo. A primeira é o fechamento do aterro sanitário de Uberlândia, em um prazo mais curto possível, considerando o tempo necessário para a implantação de um novo aterro sanitário.

A segunda diretriz é o início imediato de estudos ambientais no município de Uberlândia, para a escolha de uma área, ambientalmente mais adequada, para a implantação do novo aterro sanitário, seguindo as recomendações técnicas das normas ambientais (ABNT, 1984).

A terceira diretriz é realizar monitoramento ambiental da área do atual aterro sanitário, bem como das duas áreas, anteriormente utilizadas para depósito do lixo da cidade, como determina a Lei.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR-8419** - apresentação de projetos para aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1984. 13p.

ASSUNÇÃO, W.L. Lixo. O que é lixo? Uberlândia. **Sociedade & Natureza**, 6(11/12), 1994.

BACCARO, C.A.D. As unidades geomorfológicas e a erosão nos chapadões do município de Uberlândia. **Sociedade & Natureza**, 5(11/12)18-33, 1994.

BARCELOS, J.H; CARNEIRO, J.C.C.; CARVALHO, P.F.; COSTA, J.L.R.; MARCONATO, J.C.; DE MAURO, C.A. Contaminação química de mananciais em Rio Claro (SP): a poluição ambiental por deposição de resíduos industriais no aterro da Granja Rosada, em Rio Claro (SP). **Sociedade & Natureza**, 9(18)25-39, 1997.

CLEPS Jr., J.; GUMIEIRO, G.D. A produção de resíduos sólidos urbanos em Uberlândia. Uberlândia. **Sociedade & Natureza**, 5(9/10) 81-86, 1993.

EIA-RIMA - Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto

Ambiental do Aterro Sanitário de Uberlândia, 1996.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Manual de métodos de análises de solos**. Rio de Janeiro. SNLCS. 1979.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª. Imp. Brasília. Embrapa Solos, 2000, 419 p.

KOIDE, S.; BERNARDES, R. S. Contaminação do lençol freático sob a área do aterro do jockey club, Distrito Federal. **X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**.

LIMA, S.C. Estudos ambientais na área do antigo aterro sanitário de Uberlândia. Uberlândia. **3º. Encontro do CEHAR**. Universidade Federal de Uberlândia, p. 13-14, 1989.

NISHIYAMA, L. Procedimentos de mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais do meio físico, em escala 1:100.000: aplicações no Município de Uberlândia - MG. São Carlos. Universidade de São Paulo - USP. **Tese de Doutorado**, 1998. p. 272.

PEJON, O.J.; ZUQUETTE, L.V.

Avaliação da metodologia utilizada para elaboração de cartas de risco potencial a erosão acelerada - área de São Pedro, São Paulo, Brasil, **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 10(19):79-91,1988,

PONÇANO, W.L.; KERTZMAN, F.F.; SALOMÃO, F.X.T. Fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos no desenvolvimento de boçorocas, na bacia do Peixe-Parapanema (SP), **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 1(2):97-106,1998.

ROSA, R.; LIMA, S.C.; ASSUNÇÃO, W.L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 3(5/6):91-108,1991.