

Elementos Geomorfológicos Aplicados À Amostragem Da Pluma De Chorume.

M.Sc. Kátia Valéria Silva Carvalho: katiacarvalhoo@yahoo.com.br

Dr^a. Cristina Helena R. R. Augustin. IGC – UFMG: chaugustin@igc.ufmg.br

Dr. Paulo Roberto Antunes Aranha. IGC – UFMG: aranha@igc.ufmg.br

Abstract

Garbage is one of the problems that affects environment, when discarded in inadequate places. This occurs due to leachate, a very polluting and contaminating type of liquid resulting from decomposition of garbage. In its process of percolation leachate contaminates the ground as well as the superficial and underground waters, causing physicochemical and biological alteration. The percolation of the leachate through the soil forms a plume of contamination which depends on the physical and chemical conditions of the underground of its percolation path. Therefore, local hydrogeology and the characteristics of the leachate determine the dispersion and the evolution of the plume. This work aims at investigating the importance of the geomorphologic aspects of the solid residues deposition site of the city of Ouro Preto /MG, and its relation to the evolution of the plume of contamination (leachate plume). The basic assumption for the investigation is that landform and the elements involved in their development and evolution and, such as geology, soils, vegetation cover and superficial and superficial water infiltration processes, have strong influence on the plume dynamics. Sampling was conducted along toposequences and soil collected at the central points of geomorphological sites. They were encountered through declivity measurements from six transects and were taken from top to the base of slopes. Ground penetration radar (GPR) was used to plot the form and limits of the contamination plume by leachate. Results show that the direction of the contamination plume flow is intrinsically connected to geomorphologic, pedology and geologic characteristics presented in the studied area. Thus, the use of the elements of relief can be assumed to choose the most adequate and economic place for the installation of monitoring points of contamination plumes. It also demonstrates that GPR is an effective tool in helping the research and control of plume contamination.

Key words: geomorphology; monitoring; plume of contamination.

Resumo

O lixo é um dos problemas que afeta o meio ambiente, quando descartado em locais inapropriados, em função da produção do chorume, um líquido altamente poluidor e contaminador, resultante da decomposição do lixo. O chorume, em seu processo de percolação contamina o solo, as águas superficiais e subterrâneas, ocasionando alterações físico-química-biológica no meio afetado. A percolação do chorume no solo forma uma pluma de contaminação que é dependente das condições físicos-químicas do meio percolado. Sendo assim, a hidrogeologia local e as características do chorume podem determinar a dispersão e a evolução desta pluma. O trabalho aborda a importância dos

aspectos geomorfológicos no sítio de deposição de resíduos sólidos do município de Ouro Preto/MG e sua relação com a evolução da pluma de contaminação (pluma de chorume). A metodologia utilizada considerou que o problema estudado apresentava relações entre os elementos geomorfológicos e geológicos aliados à vegetação, hidrografia, solo e clima. O método de investigação empregado deu-se ao longo de toposseqüências. A distribuição espacial dos pontos de amostragem ocorreu em função da de sítios geomorfológicos ao longo de seis transectos (alta, média e baixa vertente). Para mapear a pluma de contaminação por chorume foi utilizado o georadar ou radar de penetração do solo (GPR). Os resultados demonstram que a direção do fluxo da pluma de contaminação está intrinsecamente atrelada às características geomorfológicas, pedológicas e geológicas da área pesquisada. Sendo assim, torna-se possível à escolha mais adequada e econômica para a instalação de pontos de monitoramento da pluma de contaminação. O uso do GPR demonstrou a eficiência desse instrumento nesses tipos de pesquisa e na caracterização da dinâmica da pluma.

Palavras-chave: geomorfologia; monitoramento; pluma de contaminação.

1. Introdução

Devido ao grande desenvolvimento da medicina e da agricultura no séc. XX ocorreu um grande crescimento da população mundial, sendo que neste período, a população passou de 1 bilhão de pessoas para 6 bilhões de habitantes (IPT, 1998). Isto gerou uma produção de bens de consumo maior e conseqüentemente, uma maior produção de lixo.

Assim, para o descarte deste lixo produzido, muitas prefeituras adotam procedimentos simples e de baixo custo, como o despejo direto do resíduo sobre o solo ou então, a implantação de aterros controlados ou sanitário, que devido aos custos altos de manutenção, acabavam sendo transformados em lixões. O aumento da produção de lixo e a sua disposição final inadequada interferem significativamente no ambiente, levando a contaminação do ar, dos solos e das águas superficiais e subterrâneas. Sendo assim, é necessário adotar formas corretas para a destinação final do lixo urbano.

Portanto, os locais escolhidos para a instalação de aterros sanitários devem levar em consideração, principalmente, as características do meio físico. O que significa menores gastos com preparo, operação e encerramento do aterro e menores riscos à saúde pública e ao meio ambiente (poluição dos solos, das águas superficiais e subterrâneas).

As normas técnicas da ABNT (1985) citam que, os aterros deverão ser monitorados, mas não apresenta uma metodologia própria para isso. O monitoramento serve para conhecer e avaliar o impacto causado pelo empreendimento, devendo ser contínuo e

sistemático, contemplando a água intersticial do solo (zona saturada e aquífero) em pontos de amostragem dentro e fora do aterro, além de vistorias rotineiras nos pontos críticos da operação, tais como: drenagem, locais de erosão inicial, emissão de voláteis e particulados no ar e etc (IPT, 1998).

O chorume, líquido resultante da decomposição do lixo, quando infiltra no solo, gera uma pluma de contaminação. Cada pluma irá possuir características distintas, oriundas de diversos fatores, tais como: estrutura geológica, permeabilidade do material percolado, barreiras físico-químicas e biológicas, composição da água subterrânea, além de propriedades inerentes ao próprio chorume, como a viscosidade e a densidade (Barbosa & Otero, 1999).

Segundo Carvalho (2003), a localização e a caracterização geomorfológica das áreas de depósitos de resíduos sólidos constituem elementos importantes não só para explicar o comportamento da água de superfície e subsuperfície, mas também para orientar a amostragem. A evolução da pluma de contaminação relaciona-se ao modelado da região em que se encontra o sítio de deposição dos resíduos. Ou seja, as características do chorume, juntamente com os aspectos geomorfológicos e hidrogeológicos do local, a composição do resíduo e as condições climáticas podem determinar a dispersão e a evolução da pluma contaminante. O movimento de fluxo do aquífero e sua composição química são indispensáveis para se conhecer o direcionamento da pluma, uma vez que esta pode ser influenciada pelas irregularidades do substrato rochoso e pela oscilação do nível freático (NF). Sendo assim, têm implicações diretas na forma, intensidade e quantidade da contaminação da pluma de chorume. A identificação e delimitação das zonas contidas na pluma são necessárias para se definir o grau do impacto no ambiente e as medidas a serem adotadas como remediação do meio poluído.

A Geomorfologia fornece informações sobre as formas e a dinâmica do relevo. As características do terreno (declividade, forma, comprimento das encostas, processos erosivos, etc.) e o tipo de chuva são fatores determinantes nos percursos das enxurradas e na capacidade de infiltração das águas superficiais. A velocidade do escoamento superficial apresenta-se diretamente proporcional à inclinação da superfície. Quanto maior o desnível, maior será a velocidade do fluxo de água. O tipo de solo também interfere diretamente na capacidade de percolação do chorume, sendo preferível, os solos de baixa permeabilidade. A textura, granulometria, porosidade e estrutura são características do solo que irão determinar a

capacidade deste diminuir ou acelerar os processos de percolação de líquidos (chorume e água da chuva), de modo a reter ou liberar certos elementos químicos presentes no chorume.

A pesquisa foi realizada no sítio de deposição de resíduos sólidos urbanos de Ouro Preto/MG. Inicialmente, a área foi projetada para ser um aterro sanitário, sendo transformada em um “lixão”. Durante a execução dos trabalhos de campo, o local encontrava-se em transição de “lixão” para aterro controlado. Ouro Preto localiza-se no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais. Possui uma população total de 66.259 habitantes. Em 1999, o lixo produzido no município era de 24.591 kg/dia, sendo coletados apenas 18.300 kg/dia. A geração de resíduos sólidos em Ouro Preto variava de 0,50 kg/hab a 0,75 kg/hab em alta temporada turística (Rezende, 1999).

O “lixão” de Ouro Preto, também conhecido como aterro do Marzagão ou aterro da Rancharia, localiza-se a 10 km do centro da sede municipal e possui 12 hectares. É um empreendimento classificado como de Porte Médio, com quantidade operada (QO) na faixa $10 \text{ t/dia} < \text{QO} < 70 \text{ t/dia}$, com potencial poluidor e degradador de valores médios no ar, na água, no solo e em geral (FEAM, 1998).

Antes da implantação do aterro sanitário foram realizados estudos técnicos preliminares, que abordavam os aspectos geológico-geotécnico. O nível freático encontrava-se com profundidades superiores a 12,0 metros e o substrato apresentou baixa permeabilidade, o que permitiu o lançamento direto dos resíduos sólidos sobre o terreno. O aterro foi proposto como um sistema integrado de células de lixo (sistema de drenagem em espinha de peixe) e confinados por uma camada de solo remobilizado, com recirculação do chorume coletado e, com vida útil prevista para 15 anos (Gomes et al, 1998).

Segundo Rezende (1999), desde a implantação do aterro, em setembro de 1996, este operou como um aterro controlado. Em fevereiro de 1997, devido à precariedade de seu manejo, esse foi transformado num “lixão”. Em 2002, a capacidade de deposição do aterro foi ultrapassada, sendo o lixo depositado fora dos limites proposto em projeto.

Segundo Carvalho (2003): *Geomorfologicamente, o sítio do “lixão” se caracteriza por ser uma elevação de contorno complexo, com diversos e pequenos anfiteatros, onde se tem um vale encaixado entre morros. No morro mais ao norte, tem-se o divisor de águas dos córregos da Rancharia e do Marzagão; o morro mais ao sul é divisor de águas das bacias da Rancharia e da Boa Vista. O anfiteatro possui linhas de drenagem bem demarcadas, conforme*

facilidade oferecida pela rocha intemperizada. O ponto mais alto situa-se a 1.437 metros (interflúvio Rancharia - Boa Vista) e o mais baixo, aproximadamente a 1.370 metros, próximo à saída do “lixão”.

O “lixão” de Ouro Preto localiza-se na cabeceira do Córrego da Rancharia (direção NW-SE), sendo o local divisor das sub-bacias dos córregos da Rancharia, Marzagão e Boa Vista (figura 1).

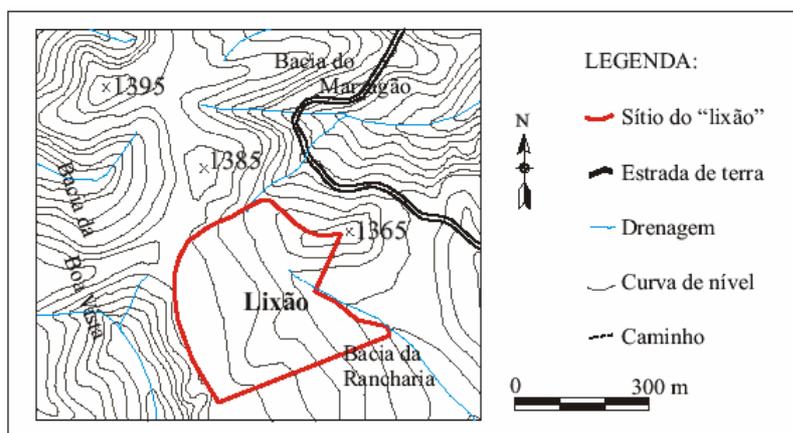


Figura 1: Parte de mapa topográfico que se insere o “lixão” e arredores.
Escala gráfica (Fonte: Carvalho, 2003).

A região à montante da cabeceira do “lixão” (NW-N) é divisora das bacias da Rancharia, Boa Vista e Marzagão. O terreno possui grande desnível e deslizamentos, onde se observam filitos, manchas de canga e afloramentos rochosos. Ao norte do “lixão” tem-se uma das nascentes que formam o córrego do Marzagão. A vegetação é densa e concentrada, com matas ciliares, próprias de locais úmidos e que apresentam curso d’água e nascentes. Observam-se Latossolos, solos mais espessos e evoluídos, o que pode caracterizar o local como área de recarga (Carvalho, 2003).

2. Metodologia

Foi usado um mapa topográfico detalhado do terreno (esc.: 1:1.000), no qual demarcou-se os divisores e escoamento de águas pluviais ocorridos pelo sítio do aterro, sendo os locais mais representativos os escolhidos para serem trabalhados. O método de investigação empregado deu-se ao longo de topossequências (EMBRAPA, 1995), no qual foram escolhidos seis transectos, abrangendo da alta até a baixa vertente. Os transectos foram executados em vertentes naturais e não naturais, em terrenos que sofreram cortes para

material de empréstimo. Devido às características geomorfológicas do sítio do “lixão”, este foi dividido em compartimentos. Foi também realizado um levantamento pedológico do sítio do aterro (12 hectares), visando estabelecer o comportamento do solo em relação a sua drenagem.

O georadar foi usado para fornecer dados que de alguma forma pudessem contribuir para determinar os locais que estejam sob a influência da pluma de contaminação. As seções de radargramas obtidas no campo correspondem, em grande parte, aos transectos realizados para solos, além de abranger também, parte do maciço de resíduos e locais a jusante deste, próximo à base da célula de lixo e do escoamento do chorume. Os perfis de georadar foram obtidos transversalmente a célula de lixo, abrangendo um total de quatro vertentes e quatro amostragens, sendo duas na célula de lixo e duas a jusante da mesma.

3. Resultados e discussões

Na tabela 1 encontram-se descritas as vertentes amostradas e sua relação com o meio. As seções de georadar seguem a mesma seqüência, sendo executadas também sobre o lixo sotoposto. Nas vertentes, considerou-se a situação e declividade, relevo, litologia, processos erosivos, altitude, uso do solo e vegetação. Os horizontes diagnósticos dos solos foram descritos conforme o tipo de drenagem do perfil, litologia, textura, estrutura, cor, consistência, quantidade de matéria orgânica presente e transição para o horizonte inferior.

Na área pesquisada foram detectados diversos tipos de solos (menos evoluídos aos mais evoluídos). A ocorrência de diferentes classes de solos numa área tão pequena é resultante da variedade litológica e morfológica do terreno. Os perfis pedológicos se modificam conforme as características do material de origem, relevo (posição na vertente), clima e cobertura vegetal, o que irá influenciar na capacidade de retenção ou escoamento da água de chuva, de modo a determinar maior ou menor drenagem do perfil de solo e, conseqüentemente, na capacidade de suporte do mesmo em relação aos processos erosivos.

No sítio do aterro, observam-se vertentes com radiais convexas e contornos côncavos, que atuam como canalizadoras de águas pluviais e também, vertentes radiais convexas e contornos lineares, que favorecem a dispersão e perda de água pelo sistema. A intensidade e distribuição das chuvas, o tipo de solo e sua condição quanto à estruturação, teor de umidade presente e permeabilidade são fatores fundamentais no sistema de drenagem das

vertentes. Com relação à morfologia das vertentes, a declividade, o comprimento e a forma das encostas também exercem efeitos importantes.

Vert.	Comp.	Perfil	Relevo	Litologia	Posição na Vertente/ declividade	Forma	Talvegue/ Interflúvio	Vegetação
V1	3B	P1	Ondulado	Xisto e quartzito	Alta - 14	Convexa	Talvegue	Campo sujo
	3B	P2	Ondulado	Xisto	Alta - 12	Côncava	Talvegue	Campo sujo
	3A	P3	Suave ondulado	Colúvio	Média - 4 a 5	Retilínea	Talvegue	Eucalipto
	1	P4	Suave ondulado	Colúvio	Média - 4	Retilínea	Talvegue	Eucalipto
V2	3B	P5	Ondulado	Xisto e quartzito	Alta - 11	Retilínea	Interflúvio	Campo sujo
	3B	P6	Ondulado	Quartzito	Média - 9	Retilínea	Interflúvio	Campo sujo
	3B	P7	Ondulado	Quartzito-sericita-xisto	Média - 12	Retilínea	Interflúvio	Campo sujo
V3	3B	P8	Ondulado	Xisto e quartzito	Alta - 12	Convexa	Talvegue	Campo de altitude
	3B	P9	Forte ondulado	Quartzito canga	Alta - 21	Retilínea	Talvegue	Campo de altitude
	3A	P10	Ondulado	Colúvio	Média - 15	Côncava	Talvegue	Eucalipto
V4	2	P16	Forte ondulado	Quartzito	Alta - 31	Convexa	Interflúvio	Campo de altitude
	2	P17	Ondulado	Quartzito	Média - 18	Retilínea	Interflúvio	Campo sujo
	2	P18	Ondulado	Quartzito-sericita-xisto	Média - 12	Retilínea	Interflúvio	Campo sujo
V5	2	P14	Ondulado	Quartzito	Alta - 18	Retilínea	Talvegue	Campo sujo
	2	P15	Ondulado	Quartzito	Média - 19	Retilínea	Talvegue	Campo sujo
V6	2	P11	Ondulado	Xisto e quartzito	Alta - 15	Convexa	Interflúvio	Campo de altitude
	2	P12	Ondulado	Xisto e quartzito	Alta - 12	Retilínea	Interflúvio	Campo Sujo
	2	P13	Ondulado	Quartzito-sericita-xisto	Média - 15	Retilínea	Interflúvio	Campo sujo

Tabela 1: Características ambientais das vertentes amostradas na área de pesquisa (Fonte: Carvalho, 2003).

Pelo fato do maciço de lixo estar situado num fundo de vale, durante um evento chuvoso, a declividade da área associada aos solos mais jovens e rasos nas partes média e alta das encostas, fazem com as vertentes que se encontram ao redor desse contribuam de maneira efetiva com parte de seu escoamento, tanto superficial como subsuperficial. O escoamento das águas pluviais nas encostas em direção a célula de lixo dá-se através da infiltração pelo perfil de solo e por escoamento concentrado ou em lençol sobre as vertentes.

O chorume de lixo, por si só, mesmo que lentamente, possui a capacidade de infiltrar e percolar no substrato. Com a adição da água pluvial, este mecanismo é acelerado, causando problemas de contaminação do perfil de solo, além das áreas a jusante do maciço de lixo, uma vez que ocorrem o escoamento superficial e subsuperficial do chorume.

A percolação do chorume no maciço e adjacências relaciona-se diretamente com a capacidade de retenção dos materiais utilizados no recobrimento do lixo e dos solos próximos à célula de resíduos. Solos arenosos apresentam baixa capacidade de retenção de líquidos, sendo propícios a uma infiltração mais rápida no perfil. Nos solos argilosos, o processo de infiltração será mais lento, com retenção da mistura água e/ou chorume, tornando o maciço de

lixo mais úmido ou saturado. Outro aspecto considerado é o tipo de rocha presente no local (quartzitos, filitos, xistos e mica-xistos) e a ocorrência de fraturas no substrato, conforme dados obtidos com o georadar. Tais fraturas também foram visualizadas abaixo do maciço de lixo e próximas a este, contribuindo e facilitando a entrada do percolado no substrato.

Na vertente 1 ocorrem dois comportamentos distintos: a alta vertente não está sob a influência da pluma de contaminação; a baixa vertente que abrange parte do fundo de vale e que é local de escoamento superficial do chorume, encontra-se sob influência da pluma de chorume. Com relação à forma apresentada pela pluma é possível que esta esteja na zona saturada, uma vez que no canal de drenagem superficial, o chorume encontra-se sempre escoando, levando a saturação do fundo de vale, com conseqüente lixiviação dos elementos contaminantes para as áreas mais inferiores do mesmo (figura 2).

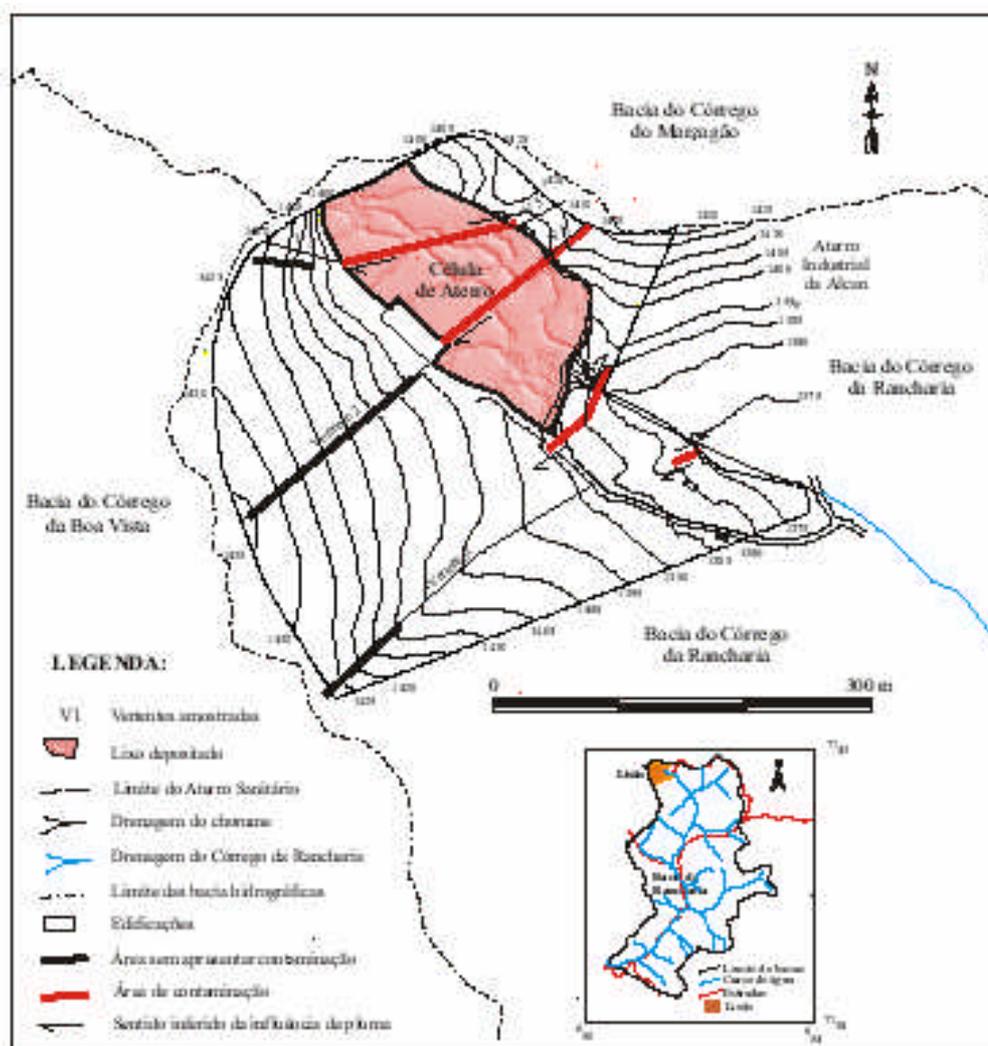


Figura 2: Evolução da pluma de chorume na área de pesquisa (Fonte: Carvalho, 2003).

Os resultados mostram que o segmento que abrange a vertente 2, o maciço de lixo, não vem sofrendo influência do contaminante. Entretanto, tanto a célula de lixo, quanto a vertente 6, encontram-se sob influência de contaminação. Em um pequeno trecho não amostrado (30 metros), que une a vertente 2 a célula de lixo, observa-se, próximo a célula de resíduos, uma área de diluição da pluma de chorume, demonstrando não existir qualquer relação entre a pluma de contaminante e a vertente 2. Isto indica que a relação entre o tempo decorrido da deposição dos resíduos e o tempo de capacidade de infiltração do percolado é insignificante e/ou que as características hidrogeológicas e geomorfológicas do local não permitem que ocorra o avanço da pluma. A pluma de chorume mapeada encontra-se além dos limites do depósito de resíduos, adentrando pelo substrato (figura 2).

O segmento que abrange parte da vertente 3, a célula de lixo que interrompe próximo à base da vertente 5, apresenta evidências de que na vertente 3 não se observa locais contaminados pelo chorume. Entretanto, em razão da dificuldade encontrada em campo, não foi possível amostrar cerca de 40 metros entre a vertente 3 e a célula de lixo. A área investigada sob o maciço de lixo mostra que foi possível visualizar a célula preenchida com resíduos, além da presença de fraturas no substrato, o que contribui para a infiltração e migração do chorume e zonas de contaminação. A pluma de contaminação em determinado trecho, próximo a célula de lixo acompanha parte do relevo (ascendente), o que pode ser resultado do represamento do chorume percolado e/ou escoado através do talude de lixo, migrando o mesmo por capilaridade, uma vez que o local encontra-se saturado (figura 2).

Nas seções de radar executadas à jusante da célula de resíduos, transversalmente à drenagem do chorume, observa-se que a pluma de contaminação é proveniente diretamente tanto do escoamento superficial do chorume, quanto do meio saturado. Indiretamente, a pluma parece ser resultante da célula de resíduos na qual ocorre o fluxo vertical na zona não saturada. O mesmo passa, a ser horizontal quando em ambiente saturado, o que permite inferir que a pluma encontra-se em movimento, em direção aos locais mais baixos (figura 2).

Conforme observado na área de pesquisa, durante todo o ano, independente da época do ano, o maciço encontra-se saturado, uma vez que o chorume brota em alguns pontos do talude de lixo e também, na base do mesmo, com volume escoado maior. O processo de escoamento do chorume está relacionado ao próprio lixo, aos materiais utilizados no seu recobrimento e, principalmente, à obstrução do sistema de drenagem do chorume, além da não execução de novos drenos. Também, os materiais usados no recobrimento do lixo, ou

seja, solos e rochas alteradas, devido aos finos presentes em sua composição, argila e silte, podem ter colaborado para o entupimento dos drenos.

A análise dos radargramas indica que nos locais em que o lixo encontra-se confinado, ocorre migração do chorume pelas laterais do talude de lixo, demonstrando que o mesmo infiltra-se na célula de lixo em direção ao substrato, e que, quando em contato com locais que oferecem maior facilidade de percolação, passa a adotar esta nova direção de fluxo (figura 2). A figura 2, com os perfis amostrados com o georadar, as zonas que apresentam influência da pluma de contaminação e as que não estão contaminadas. Observa-se pelas setas os locais que a pluma de chorume tende a migrar pelo substrato, em direções que ultrapassam a própria célula de lixo.

Devido à precipitação direta da chuva no maciço de lixo e a contribuição do escoamento superficial e subsuperficial das vertentes, ocorre um aumento considerável no volume do chorume produzido, ampliando, assim, a capacidade de contaminação do meio. A produção do percolado está diretamente ligada ao tamanho da pluma produzida. Um volume menor de chorume implica numa pluma de contaminação menor ou mais concentrada. Grandes quantidades de chorume correspondem a zonas de contaminação maiores.

O próprio meio possui a capacidade de atenuar alguns contaminantes presentes na pluma de chorume. Porém, esta capacidade relaciona-se com a quantidade de contaminantes presentes, com a forma do relevo onde se insere a atividade poluidora, os tipos de solos, a existência ou não de fraturas, e principalmente, com a implantação de medidas preventivas tomadas antes da instalação do empreendimento.

Concomitante à lixiviação dos contaminantes presentes na pluma, ocorrem reações físico-químicas no meio (material de recobrimento da célula de resíduos, solos adjacentes e substrato) que permitem a atenuação de muitos contaminantes presentes nos solos, na zona não-saturada e na zona saturada do substrato. A granulometria dos solos é muito importante, pois a capacidade de infiltração e percolação do chorume está diretamente atrelada a ela. Muitos solos da área de pesquisa usados como material de recobrimento do lixo possuem grandes teores de materiais finos (argila), que permitem a retenção de alguns elementos contaminantes, uma vez que estas argilas atuam como um filtro em relação à percolação do chorume. Entretanto, outros tipos de solos com estrutura do tipo granular em grumos utilizados, são considerados muito porosos, facilitando a infiltração do percolado pelo maciço, adjacências e substrato.

A topografia é o aspecto da maior relevância e mostra de modo geral, que os locais ao redor da célula de lixo localizados no nível superior aos do depósito de lixo, encontram-se em sua maioria, livres de contaminação. O percolado presente na célula de resíduos faz com que em locais de fraturas, ocorra uma maior contribuição para o escoamento subsuperficial do mesmo. A célula de resíduos não possui espessura constante, uma vez que próximo à base desta, tem-se uma maior espessura.

Na figura 3, de montante para jusante na célula de lixo, observa-se que a área contaminada profundidade em torno de 27 metros (talude de lixo mais substrato rochoso), não sendo possível distinguir a célula de lixo do substrato rochoso, formando ambos, um único corpo em relação aos contaminantes presentes. A espessura máxima do lixo depositado foi inferior a 20 metros. À medida que se distancia do “lixão”, a pluma de contaminação tende a diminuir em profundidade, alcançando cerca de 15 metros de espessura. Todo o maciço de lixo investigado encontra-se contaminado. A pluma de chorume segue a conformação do relevo, acompanhando o antigo leito do córrego da Rancharia, tendendo a se neutralizar, à medida que se afasta do “lixão”.

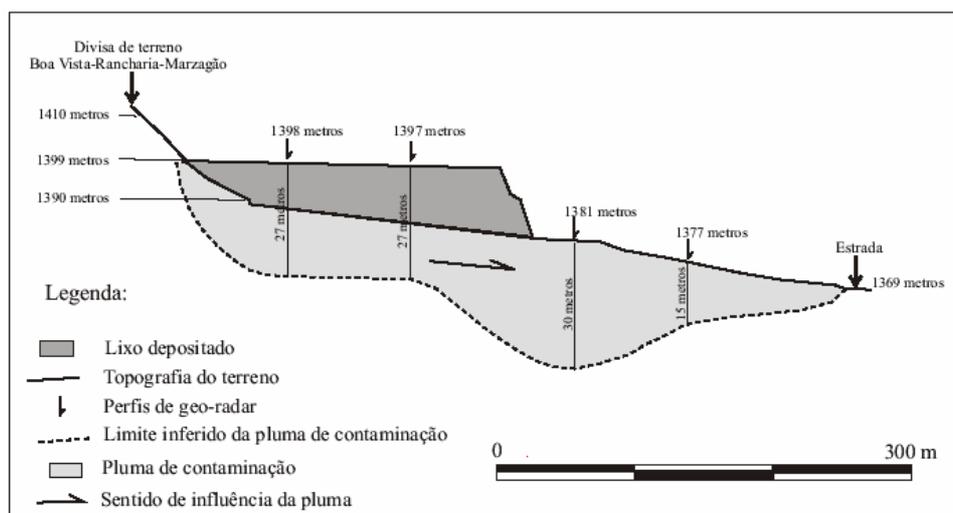


Figura 3: Evolução da pluma de chorume na área de pesquisa (Fonte: Carvalho, 2003).

Para se ter um controle adequado da área impactada, deve-se adotar outros mecanismos de controle dos contaminantes, tais como a instalação de poços de monitoramento para as águas subterrâneas (piezômetros), monitoramento das águas superficiais do aterro, monitoramento das águas fluviais próximas ao empreendimento, monitoramento dos gases, etc. No caso do “lixão” de Ouro Preto, o sistema de monitoramento

a ser instalado na área de pesquisa deverá conter diversos pontos de amostragem localizados a montante e a jusante do “lixão”. A escolha dos pontos deve ocorrer em função do relevo e dos solos presentes, uma vez que o “lixão” ultrapassou o divisor de águas Rancharia-Marzagão.

4. Conclusões

A pesquisa correlacionou os aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos do terreno de deposição de lixo, em Ouro Preto/MG, visando estabelecer interferências desses aspectos com a evolução da pluma de contaminação. Relacionou as características de superfície e subsuperfície com a dinâmica da superficial e subsuperficial das águas pluviais, uma vez que esta tem implicação direta na evolução da pluma de contaminação, pois quanto maior a produção do chorume de lixo, maior será o percolado disponível. Foram identificados indicadores geomorfológicos/pedológicos/geológicos como representativos do comportamento da pluma. Identificou-se, ainda, as características da subsuperfície das vertentes e da célula de disposição dos resíduos sólidos, através de dados obtidos com o georadar.

Levando em consideração apenas as feições morfológicas do terreno, torna-se evidente a mesma deveria ter sido imediatamente descartada, quando da escolha da área. Em primeiro lugar, porque o local encontra-se próximo a três divisores de águas e, sobretudo, no fundo de um vale, que anteriormente era uma das nascentes do córrego da Rancharia. Como as características do relevo não foram levadas em consideração, deveria ter sido adotado alguns cuidados simples de engenharia, como o monitoramento, de modo a controlar e minimizar os impactos que poderiam vir a ocorrer. A área que foi projetada para ser um aterro sanitário passou a ser um aterro controlado e em seguida, um “lixão”.

A pluma de chorume foi mapeada utilizando-se o georadar, que permite a leitura direta do subsolo, sem a necessidade de se fazer furos de sondagens e análises químicas. O georadar se mostrou uma ferramenta útil na investigação de zonas de contaminação por chorume, além de possuir um custo relativamente baixo, se comparado a outros instrumentos, o que torna possível a escolha de pontos adequados ao monitoramento da área.

A pluma de contaminação ocupa área bem maior do que a originalmente destinada a receber os resíduos sólidos, resultando em um maior impacto causado ao meio ambiente e, conseqüentemente, em maior custo de recuperação. Este custo pode ser contabilizado em relação ao tempo necessário para que o ambiente seja capaz de eliminar de forma lenta e

contínua os contaminantes presentes, ou por intervenção antrópica, o que necessitaria de técnicas específicas e muitas vezes caras, o que poderia inviabilizar a recuperação do local.

5. Bibliografia

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1985) NBR-8849: Apresentação de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos – Procedimento. Rio de Janeiro. 9p.
- Augustin, C. H. R. R. (1979) A preliminary interacted survey of the natural resources near Alcantarilla, Southeast Spain. 322p. Dissertação de Mestrado, University of Sheffield, Sheffield, UK.
- Barbosa R. M. & Otero, M. F. (1999) Caracterização da pluma de poluição originada por depósito de lixo urbano. *Geochimica Brasiliensis*, Brasil. 51-65.
- Carvalho, K. V. S. (2003) Condicionantes superficiais e subsuperficiais na evolução da pluma de contaminação no “Aterro da Rancharia”, Ouro Preto/MG: estudo de caso utilizando o geo-radar (GPR). 131p. Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1995) Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos. Brasília. 116 p.
- Fundação Estadual do Meio Ambiente. (1998) Licenciamento Ambiental: coletânea de legislação (org.). Projeto Minas Ambiente. Belo Horizonte.
- Gomes, R. C.; Ribeiro, L. F. M. & Lopes, M. C. O. (1998) Concepção, Projeto e Implantação do aterro sanitário de Ouro Preto / MG. XI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Brasília, (3): 1885-1891.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. (1998) Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo. 278p.
- Rezende, R. A. (1999) Diagnósticos do Serviço de Limpeza Pública de Ouro Preto. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.