

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Implicações Ambientais na Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos

Dejanira Saldanha, Maria Do Carmo Lima E Cunha, Flavio Antônio Bachi, Laurindo Guasseli
Pesquisas em Geociências, 20 (2): 101-106, Set./Dez., 1993.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21267>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos

UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - Set./Dez., 1993.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Implicações Ambientais na Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos

DEJANIRA L. SALDANHA¹, MARIA DO CARMO LIMA E CUNHA¹, FLAVIO ANTÔNIO BACHI¹, LAURINDO GUASSELLI² E ÁLVARO HEIDRICH¹

¹ Instituto de Geociências, UFRGS, Caixa Postal 15001, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

² CEPRSM, UFRGS, Caixa Postal 15044, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

(Recebido em 10/09/93. Aceito para publicação em 07/04/94.)

Abstract – This paper refers to the study of areas to implement a sanitary landfill in Porto Alegre, Brazil. The sites considered to cause the least impact were selected by using remote sensing and analysis of municipal legislation and environmental protection agency rules. The initial criteria - dimension, level of degradation and land use in the vicinity led to the selection of five (5) sites that are old stone-quarries, active stone-quarries and sites without specific use. Based on the study of different physical conditions - climate, basically winds, geomorphological aspects (slope, altitude and drainage), geological features (lithology, soil, faulting and alteration levels) and vegetation, the authors suggest the area which will have the least impact on the environment although the longer distance from waste producing areas increases the costs of treatment. Considering its geographic situation and physical conditions, the county of Porto Alegre does not have any site which might be fully appropriate for this purpose. Therefore, the government should find new alternatives for the disposal of urban solid waste.

Resumo – Este trabalho trata do estudo de áreas para a implantação de um aterro sanitário no município de Porto Alegre, Brasil. Os locais considerados menos impactantes, foram selecionados por sensoriamento remoto e análise das normas vigentes na legislação municipal e nos órgãos de proteção ambiental. Os critérios iniciais, dimensão, grau de degradação e uso do solo no entorno, levaram à seleção de 5 locais que se constituem em antigas pedreiras e/ou saibreiras, desativadas e/ou em atividade, e aqueles sem uso específico do solo. A partir do estudo do condicionamento físico destas cinco áreas, ou seja, análise do clima (basicamente ventos), aspectos geomorfológicos (declividade, altitude e drenagem), características geológicas (litologia, solo, graus de fraturamento e alteração) e vegetação, foi possível sugerir qual área se apresenta como a alternativa menos impactante ao ambiente, embora a mesma esteja bastante distanciada do maior centro produtor de lixo, o que eleva os custos de tratamento dos resíduos sólidos devido ao transporte. Considerando a situação geográfica e o condicionamento físico dos vazios urbanos do município de Porto Alegre, conclui-se que não existem espaços totalmente adequados para esse fim que atendam as necessidades do referido município. Cabe, pois, aos órgãos governamentais buscar novas alternativas para a destinação dos resíduos sólidos urbanos.

INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, os modelos de destinação e tratamento dos resíduos sólidos têm sido utilizados de forma pouco adequada, na medida em que não existe um aprofundamento científico de metodologias que busquem o entendimento de sua desagregação e decomposição ao longo do tempo e do espaço. Isto porque a destinação destes resíduos está quase sempre associada a locais de menor valorização urbana e consequente instalação de uma população de baixa renda e sem forte representação política.

Em termos gerais, os resíduos podem ser considerados como todo e qualquer material indesejável e descartável, oriundo de atividades domésticas, urbanas, industriais e agrícolas, e que ocorrem sob forma líquida, sólida e gasosa.

Os resíduos sólidos podem ser classificados baseados em suas propriedades, composição e fonte. No entanto, para que se estabeleça qual a forma de destinação mais adequada é necessário que se conheça o tipo de material que é produzido como resíduo sólido. Atualmente, a proporção de papel, papelão, vidros e plásticos, tem aumentado em relação aos resíduos orgânicos, significando uma taxa maior de aumento de material combustível (Archer *et al.*, 1987).

No Brasil, ao longo das últimas décadas, as formas de tratamento dos resíduos sólidos urbanos têm se restringido a soluções imediatistas, como: lixões (disposição a céu aberto), aterros controlados e aterros sanitários.

Os **lixões**, forma primitiva e altamente nociva de disposição dos resíduos, ainda são amplamente encarados como uma solução paliativa. Seus baixos custos imediatos incentivam a sua implantação, permitindo que os órgãos administrativos municipais não considerem propostas alternativas mais eficazes e menos prejudiciais à população. No entanto, as conseqüências desta maneira de disposição de lixo, embora não perceptíveis à primeira vista, tornam o orçamento público cada vez mais elevado, tanto a nível de saúde pública, como de recuperação ambiental.

Os **aterros controlados** são também amplamente utilizados e consistem na abertura de valas onde o lixo é depositado e em seguida coberto pela própria terra retirada (Prado Filho, 1991).

Os **aterros sanitários**, segundo o autor acima, consistem na disposição adequada e metódica de camadas de lixo compactado, alternadas com camadas de argila. Podem ser implantados em áreas degradadas, para sua recuperação, ou em terrenos sem uso adequado. Neste caso, estudos das condi-

ções físicas do local, são necessários, principalmente para evitar a infiltração dos líquidos provenientes da degradação da matéria orgânica. A disponibilidade de material selante utilizado como cobertura dos resíduos é outro fator que deve ser levado em consideração.

No caso específico de Porto Alegre os **incineradores** foram por algum tempo considerados uma alternativa viável, mas as conseqüências somente puderam ser avaliadas pela atividade repetitiva do processo, cujos resultados causaram poluição atmosférica que, somada aos altos custos de instalação e operação, foi o motivo de seu abandono, salvo no caso de lixo especial, como o de origem hospitalar.

Ainda como alternativa surgiu em 1925, em São Paulo, a utilização do lixo como matéria prima para adubo orgânico, sendo considerado este processo o embrião da idéia da **reciclagem** e o entendimento do lixo não como resíduo descartável, e sim como fonte de matéria prima (Ogata, 1983). Esta idéia somente foi retomada no Brasil a partir dos anos 70 pela implantação das usinas de reciclagem, método este considerado por muitos especialistas, como o mais adequado sob o ponto de vista ambiental e social (Ogata, *op. cit.*).

O CASO DE PORTO ALEGRE

Por solicitação do Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) de Porto Alegre, RS, foi realizado pelos autores deste trabalho, no ano de 1992, um estudo de áreas cujas características geológico-ambientais permitissem que as mesmas fossem consideradas locais propícios à implantação de um aterro, para atender às necessidades do referido município.

Em Porto Alegre a destinação final dos resíduos sólidos tem sido motivo de discussões por parte dos órgãos competentes, na busca de alternativas menos impactantes ao meio. No entanto, dada a grande produção dos resíduos (1.500 t/dia) e a quase ausente conscientização da população no que diz respeito a este problema, resta ao DMLU, no cumprimento de suas atribuições, a implantação de um aterro sanitário como uma solução viável no momento.

Com a finalidade de atingir os objetivos propostos pelo DMLU e a partir de discussões com técnicos deste órgão, foram estabelecidos parâmetros físicos prévios e seguidos os critérios exigidos pela legislação vigente para a seleção de áreas sujeitas à implantação e instalação de aterro sanitário.

Os parâmetros físicos constaram de: delimitação dos vazios urbanos, análise do clima (basicamente direção dos ventos), aspectos geomorfológicos (declividade, altitude, drenagem), natureza do substrato (tipo litológico, solo, graus de fraturamento e de alteração) e vegetação.

Dentre as exigências legais foram consideradas: 1) o atendimento ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Porto Alegre - PDDU - no que se refere às atividades permitidas para o uso do solo; 2) as normas constantes na ABNT e da Fundação Estadual de Proteção ao Ambiente Natural - FEPAN - e 3) a seleção de áreas, cuja dimensão mínima unitária atenda a uma demanda de 1000 t diária e com vida útil maior ou igual a 5 anos.

Ressalta-se que a escolha destas áreas deve recair, preferentemente, em locais já degradados por ação antrópica, desde que as mesmas sirvam para tal finalidade.

Metodologia e Área de Abrangência

A metodologia empregada constou de três etapas:
– análise de imagem TM do satélite LANDSAT 5, ca-

nais 347 (BGR), datada de 16.09.90 e codificada no WRS sob o número 221/81, em escala 1:25000, no Sistema Interativo de Tratamento de Imagem - SITIM - do Centro Estadual de Pesquisa em Sensoriamento Remoto e Meteorologia - CEPRSM - da UFRGS. A composição colorida utilizada ressalta, pela coloração azul, as áreas degradadas ou ocupadas pela malha urbana. A elevada refletância destes alvos, neste comprimento de onda, indica ausência de vegetação e baixa retenção de umidade, sendo estes dois parâmetros identificados nos canais 4 e 7, respectivamente. As áreas densamente vegetadas aparecem, nesta composição, com coloração verde, por ser a refletância no infravermelho próximo bastante elevada. O canal 7, infravermelho médio, sendo a banda de absorção da água, diminui o padrão de refletância nas áreas onde a retenção de umidade é maior.

O padrão textural das imagens permitiu identificar locais de deposição aluvionar e áreas graníticas. Aspectos geomorfológicos (elevações e depressões) foram também observados a partir do sombreado na imagem. Lineamentos estruturais são ressaltados pelo encaixe linear da drenagem e pela maior densidade de vegetação, além do padrão reticulado gerado por pequenas cristas e sulcos topográficos, com continuidade ao longo de diferentes feições geomorfológicas;

– análise dos dados obtidos na Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SMAM – relativos à localização de pedreiras, saibreiras e olarias em atividade e/ou paralisadas e,

– trabalhos de campo que foram realizados na busca da identificação de parâmetros físicos das áreas potenciais e de sua situação relativa às áreas vizinhas, no que concerne aos diferentes usos atuais do solo.

O resultado analítico dos dados acima tornou evidente que a disposição geográfica de Porto Alegre, aliada às diretrizes determinadas pelo seu plano diretor, restringe a utilização dos “vazios urbanos” da região metropolitana para a deposição de resíduos.

Visto que as unidades convencionadas pelo plano diretor do município como territoriais seccionais intensivas não podem ser utilizadas para a implantação de aterros sanitários, os locais com possibilidade de uso para este fim ficam assim limitados às unidades territoriais extensivas e rurais.

Outro fator que foi considerado é o que se refere ao clima predominante na região. A posição latitudinal de Porto Alegre, 30° Sul, e o clima sub-tropical úmido, definem o verão como a estação em que o tempo é mais estável e com predomínio de alta pressão. Ou seja, é neste período em que podem se concentrar próximo à superfície, partículas e gases gerados por poluentes. No outono e na primavera, a possibilidade de dissipação é maior devido às passagens de frentes frias na região, que originam instabilidades.

No inverno, como a direção predominante das frentes é de oeste, a área de maior densidade populacional situa-se antes (a barvalento) das áreas propícias à implantação de aterros sanitários. Como os ventos que predominam ao longo do ano e ainda, na primavera, verão e outono, são leste e leste-sudeste, a área urbana é atingida posteriormente (a sotavento) dos locais mais indicados.

Resultados obtidos

Pela análise da imagem verificou-se que a disposição

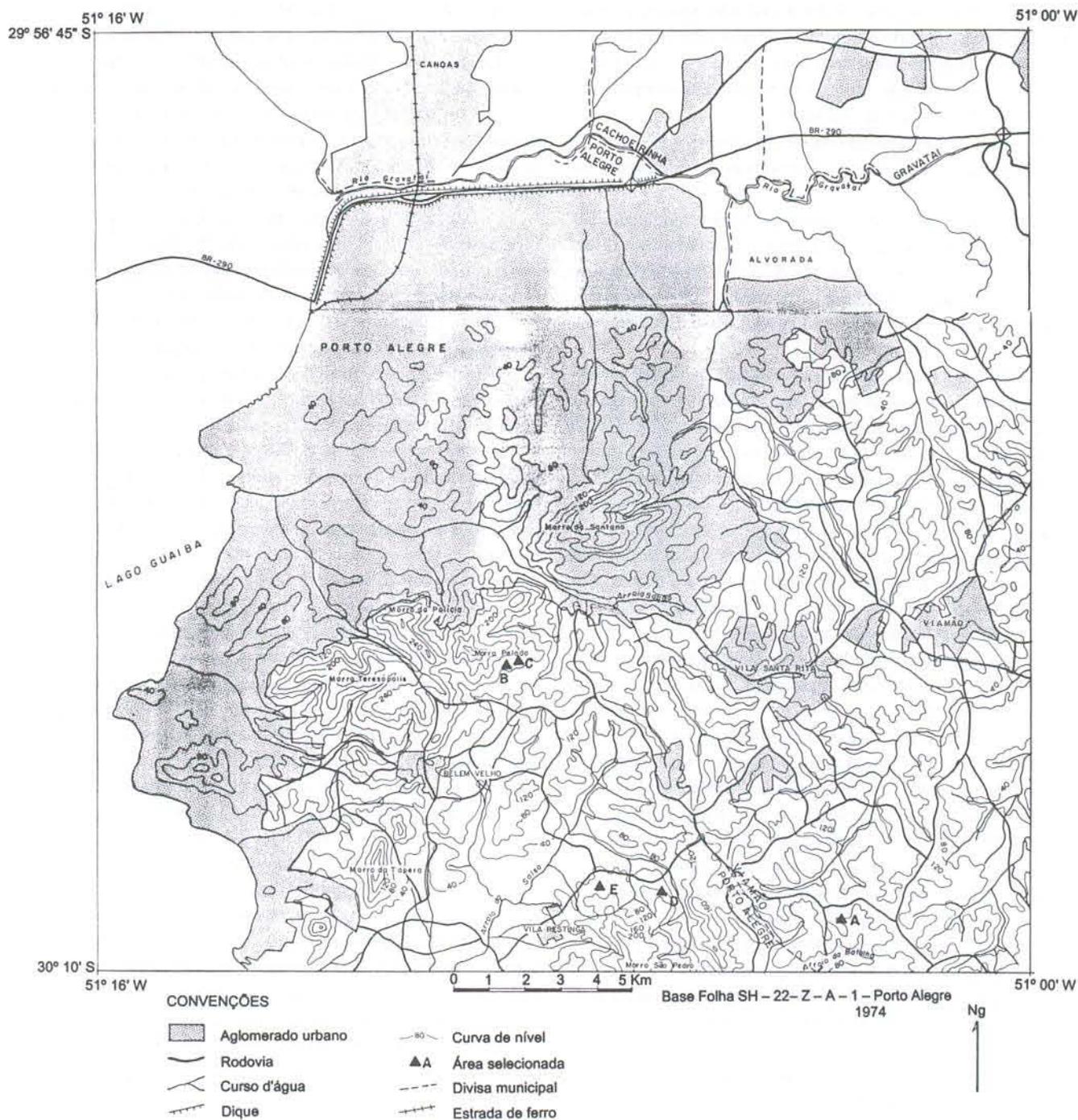


Figura 1 – Mapa da Região sul-sudeste do Município de Porto Alegre - RS, com a localização de áreas selecionadas à implantação de aterro sanitário.

espacial da malha urbana de Porto Alegre e Alvorada, em processo de conurbação, tem formato ligeiramente triangular, com seu lado ocidental limitado pelas margens do Lago Guaíba (sentido Norte-Sul), o lado norte acompanhando a várzea do Rio Gravataí (sentido Leste-Oeste) e o outro lado (sentido Sudoeste-Nordeste) é limitado pelo alinhamento dos morros Santana, Polícia e Teresópolis, conforme Figura 1. Estes morros dificultam a expansão urbana ocasionando, portanto, um grande vazio na porção sudeste do município.

Na porção norte do município, um outro vazio urbano observado na imagem é representado pela várzea do Rio Gravataí.

A situação geográfica de Porto Alegre, como descrita acima, aliada às restrições legais, e à busca de áreas degradadas na imagem levou, em um primeiro momento, às seguintes decisões:

1º – exclusão da várzea do Rio Gravataí, pela intrínseca natureza de sua morfologia e de seu substrato.

O Rio Gravataí, cujo canal meandriforme tem uma extensão aproximada de 39 km, apresenta uma planície de inundação de baixa declividade. Em períodos de maior precipitação pluviométrica o mesmo extravasa e inunda freqüentemente as áreas vizinhas. Sua várzea originalmente era utilizada para cultivo de arroz, sendo este substituído, nas

últimas décadas, por intensa ocupação urbana que utiliza as águas do rio para fins domésticos e industriais. A captação e o tratamento desses recursos hídricos poluídos tornam-se mais um argumento contrário à implantação de aterro sanitário em áreas dessa natureza. Somado a isso, a existência ainda hoje de um lixão implantado em suas margens, tem comprovado a inadequação da área para tal fim; e

2º – seleção de áreas potenciais nas porções sul e sudeste do município como únicas alternativas de estocagem do lixo.

Neste caso, os critérios prioritariamente considerados foram: o tamanho da área, o seu grau de degradação e o uso do solo no seu entorno. Como resultado foram selecionadas nove (9) áreas que compreendem locais de exploração mineral, pedreiras e/ou saibreiras e locais sem uso específico do solo.

Na primeira etapa de campo, constatou-se que, pelo conjunto de fatores acima mencionados, não existe no município de Porto Alegre áreas totalmente adequadas à implantação de um aterro sanitário que atenda as necessidades do referido município. No entanto, diante da premência do DMLU em resolver o problema da destinação dos resíduos sólidos urbanos, produto de um contingente populacional de 1.250.000 habitantes, procurou-se dar preferência àqueles locais que pouco ferissem as disposições legais e pouco submetessem os mesmos a maiores riscos ambientais.

Desta forma, quatro (4) áreas foram excluídas pois não atendiam a pelo menos um dos critérios acima mencionados e as cinco (5) restantes, convenionadas como Área A, Área B, Área C, Área D, e Área E (Fig. 1), foram consideradas compatíveis com o fim proposto, tendo em vista seus aspectos físicos e seu posicionamento geográfico em relação as zonas produtoras dos resíduos (acesso e trafegabilidade viáveis em termos de custo/benefício) e dimensões compatíveis com o volume de lixo/dia produzido. Além disso, a natureza do substrato (granítico) as iguala em termos geológicos, sendo que as distinções entre uma e outra se referem mais aos processos de alteração e ao fraturamento.

A Área A tem uma superfície de 13,81 ha e dista 21,9 km da zona de maior densidade populacional.

Em termos geológicos, possui substrato granítico bastante alterado, sendo que o produto desta alteração, o regolito, preserva ainda, em alguns locais, a estrutura da rocha.

Seu relevo coliniforme, com alturas que variam em torno de 20 m, constitui-se em um divisor topográfico entre dois cursos d'água intermitentes.

Ao longo dos últimos dez anos tem sido usada para extração de saibro, o que originou a formação de amplos anfiteatros e sua conseqüente degradação. A decapagem resultante da exploração do saibro, iniciada no topo da elevação (altitude de 95 m) e não em suas vertentes, gerou bancadas com alturas da ordem de 10 m sem atingir a superfície freática permitindo, portanto, inferir que a mesma se encontra em níveis mais baixos. No entanto, o comportamento do lençol freático somente poderá ser confirmado por pesquisas hidrogeológicas.

Observa-se na imagem que, associada à rede de drenagem e na porção norte da área, ocorrem manchas remanescentes de vegetação nativa de porte. Em campo, percebe-se que nas frentes de lavra abandonadas, predomina uma vegetação subarborescente, representada principalmente por maricás

(*Mimosa bimucronata*), cujas densidade e distribuição impedem a progressão dos processos erosivos.

Esta área se localiza no Município de Viamão, em zona limítrofe à zona rural definida no plano diretor de Porto Alegre. Em termos econômicos afasta-se do aconselhável, pela grande distância do maior centro produtor de lixo, fato que eleva os custos de transporte. No entanto, dada a existência de matéria prima para selante no próprio local, o custo é compensado. Além disto, as condições de alteração do substrato propicia um baixo custo de terraplenagem.

As Áreas B e C, com superfície aproximada de 18 ha cada uma, distam 0,6 km de área objeto de parcelamento onde, embora nem todos os lotes estejam necessariamente ocupados, representam o avanço urbano sobre o meio rural.

A degradação observada é decorrente da existência de duas pedreiras graníticas, em franca atividade exploratória.

São descritas de forma conjunta por terem o mesmo condicionamento físico (geologia e geomorfologia), e o mesmo halo de influência com relação a zona urbana/rural.

Ambas se localizam no Morro Pelado que, em termos geomorfológicos, é parte do conjunto de elevações topográficas que limita a malha urbana na sua porção sudoeste-nordeste, impedindo que a mesma se expanda em direção sudeste. Suas encostas possuem declividades acentuadas e com desníveis locais da ordem de 160 m, aproximadamente.

A exploração mineral, realizada na forma de bancadas, expõe o substrato rochoso granítico bastante fraturado em decorrência de esforços tectônicos. Estes são evidenciados na imagem, por lineamentos estruturais, de escala regional, com direção nordeste, e, em campo, pela orientação preferencial dos constituintes mineralógicos da rocha, e também por diques de rochas básicas que preenchem alguns desses lineamentos. Tais feições se constituem em zonas preferenciais de infiltração e percolação de águas superficiais, que podem assim atingir o nível freático, facilitando uma maior ação dos processos de alteração intempérica.

A drenagem, de pouca expressão no entorno da área, não chega a comprometer a mesma quanto a possibilidade de seu uso para destinação final de resíduos sólidos. No entanto, a infiltração do chorume, favorecida pelo intenso fraturamento das rochas, pode contaminar o sistema hídrico da região circundante. Portanto, é necessário que estudos das condições hidrogeológicas da área sejam feitos no sentido de prever os processos hídricos futuros.

Pelos trabalhos de campo, observou-se que a vegetação que recobre o Morro Pelado, nas suas cotas mais elevadas, é subarborescente e esparsa, predominando campos sobre solos litólicos. Na base da pedreira, na encosta sul do morro, encontra-se muito degradada, com características de vegetação secundária associada a pequenos núcleos reflorestados. Nas encostas voltadas para sudeste, se mostra mais adensada, com espécies de porte, possivelmente remanescentes da mata natural.

Historicamente, as pedreiras têm sido consideradas como um dos locais mais propícios à implantação de aterros sanitários, buscando a reconstituição da morfologia original do terreno. Especificamente estas pedreiras, que por muito tempo vêm sendo visadas para esse fim, têm no seu condicionamento geológico (o intenso fraturamento) um dos motivos de polêmica e postergação de projetos de viabilidade. Somase a isso, o fato de serem elas as grandes fornecedoras de

brita para a construção civil do município. Este uso, no atual sistema econômico, é considerado mais produtivo.

Dada a menor distância das mesmas do maior centro produtor de lixo, os custos de transporte dos resíduos sólidos urbanos são mínimos, quando comparados àqueles da área anterior. Contudo, a pouca disponibilidade de material selante "in situ", onera o processo.

Embora estes locais atendam aos critérios iniciais de seleção de áreas apropriadas à deposição dos resíduos sólidos urbanos de Porto Alegre (extensão e grau de degradação), é importante ressaltar que o condicionamento físico (aspectos geológicos) e a atividade mineira, tornam-se impecilhos para o fim pretendido. Sua descrição, neste trabalho, prende-se ao fato de que no município poucas são as alternativas de destinação do lixo.

As duas áreas restantes, D e E, têm respectivamente uma superfície de 21,23 ha, distando 1 km do aglomerado habitacional da Vila Pitanga, e uma superfície de 29,33 ha, distando 1 km do núcleo urbano da Vila Restinga.

A Área D se caracteriza pela presença de duas frentes de lavra (pedreira e saibreira), e a Área E, por pedreiras de pequeno porte. Tais atividades exploratórias encontram-se paralisadas por força de restrições impostas pelas autoridades do município, devido à ausência de projetos de recuperação ambiental.

Comparativamente àquelas já descritas, estas duas são de maior extensão, porque o seu uso engloba diferentes práticas, dentre as quais, pequenas lavouras e campos sujos.

Ambas se situam em locais de declividade suave a acentuada, onde os processos erosivos são acelerados pela ausência de uma cobertura vegetal expressiva.

Na Área D, a morfologia do terreno é de encosta, com desnível de 80 m, cujo limite inferior é definido por uma via secundária. A drenagem mais significativa, afluente do Arroio do Salso, limita a área a leste. No restante da mesma, os talwegues servem como captadores das águas pluviais, sendo portanto, intermitentes. Seu substrato granítico origina solos de pouca espessura. Em alguns locais, as práticas exploratórias exibem espessos pacotes de regolito.

A Área E apresenta feições morfológicas, tipo de solo e substrato rochoso semelhantes aos da anterior. Contudo, o seu limite inferior inclui a porção terminal da encosta, que pela proximidade da superfície piezométrica com a superfície do terreno, origina locais alagadiços. A drenagem principal, situada na sua porção central, é de caráter intermitente e acompanhada por vegetação arbustiva, com característica de mata galeria.

Em termos regionais, as duas se situam na base da encosta norte do Morro São Pedro, onde são observados, na imagem, lineamentos estruturais de porte.

Tanto a Área D como a E, embora tenham sido também consideradas como alternativas de deposição final dos resíduos sólidos de Porto Alegre, estão bastante próximas de núcleos urbanos (regulares ou não). A Área E, inclusive, está em posição frontal ao local destinado à implantação do pólo industrial da Vila Restinga, cuja elevada projeção de circulação de contingente humano não deve ser ignorada. Este fato tornaria esta área como última opção no processo de seleção, além de ser necessário grandes investimentos para o seu isolamento.

CONCLUSÕES

Sobre a destinação dos resíduos sólidos em Porto Alegre, conclui-se que:

1. pela situação geográfica da cidade, é somente nas porções sul e sudeste do município que se situam as áreas alternativas para o fim proposto, fato que restringe a escolha de locais menos impactantes;

2. além da situação geográfica de Porto Alegre, os critérios iniciais a serem obedecidos para a seleção das áreas, quais sejam, o tamanho das mesmas, seu grau de degradação e uso do solo no seu entorno, foram ainda mais restritivos, o que levou à seleção de somente cinco áreas como indicadas, "sensu lato", para o fim proposto;

3. estas cinco áreas, se consideradas suas características intrínsecas, também apresentam pontos negativos, ou seja:

– na Área A: grande distanciamento do maior centro produtor de lixo;

– nas Áreas B e C: intenso fraturamento do substrato rochoso;

– nas Áreas D e E: proximidade a núcleos urbanos, regulares ou não;

4. dentre as cinco áreas, a Área A apresenta-se como a alternativa menos impactante ao ambiente, embora o transporte eleve os custos de tratamento dos resíduos sólidos;

5. a metodologia utilizada para a seleção dos locais foi adequada. No entanto, na medida em que estas áreas necessitam estudos mais detalhados, relativos ao seu condicionamento físico, o emprego de técnicas geofísicas e hidrogeológicas é aconselhado.

Diante do exposto, um local só poderá ser considerado adequado para a disposição final de resíduos, se a combinação do tipo de resíduo com o projeto de sua disposição, somada aos aspectos geoambientais, comprovar, após análise crítica, que sua implantação é viável e que os critérios de proteção estabelecidos possam ser mantidos (Archer *et al.*, 1987). Estes fatores envolvem:

– análise estatística dos possíveis riscos dentro do sistema implantado;

– predição dos processos hidrogeológicos possíveis;

– estudos relativos à corrosão do material selante, nas condições que passarão a prevalecer no espaço de estocagem e seus efeitos nos processos de lixiviação;

– cálculo da pressão exercida pelas reações termoquímicas do lixo e suas relações com as rochas vizinhas e,

– avaliação a longo prazo, dos processos geoquímicos nos solos e nas rochas.

Não se acredita que os resíduos sejam um problema, mas sim a sua concentração no ambiente. Este fato se torna evidente quando se trata de aglomerados urbanos, e é ampliado como uma série exponencial, de acordo com o crescimento destes aglomerados. Contudo, a sociedade, pela sua ignorância, tem ao longo do tempo, superestimado esta capacidade de assimilação e transformação da natureza, persistindo na prática de consumo exagerado e concentração (Luhr, 1986).

O problema não é novo, mas a preocupação com o destino de resíduos sólidos, gerados e concentrados pela atividade humana nas grandes cidades é crescente, residindo aí o novo. E como tudo que é novo, não se tem ainda uma pro-

posta mais segura e uma metodologia mais adequada para a solução do mesmo. Isto porque, os projetos apresentados como sugestões de tratamento, que supostamente são coerentes sob o ponto de vista ambiental, se defrontam com o ponto de vista econômico que sempre surge como um contraponto.

Além disso, mesmo que os custos operacionais sejam conciliados a algumas das exigências sanitárias na decisão do local mais adequado a este fim, fatores como a topografia, a geologia e a hidrogeologia, igualmente importantes, podem não responder conforme o desejado.

Assim, deste conflito, há que imperar a vontade política de manejo, no sentido de buscar soluções, talvez não definitivas, mas que tragam melhores condições de vida ao meio urbano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. 1984. *NBR 8419: Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos*: Procedimento. ABNT, Rio de Janeiro. 13p.
- Archer, A.A.; Luttig, G. W. & Snezhko, I.I. 1987. *Man's Dependence on the Earth - The Role of the Geosciences in the Environment* - UNESCO. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 216p.
- Heidrich, A.; Saldanha, D. L.; Bachi, F. A.; Guasselli, L.A. & Lima e Cunha, M. C. 1992. *Localização e Estudo de Áreas para Implantação de Aterro Sanitário*. Departamento Municipal de Limpeza Urbana, Porto Alegre. 23p. (Relatório Técnico).
- Luhr, H. P. 1986. Water - a Natural Resource in Danger. Geo-resources and Environment. *Proceedings, 4^o International Symposium*. Hannover, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 144p.
- Mapa do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano*: Divisão Territorial e Uso do Solo. 1992. Escala 1:15000. Prefeitura Municipal, Porto Alegre. 4 f.
- Ogata, M.G. 1983. *Os resíduos sólidos na organização do espaço e na qualidade do meio ambiente - uma contribuição geográfica ao estudo do problema na cidade de São Paulo*. IBGE, São Paulo. 186p. (Série Recursos Naturais e Meio Ambiente, 8).
- Prado Filho, J. F. 1991. Lixo Urbano: Formas de Disposição no Ambiente. *Revista de Geografia*, 10:75-92.
- PORTO ALEGRE. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. 1991. *Mapa de Extração Mineral no Município de Porto Alegre*. Escala 1:25000 SMAM, Porto Alegre. 1f.
- RIO GRANDE DO SUL. Fundação Estadual de Proteção ao Ambiente Natural. 1989. *Critérios Técnicos para Seleção de Áreas para a Disposição de Resíduos Sólidos em Aterro*. FEPAM, Porto Alegre. 2p.