



Exacta

ISSN: 1678-5428

exacta@uninove.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

Baptisti, Edson de; Jorge Nogueira de, Francisco; Soares, Lindolfo  
Mineração de agregados em área urbana: planejamento integrado e recuperação ambiental  
Exacta, núm. 2, novembro, 2004, pp. 203-212  
Universidade Nove de Julho  
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81000214>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# **Mineração de agregados em área urbana: planejamento integrado e recuperação ambiental**

Edson de Baptista

Engenheiro Civil – UnG;  
Especialista em Saneamento Ambiental – Mackenzie.  
ebaptisti@uol.com.br

Francisco Nogueira de Jorge

Geólogo – Instituto de Geociências (USP);  
Doutor em Engenharia – Escola Politécnica (USP);  
Mestre em Geologia de Engenharia. DIC – Membro do Imperial College of Science and Technology (Universidade de Londres) [Inglaterra];  
Mestre em Geotecnia – Escola de Engenharia de São Carlos (USP).  
francisco.engeo@terra.com.br

Lindolfo Soares

Geólogo e Mestre em Geologia Aplicada – Instituto de Geociências e Professor  
do Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo – Escola Politécnica (USP);  
Doutor em Engenharia Civil (Área de Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos (USP).  
lindolfo@usp.br

## Resumo

Agregados naturais, matéria-prima para a construção civil, possuem baixo valor agregado, sendo o transporte responsável por 2/3 de seu preço final. Por isso, as minerações deles precisam ficar próximas do mercado consumidor, e instalam-se, normalmente, na periferia dos núcleos urbanos. A urbanização crescente, com a ocupação do entorno das pedreiras, acaba gerando problemas para o aproveitamento total das reservas, devido às restrições ambientais que impõem limites à extração, obrigando à busca de novas áreas cada vez mais distantes dos centros consumidores. A abertura de cavas e seu abandono geram locais conhecidos como ‘vazios’ de mineração. A recuperação ambiental dessas áreas e sua reintegração à paisagem têm sido feitas com seu uso para a disposição de resíduos da construção civil. Exemplo dessa solução é o Aterro de Resíduos Inertes de Itaquera, cuja construção, além de recuperar a área minerada pela Pedreira Itaquera, permitirá seu uso seqüencial e melhor aproveitamento do espaço urbano.

## Palavras-chave

## *Aterro de inertes. Expansão urbana. Mineração de agregados. Recuperação ambiental.*



## Aggregate mining in urban sites: integrated planning and environmental rehabilitation

### Abstract

Natural aggregates are the prime raw material for the construction industry. Due to their low aggregate value mining sites must be as close as possible to urban areas. Expansion of the urban areas eventually surrounds the once distant mining sites bringing about problems related to environmental restrictions. This may require mining developments to move out for new areas in the city vicinities leaving behind cavities in the site remaining as derelict land. Many of the resulting voids proved useful dumping grounds for disposal of inert materials, especially those close to urban developments. A good example of this after use of quarries as landfills is the Inert Landfill of Itaquera, in the eastern region of the city of São Paulo: in addition to rehabilitating the area once occupied by the Itaquera Quarry it will allow the site for a better and adequate use of the land in an urban environment.

### Key words

*Aggregate mining. Environmental rehabilitation. Inert landfill.  
Urban expansion.*

## Introdução

Os agregados naturais, representados por pedra britada, areia e cascalho, encontram-se entre os recursos naturais mais abundantes e constituem matéria-prima básica para a construção civil. São bens minerais de baixo valor agregado, cujo transporte responde por cerca de 2/3 do preço final do produto, o que impõe a necessidade de as áreas de produção ficarem o mais próximo possível do mercado consumidor, representado pelos aglomerados urbanos (REVISTA MINÉRIOS & MINERALES, 2000).

A implantação e a operação das minerações desses agregados normalmente resultam na abertura de grandes cavidades. O desenvolvimento dessa atividade mineira compreende, em geral, supressão da vegetação e remoção do capamento de solo. Não raramente, com a aproximação das frentes de ocupação da área que está sendo lavrada, ocorrem conflitos com as comunidades lindéiras. As alterações ambientais decorrentes dos processos tecnológicos em mineração de agregados são localizadas, porém de grande magnitude, por envolver grandes volumes de escavação. A extração mineral é potencialmente degradadora do ambiente, e por mais que se desenvolva dentro dos melhores padrões de controle ambiental, sempre haverá um impacto residual. Esse fato é reconhecido pela Constituição Federal no artigo 225, § 2, que determina, de forma bem específica, a recuperação das áreas degradadas pela extração mineral. Em atendimento a esse dispositivo constitucional, foi instituído o Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que exigia de todos os empreendimentos de extração mineral em operação no país a apresentação de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

Com a desativação e/ou encerramento das atividades, as cavidades abertas, ou ‘vazios’ de mineração, passam a constituir danos ambientais, que se tornam mais evidentes e críticos quando ocorrem em áreas urbanas.

## 1. Problema: mineração de agregados em áreas urbanas

A necessidade de as minerações de agregados naturais estabelecerem-se o mais próximo possível do mercado consumidor condiciona sua localização preferencial junto a áreas urbanas. Porém, devido à ocupação gradual e crescente de seu entorno por habitações, surgem dificuldades



operacionais em razão dos excessivos conflitos de uso e ocupação do solo, muitas vezes levando à sua desativação. O fenômeno da existência de áreas degradadas por minerações, em zonas urbanas, com a criação de cavas ou vazios, segundo Aston (1996), ocorre praticamente em todas as grandes cidades do mundo, como resultado do crescimento da população e da atividade econômica, que, por sua vez, aumenta a demanda por bens minerais.

Os impactos ambientais associados a essas atividades têm sido objeto de estudos de vários autores. Sánchez; Silva; Paula (1993) observam que, no caso de pedreiras situadas em áreas urbanas, medidas corretivas de caráter técnico, tais como controle de vibrações, de sobrepressão de ar, de emissão de material particulado e de ruído, nem sempre são suficientes para resolver conflitos entre a empresa mineradora e a comunidade vizinha. Esses autores descreveram e analisaram o processo de negociação entre a Pedreira Itaquera, no município de São Paulo, e a comunidade de seu entorno, que reivindicava a paralisação da mineração. O conflito foi sendo gradativamente amenizado pela criação de um canal de diálogo entre os agentes e auxílio de técnicas de negociação, como a mediação de conflitos, consultas à comunidade e informações sobre a tecnologia utilizada. Apesar dos resultados positivos alcançados, a Pedreira foi desativada após alguns anos, e sua cava, desde outubro de 1999, vem sendo utilizada para recebimento de entulhos da construção civil e outros resíduos inertes (Classe III), conforme definidos pela Norma NBR 10.004 – ABNT (1987).

## **2. Uma alternativa de solução: os aterros de resíduos inertes**

A expansão dos centros urbanos, gerando progressivamente maior volume de resíduos inertes do tipo entulho, tem levado a uma situação cada vez mais crítica quanto à necessidade de locais adequados para sua disposição. Por outro lado, deve-se assinalar que a produção de resíduos inertes pela construção civil (entulho das construções) e de material excedente de escavações (solos e rochas), decorrentes do crescimento da atividade econômica e da expansão urbana, tem ocasionado inúmeros problemas nos grandes centros urbanos, associados principalmente ao seu volume e à pouca disponibilidade de áreas adequadas para sua disposição.

Dessa forma, as cavas resultantes de extração minerária de agregados naturais, principalmente em áreas urbanas que, ao serem abandonadas, acabam se transformando em áreas degradadas, constituem alternativa à disposição de resíduos sólidos inertes, contribuindo para a recuperação ambiental e a reintegração à paisagem. Essa solução é ambientalmente interessante, pois

[...] estas áreas, ao serem abandonadas, muitas vezes acabam se constituindo em lagoas, devido à recuperação do nível freático, representando desta forma um risco à saúde da população por facilitar a proliferação de vetores que veiculam doenças hídricas e também por serem freqüentes os casos de morte por afogamento em tais locais. (SCHMIDT; SILVA, 2000, p. 21).

Ao se avaliar conjuntamente os dois problemas, encontramos uma solução viável para ambos, com a utilização das cavas de mineração de materiais de construção para recepção e disposição controlada de resíduos sólidos inertes. A grande vantagem na utilização dessas cavas é justamente a razão que levou à desativação de suas atividades, ou seja, sua localização em áreas urbanas, onde a maioria dos resíduos inertes é gerada. Conforme observado por Aston (1996), esse ciclo urbano de crescimento populacional, expansão da cidade, relocação de pedreiras e aumento da geração de resíduos é mundial e vem se repetindo há décadas, afetando principalmente os grandes centros urbanos.

Tanto a mineração de agregados quanto os aterros de resíduos sólidos constituem atividades essenciais para a manutenção do bem-estar e do padrão de qualidade de vida das populações, merecendo análise conjunta, pois, além de constituírem parte do mesmo setor empresarial (indústria da construção civil), permitem um planejamento mais racional do uso do solo. Essas duas atividades devem, portanto, não apenas coexistir, mas também ser regulamentadas para se complementarem. Ao se preencherem as cavas mineradas com resíduos sólidos inertes, além da possibilidade de o terreno ser restaurado, evita-se a necessidade da utilização de dois locais diferentes para cada uma dessas finalidades.

Seguindo esse conceito, a Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo publicou a Resolução SMA 41, em 17 de outubro de 2002, que dispõe sobre procedimentos para o licenciamento ambiental



de aterros de resíduos inertes e da construção civil no Estado de São Paulo. Ao criar essa Resolução, o Secretário da área considerou, entre outros aspectos, que:

[...] a indústria da construção civil gera grande quantidade de resíduos, que, se dispostos em locais inadequados, contribuem para a degradação da qualidade ambiental [...]

[...] os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas [...]

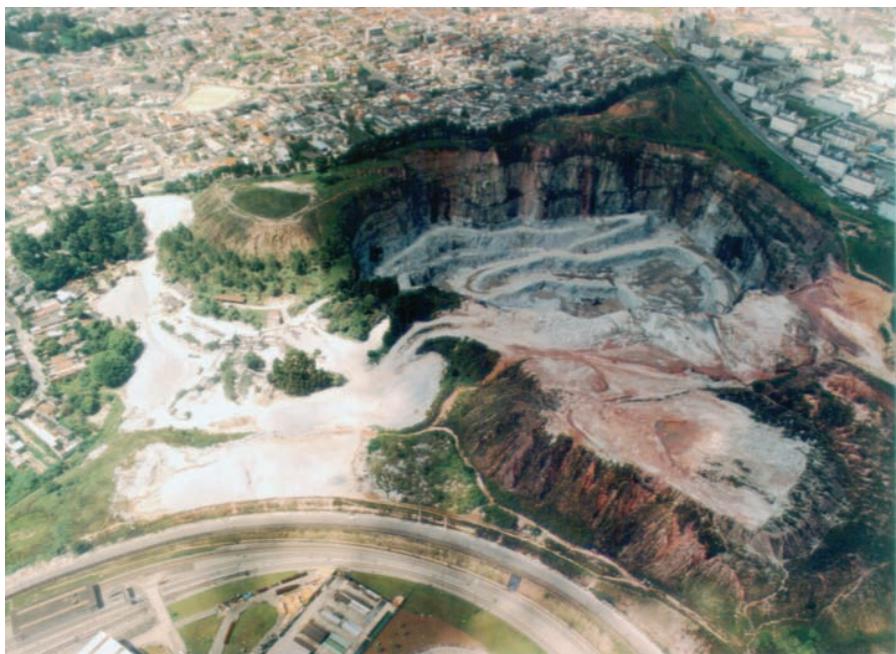
[...] as cavas de mineração resultantes da atividade minerária constituem degradação ambiental, além de sério risco à saúde da população, por facilitar a proliferação de vetores de doenças e provocar freqüentes casos de morte por afogamento [...]

[...] as cavas de mineração inundadas, enquanto não tiverem uma destinação definida, não podem ser consideradas como lagoas, lagos ou reservatórios, como definido no Código Florestal [...]

[...] a necessidade de disciplinar o gerenciamento dos resíduos da construção civil e resíduos inertes em geral, por meio da adoção de soluções tecnicamente corretas e de ferramentas institucionais que privilegiem a ação preventiva.

### **3. A Pedreira e o Aterro de Resíduos Inertes de Itaquera**

A necessidade de uma nova área para a disposição de resíduos sólidos inertes no município de São Paulo, identificada, em 1999, pelo Departamento de Limpeza Urbana (LIMPURB), da Secretaria de Serviços e Obras (SSO) da Prefeitura do Município de São Paulo, veio ao encontro do interesse na recuperação da cava da Pedreira Itaquera, cujas atividades estavam sendo encerradas.



**Figura 1 – Vista geral da cava da Pedreira Itaquera.**

Crédito: elaboração própria.

A cava, formada durante a operação da Pedreira de Itaquera, cuja exploração se iniciou em 1957, apresentava um volume de cerca de 6,5 milhões m<sup>3</sup> e uma profundidade de 120 metros em relação à superfície original do terreno. Originalmente em zona rural, esta cava se encontra hoje inserida no espaço urbano da cidade de São Paulo, rodeada por uma população de 300 mil pessoas (DE BAPTISTI; HACHEM, 2000).

A viabilidade ambiental da utilização da cava como um aterro de resíduos inertes foi analisada em estudos ambientais, submetidos à Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA) e à Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (SVMA), da Prefeitura do Município de São Paulo, dentro dos procedimentos formais de licenciamento ambiental. Depois da execução do projeto de utilização da área e de se cumprirem os procedimentos para licenciamento ambiental, o Aterro de Resíduos Inertes de Itaquera iniciou oficialmente sua operação em 22 de outubro de 1999. Esse Aterro está sendo formado pela disposição controlada de resíduos sólidos inertes na cava remanescente da antiga Pedreira Itaquera, a partir de seu fundo (cota 720), e deve estender-se até a cota média 807 (superfície final de projeto).



1 “Periculosidade de um resíduo: característica apresentada por um resíduo, que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar: a) risco à saúde pública, provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento de mortalidade ou incidência de doenças, e/ou; b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada.”

Os resíduos sólidos inertes ou Classe III, quanto ao grau de periculosidade,<sup>1</sup> conforme classificação proposta pela norma ABNT NBR 10004, 1987 – *Resíduos Sólidos – Classificação*, ou seja, os restos de demolição da construção civil (ou entulhos), correspondem aos excedentes das escavações obrigatórias de obras (solos e rochas) e aos materiais resultantes do decapamento de jazidas (estéril) em empreendimentos de mineração. Por se tratar de um aterro de resíduos inertes, o potencial de causar poluição às águas subterrâneas é, portanto, teoricamente nulo. Ainda assim, todos os cuidados foram e estão sendo

tomados pela Construtora que opera o Aterro, para assegurar que a qualidade ambiental do lençol freático não seja alterada. Mesmo tendo uma condutividade hidráulica extremamente baixa (inferior a 10<sup>-7</sup> cm/s), o maciço rochoso do fundo da cava da Antiga Pedreira foi regularizado e impermeabilizado com material argiloso.

O aterro de resíduos inertes em evolução conta com um monitoramento geotécnico e da qualidade das águas subterrâneas, conforme relatado por De Jorge et al. (2000). O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas permite o controle de sua qualidade ambiental no local do empreendimento, e o monitoramento geotécnico visa a garantir as condições de estabilidade e segurança do empreendimento, identificando eventuais riscos de rupturas, com adoção de medidas para sua estabilização.

Com os resultados do monitoramento, é realizada, de forma sistemática e em base contínua, uma avaliação do desempenho ambiental que permite, muitas vezes, antecipar a ocorrência dos danos ambientais e/ou contribuir para evitar que estes se acumulem.



Agosto de 1999



Dezembro de 2000



Julho de 2001



Julho de 2002



Novembro de 2003



Abril de 2004

**Figura 2 - Aterro de Resíduos Inertes de Itaquera**  
**(Etapas de utilização da cava da antiga Pedreira de Itaquera).**

Crédito: elaboração própria.

## Conclusão

Tanto a mineração de agregados naturais quanto os aterros de resíduos sólidos inertes constituem atividades essenciais para a manutenção do bem-estar e da qualidade de vida das populações e devem ser analisados em conjunto, compatibilizando-se suas operações, pois, além de fazerem parte do mesmo setor empresarial (indústria da construção civil), permitem um planejamento mais racional do uso do solo.



A utilização de antigas cavas de extração mineral para disposição de resíduos sólidos inertes, como os entulhos da construção civil, não só permite a destinação adequada dos resíduos que são gerados, mas também constitui solução técnica e economicamente viável para recuperação ambiental dessas áreas e sua reintegração à paisagem urbana. A disposição controlada desses resíduos permite a criação de áreas adequadas para uso seqüencial.

A implantação de aterro desse tipo na cava remanescente da antiga Pedreira Itaquera está permitindo a recuperação da área, em termos de recomposição topográfica, com o seu preenchimento com material inerte proveniente de entulho de construção civil e material excedente de escavação obrigatória de obras (solos e rochas). Representa um excelente e bem-sucedido exemplo da integração dessas duas atividades com o benefício, para a coletividade, da recuperação ambiental e da possibilidade de um futuro aproveitamento da área utilizada dentro do espaço urbano.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 10.004: resíduos sólidos – classificação*. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.
- ASTON, R. L. Mining voids for municipal waste. *Mining environmental management. The Mining Journal Limited*. v. 4, n. 3, p. 8-11, 1.996.
- BAPTISTI, E. de; HACHEM, F. Pedreira Itaquera: metamorfose da mineração – uma breve história. In: Seminário desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil: práticas recomendadas. *Anais*. v. 3, p. 35-42. São Paulo: Comitê Técnico/IBRACON, 2000.
- JORGE, F. N. de; BAPTISTI, E. de; BISORDI, M. S.; FERNANDES, F. Aterro de Inertes Itaquera, em São Paulo – SP. Monitoramento geotécnico e ambiental. In: Seminário desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil: práticas recomendadas. *Anais*. v. 3, p. 129-130. São Paulo: Comitê Técnico/IBRACON, 2000.
- QUANTO MAIS PERTO, MELHOR. *Minérios & Minerales*. n. 251, p 20-24. São Paulo: ago. 2000.
- SÁNCHEZ, L. E.; SILVA, S. S.; PAULA, R. G. Gerenciamento ambiental e mediação de conflitos: um estudo de caso. In: Congresso ítalo-brasileiro de engenharia de minas, 2º. *Anais*. p. 475-496. São Paulo: EPUSP, 1993.
- SCHMIDT, M. J. M. S.; SILVA, O. H. Resíduos gerados pela construção civil: aterro de inertes – práticas recomendadas. In: Seminário desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil: práticas recomendadas, 3º. *Anais*. p. 15-24. São Paulo: Comitê Técnico/IBRACON, 2000.