

PROBLEMAS AMBIENTAIS DECORRENTES DA EXPLORAÇÃO DE MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO NA REGIÃO DE BELÉM, BRASIL

ENVIRONMENTAL PROBLEMS ASSOCIATED TO THE NATURAL AGGREGATE EXPLOITATION IN THE BELÉM REGION, BRAZIL

Ferreira, M. *Escola de Engenharia de São Carlos-USP, São Carlos, Brasil, e-mail mdantas@sc.usp.br*

Costa, T. *Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil, e-mail tony@ufpa.br*

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados obtidos a partir da análise dos problemas ambientais na região metropolitana de Belém, no estado de Pará, norte do Brasil. A partir de um processo de mapeamento geotécnico, foi elaborado um conjunto de mapas e cartas, assim como o registro das áreas degradadas, relacionadas à exploração dos materiais geológicos como materiais de construção, inseridas em 4 unidades principais em termos de potenciais para exploração (sedimentos arenosos Quaternários e siltitos, argilitos e arenitos da Formação Barreiras do Terciário). Os materiais geológicos encontram-se distribuídos em toda a área estudada e são utilizados para diferentes finalidades. Na área de estudo, há vários locais onde estes materiais geológicos são explorados intensamente, e vários problemas ambientais e sociais foram registrados, tais como: erosão, desmatamento, contaminação de águas e conflitos humanos.

ABSTRACT

This paper presents part of the results obtained from engineering geological mapping carried out in the Belém Metropolitan Region, in the state of Pará, northern of Brazil. Geologically, this region consists of sedimentary lithologies of the Tertiary (sandstones, claystones and siltstones of the Barreiras Formation) and Quaternary (sandy unconsolidated materials) periods. From the obtained data 3 units were defined in terms of suitability of the geological materials for engineering construction. These geological materials are widespread in the region and have been used for different kinds of embankments and civil constructions. In the study area there are several sites where these geological materials are intensely exploited as aggregates and several environmental problems are generated, such as: erosion, flooding, silting, deforestation, water contamination and human conflicts.

1. INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de Belém (RMB) é constituída por três municípios: Belém (capital do estado do Pará), Ananindeua e Marituba. O crescimento demográfico tem exigido um aumento da oferta de materiais naturais para construção civil, como é o caso dos agregados miúdos. A exploração destes materiais normalmente é feita sem que estudos de caracterização geotécnica e delimitação das áreas mais adequadas sejam desenvolvidos. Em consequência, tem-se oferta de materiais de qualidade duvidosa, assim como tem havido degradações que não são corrigidas. Tal fato, portanto, traz problemas à população, como acúmulo de águas associado à transmissão de doenças de veiculação hídrica, a erosão e assoreamento de canais de drenagem que são fontes de água para parcela da população residente na região. Estes materiais são usados para diversas

finalidades, como argilas para cerâmica, agregados miúdos para argamassas e concretos, materiais para preparação de bases de pavimentos e mesmo aterros para construção civil.

2. EMBASAMENTO TÉORICO

Atualmente, os estudos de avaliação do potencial do material geológico para a construção civil seguem dois procedimentos básicos: caracterização geológico-geotécnica dos materiais geológicos nos locais específicos ou elaboração de um estudo sistemático em termos geológicos e geotécnicos para definir e limitar as áreas mais favoráveis para começar materiais de construção. Os estudos sistemáticos e os modelos descritivos dos tipos de agregados são fundamentais para desenvolver uma avaliação quantitativa adequada. A mineração afetou áreas extensas na Austrália, no Brasil, na Malásia, na Califórnia (EUA), no Peru, na Bolívia, na Espanha e em outros países. São associados com a mineração de superfície processos de degradação como: assoreamento, erosão, inundação, os movimentos de massa gravitacionais e as mudanças geomorfológicas severas, como indicadas por Marchetti & Panizza (2001). Baraldi et al (2001) observaram que as modificações ambientais principais causadas por escavações são: criação de depressões, mudanças significativas do relevo, criação de lagos artificiais, destruição parcial ou total de terraços fluviais; erosão e instabilidade de escarpas, rebaixamento do nível de água, alteração do sentido do fluxo subterrâneo, formação de áreas periodicamente inundadas, remoção permanente das áreas de cultivo, alteração de práticas agrícolas e das características pedológicas do solo.

No Brasil, as explorações de materiais de construção, sejam agregados graúdos ou miúdos, são umas das cinco principais fontes de degradação ambiental, conforme apontado por Zuquette et al (2004), principalmente em regiões de pequena amplitude de relevo como planícies costeiras e fluviais. Dentre as principais fontes de degradação no Brasil provocadas por atividades humanas citadas por este autor, destacam-se os provocados pela mineração. Na região estudada, existem muitos locais onde a areia, a argila e os agregados são explorados para uso em construções civis em cotas inferiores a quatro metros. Os principais problemas decorrentes da exploração são: escavações profundas, processos intensos de erosão, assoreamentos de rios e dos lagos, disposição inadequada dos materiais classificados como rejeitos, contaminação das águas, escorregamentos e geração de pó que afetam a qualidade de vida da população vizinha e destruição da vegetação e mananciais de água.

3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

Localizada na porção Norte-Nordeste do Estado do Pará, a RMB inclui parte dos municípios de Belém, Marituba e Ananindeua (Figura 1) ocupando uma área aproximada de 600 km². Ela está inserida entre os paralelos 01° 02' 30"S e 01° 30' 00"S e os meridianos 48° 10' 00" W e 48° 30' 00" W.

A Região Metropolitana de Belém apresenta um clima equatorial quente e úmido (Afi da classificação de Köppen), com índices pluviométricos anuais superiores a 2.000mm, sendo que em nenhum mês do ano ocorrem chuvas inferiores a 100 mm. A vegetação atual da RMB está representada por floresta tropical, capoeira de “Terra Firme” e de “Várzea”, e floresta de Igapó. Apresenta quatro zonas geomorfológicas bem distintas: Terrenos colinosos, Zonas Rebaixadas, Terraços Fluviais Inundáveis e Planícies Flúvio-marinhas. As maiores expressões hidrológicas na RMB são: a baía do Guajará e o rio Guamá, além dos igarapés que cortam a cidade, entre os quais o de Val-de-Cães, Tucunduba e o Una.

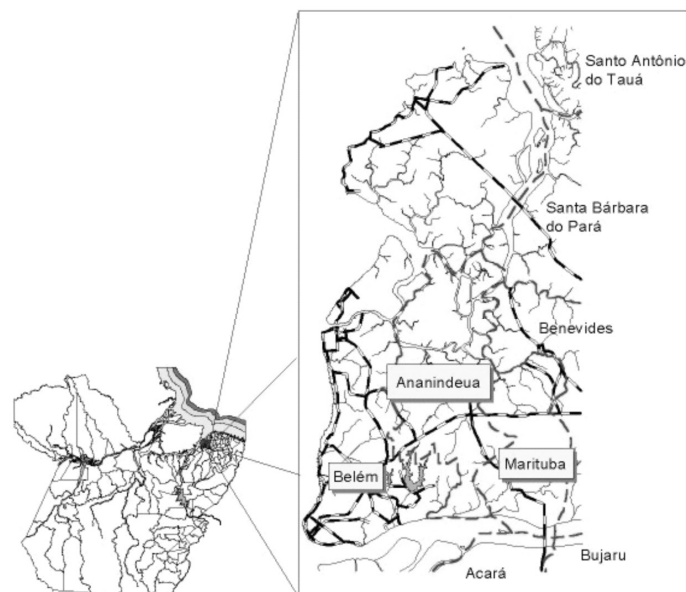


Figura 1- Localização RMB, estado do Pará, Brasil.

4. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

A RMB tem seu contexto geológico representado, principalmente, por três unidades básicas Cenozóicas: Sedimentos Recentes, Sedimentos Pós-Barreiras/Sedimentos da Formação Barreiras e Formação Pirabas (Quadro 1).

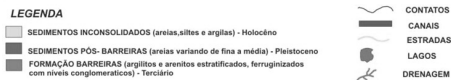
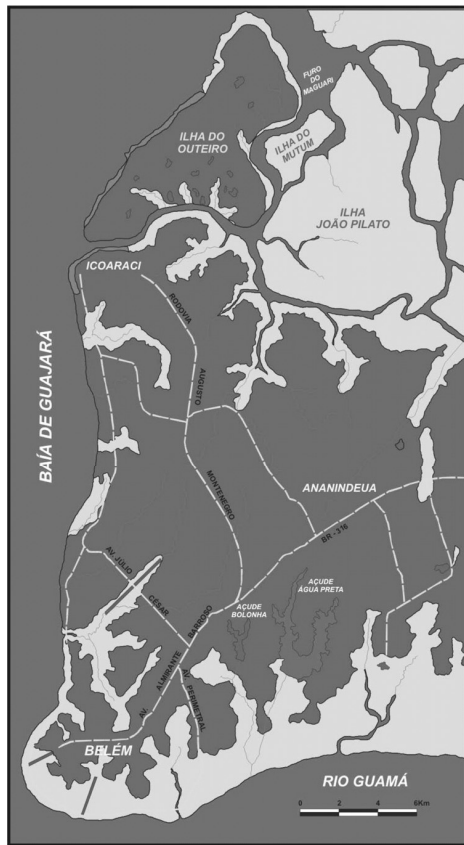
Quadro 1- Coluna cronolitoestratigráfica da RMB. Pt= profundidade do topo, E = espessura do pacote sedimentar.

Período		Unidade	Espessura (m)	Descrição Simplificada
Quaternário	Holoceno	Sedimentos Recentes	Pt= 0 m E= 0 a 70m	Arenosos, siltosos e argilosos.
	Pleistoceno	Sedimentos Pós-Barreiras	E= 0 a 4m	Camadas: - Camada silto-arenosa e argilo-arenosa. - Camada de areia
			E= 0 a 1m	Linha de Seixos-seixos de lateritas e concreções.
		Formação Barreiras Pt=0 a 70m E= 80 a 135m	E= 0,5 a 5m	Camada não concrecionária constituída de areias argilosas, areias e concreções.
E= 1 a 8m			Camada Argilosa – com espessuras que podem atingir 8m, com argilas variegadas, argilitos e argilitos duros.	
Terciário	Mioceno			Arenitos e argilitos intercalados
	Mioceno/Oligoceno	Formação Pirabas	Pt= 80 a 135m E >370m	Calcários, folhelhos e margas.

Como característica espacial principal, as litologias das formações Barreiras e Pirabas encontram-se, quase na totalidade, recobertas pelos materiais geológicos mais recentes, com espessuras variando de metro até dezenas de metros (Figura 2). Pedologicamente, na região ocorrem os seguintes tipos: Latossolos, Hidromórficos gleizados, Neossolos, Argissolos, Plintossolos, e uma parcela significativa está constituída em superfície por materiais utilizados como aterros das partes com cotas inferiores a quatro metros.

O solo predominante na RMB é o Concrecionário Laterítico originado a partir de rochas da Formação Barreiras e constitui relevo suavemente ondulado sob densa cobertura vegetal. São solos profundos ou medianamente profundos, constituídos de partículas minerais finas com um avançado grau de intemperismo e concreções ferruginosas abundantes.

Por serem as principais fontes de materiais geológicos naturais de construção, as unidades a serem estudadas neste trabalho são os Sedimentos Recentes e os Sedimentos Pós-Barreiras (Horizonte superficial de Solo) e materiais da Formação Barreiras (Horizonte Ferruginoso, Horizonte Argiloso e seqüências de arenitos e pelitos), uma vez que a Formação Pirabas situa-se na RMB a partir de 80 até 135m de profundidade.



(B)

(A)

Figura 2 – (A) - Mapa geológico da RMB (Fonte: Farias et al. 1992), (B) – Sequência dos materiais geológicos constantes da coluna cronolitoestratigráfica (Quadro 1).

4. METODOLOGIA

Como parte de um processo de mapeamento geotécnico, foi elaborado um grupo de cartas e mapas e, dentre eles, o mapa de materiais inconsolidados, considerando-se os procedimentos orientadores de Zuquette (1987 e 1993) e Zuquette e Gandolfi (2004). Foram elaborados diversos documentos cartográficos com conteúdo relacionado a materiais naturais geológicos para construção civil, apresentando informações sobre os *landforms* e elementos de terreno, características texturais quantitativas dos materiais inconsolidados, espessuras, volumes, problemas potenciais relacionados a uma futura exploração. Elaborou-se também uma carta com os problemas ambientais associados e as áreas degradadas devido ao abandono ou esgotamento da jazida, tendo como bases as folhas topográficas em escala 1: 10.000 da CODEM (Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belém) e da COHAB (Companhia Habitacional) e as fotografias aéreas em escala 1:10.000.

5. RESULTADOS

O desenvolvimento urbano de Belém até meados da década de 1950 já havia ocupado quase a totalidade das partes acima da cota de 4,0 metros, que são as mais propícias à ocupação urbana. A cidade evoluiu seguindo esta tendência de avanço em direção ao continente, ocupando, assim, sempre terrenos mais sólidos.

A população de menor poder aquisitivo foi sendo deslocada, ao longo dos anos, da área central e passou a ocupar os subúrbios mais afastados, muito freqüentemente situados em áreas de Várzea.

Tal expansão provocou uma necessidade maior de extração de materiais naturais de construção, que eram e são retirados de áreas mais altas, para aterrar estas áreas de várzea.

Nos dias atuais, devido à expansão urbana, estes antigos locais de extração foram transformados em parques habitacionais. Atualmente, os municípios e distritos (Mosqueiro e Outeiro) que compõem a RMB passaram a responder pela demanda por material natural de construção necessário ao crescimento da cidade de Belém.

5.1 Materiais Naturais de Construção

A compartimentação geológica da RMB apresenta camadas específicas que são as fontes de materiais naturais para construção civil. Na área, foram identificadas duas unidades básicas de interesse: Sedimentos Recentes e Sedimentos Pós-Barreiras/Barreira. Essa relação estreita tornou possível avaliar aspectos relacionados à possibilidade de ocorrência, viabilidade e condições de exploração em que a extração de determinado material ocorre, acrescentando-se, para tanto, apenas algumas variáveis adicionais como acesso, uso do solo, nível de água, etc. O Quadro 2 associa os tipos de materiais naturais de construção à geologia.

5.2 Problemas Ambientais

A exploração de materiais de construção afeta os outros tipos de usos e ocupações, provocando problemas socioeconômicos. A exploração de materiais de construção foi responsável por diversos problemas ambientais na área da RMB, como: desmatamento com vistas à preparação do local para movimentos dos veículos e implantação de estradas; remoção da camada de superfície do solo para expor o material geológico para a escavação; cavas abandonadas em

conseqüência da escavação; abaixamento do nível de água devido ao sistema de drenagem adotado para aumentar o volume agregado; contaminação da água com os produtos químicos usados por veículos, por partículas corroídas e deposição de resíduos; a erosão de materiais inconsolidados expostos durante a escavação e o desmatamento e assoreamento dos canais de drenagem. Apesar da existência de legislação ambiental, a exploração da argila e da areia, em geral, encontra-se em desacordo com as normas ambientais e técnicas.

Quadro 2 – Unidades geológicas da Região de Belém e as respectivas camadas exploradas como materiais naturais para construção civil.

UNIDADE GEOLÓGICA		MATERIAIS NATURAIS DE CONSTRUÇÃO	USOS POTENCIAIS
Pacote Argiloso		Argila Vermelha	Tijolos, telhas, peças de artesanato, pisos cerâmicos.
		Argila branca	Azulejos, tijolos, telhas, peças de artesanato, pisos cerâmicos.
Pacote Arenoso	Camada Silto arenosa a argilo arenosa	Argila	Mistura para argamassa
	Camada Arenosa Branca	Areia	Agregado argamassa, asfalto betuminoso, etc.
Linha de seixos		Agregado graúdo	Mistura para argamassa, gabiões, enrocamento.
Pacote Ferruginoso	Camada Concrecinária	Concreções lateríticas	Bases e sub-bases de pavimento e aterros em geral
	Camada Areno argilosa	Areia argilosa	Aterros em geral
	Camada Arenito Ferruginoso	Agregado graúdo	Mistura para argamassa, gabiões, enrocamento.
	Camada Arenosa Ferruginizado	Areia	Aterro Hidráulico
Pacote Argiloso	Camada Argila Mosqueada, Argila Laminada e Argila Maciça.	Argila	Azulejos, tijolos, telhas, peças de artesanato, pisos cerâmicos.

5.2.1 Rebaixamento do nível de água

Em muitos locais é executado o rebaixamento do nível de água no sentido de aumentar o volume de material a ser explorado.

Conseqüentemente, em função das condições do relevo e do comportamento da zona saturada, este procedimento tem provocado uma série de problemas na região em termos de fontes de águas que servem a população tanto no uso diário quanto no uso para manutenção de culturas de subsistência (Figura 3B). Porém, quando a jazida é exaurida, cessa, portanto, o processo de drenagem. As cavas são preenchidas novamente e surgem os lagos que são pontos de veiculação de doenças de vetor hídrico (Figura 3A).



Figura 3 - Área de extração de areia desativada (A); exemplo de jazida desativada devido ao nível de água aflorante (B).

5.2.2 Desmatamento e remoção da camada superficial do solo

A retirada da cobertura vegetal primitiva para abertura da jazida e para o desenvolvimento de atividades operacionais complementares, normalmente, atinge grandes extensões (Figura 4A), provocando a exposição do solo aos processos decorrentes da condição tropical, assim como a eliminação de espécies vegetais e animais (Figura 4B). Estes impactos ambientais posteriormente tornam necessários altos investimentos no sentido de recuperação destas áreas degradadas. Ressalte-se que a camada de solo superficial (com alta porcentagem de matéria orgânica) não é depositada para uso posterior, o que tem inviabilizado a recuperação das áreas desmatadas.

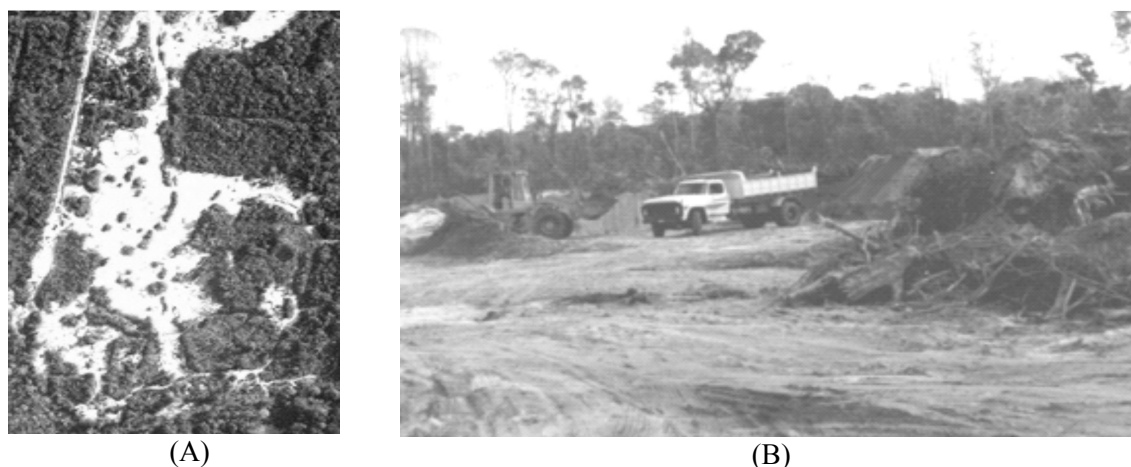


Figura 4 - Visão geral de um areal em atividade na ilha do Mosqueiro (A), com intenso desmatamento para permitir a exploração de areia (B).

5.2.3 Cavas abandonadas e acúmulo de Água

Como conseqüências destas atividades, cavas são criadas e depois abandonadas (Figura 5A), formando lagos naturais a partir do acúmulo das águas de chuva (Figura 5B), visto que as

chuvas são constantes durante todos os meses do ano. No período de Dezembro a Maio, pode ocorrer uma combinação das águas de chuva com a elevação do nível de água.



Figura 5 - Exemplo do local abandonado após exploração mostrando diversos problemas ambientais (A); detalhes de água acumulada, desmatamento e a remoção da camada superficial do solo (B).

5.2.4 Disposição de lixo e contaminação das águas superficiais e subsuperficiais

Uma área de extração de materiais naturais de construção foi reaproveitada como depósito dos resíduos sólidos produzidos na RMB (Figura 6A), denominado “lixão do Aura”, sem que nenhuma medida tecnológica de controle tenha sido executada. Devido às características pluviométricas, a quantidade de líquidos que percolam os resíduos é muito grande. Estes líquidos, associados aos materiais inconsolidados arenosos, atingem as águas subsuperficiais muito facilmente. Na Figura 6B, observam-se lagos formados ao lado do lixão que recebem as águas subsuperficiais e superficiais poluídas e que geram um grupo de problemas ambientais à população e ao meio ambiente.

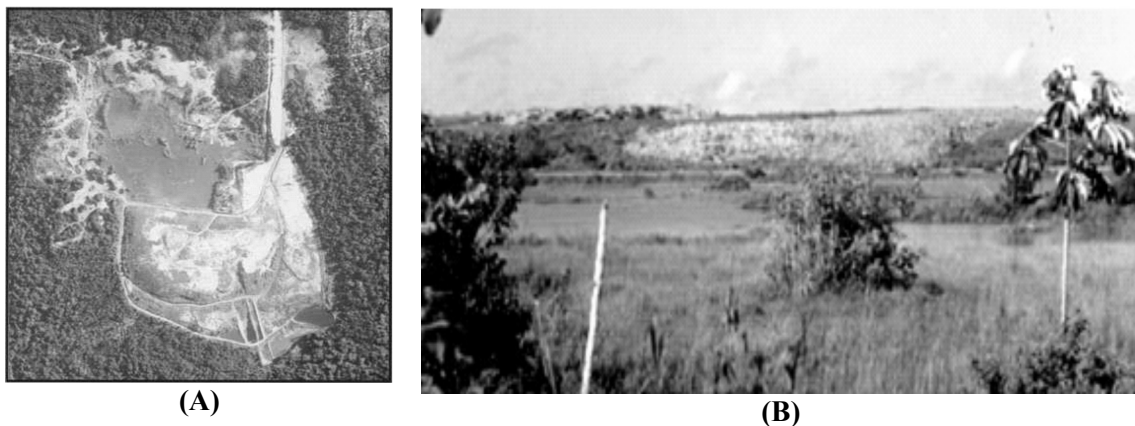


Figura 6 - Visão geral do local utilizado para disposição final dos resíduos sólidos dos municípios de Belém e Ananindeua (A) e lagoa formada na depressão gerada pela extração de materiais de construção próxima aos resíduos (B).

5.2.5 Erosão e assoreamento

Da associação de materiais inconsolidados arenosos, do desmatamento e das escavações executadas sem nenhum critério técnico surgem os processos erosivos afetando as paredes das escavações (Figura 7), assim como as áreas próximas às vias de acesso e áreas ao redor desmatadas como parte da preparação do processo de expansão da frente de exploração. O material erodido é transportado para os canais de drenagem, provocando assoreamento dos mesmos, bem como deteriorando a qualidade das águas.

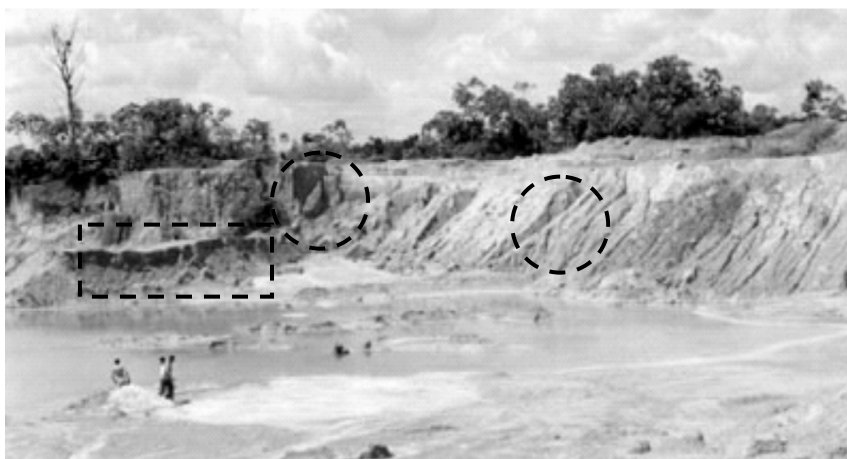


Figura 7 – Erosão na área de jazida de material de empréstimo.

5.2.6 Quedas de blocos

Devido às diferenças existentes entre as camadas de materiais geológicos que constituem o perfil estratigráfico, muitas são afetadas pelos processos erosivos, deixando sem apoio as superiores (Figura 8) que rompem caindo na frente de trabalho. Os materiais oriundos das quedas são posteriormente transportados pelas águas pluviais, aumentando os problemas de assoreamento dos canais de drenagem.



Figura 8 - Processo erosivo da camada inferior que retira a sustentação da camada concrecionária, resultando na queda de blocos.

Na RMB, observa-se um intenso conflito quanto ao uso e ocupação do solo, com atividades urbanas e a exploração de material inconsolidados como material de construção (agregado miúdo) e que atualmente avançam sobre a Área de Proteção Ambiental de Belém (APA-Belém), agravando ainda mais os problemas ambientais.

Estes problemas ambientais afetam fortemente a população, visto que em algumas partes, como a área do Aurá, cerca de 20% da área total estão afetados pela exploração.

6. CONCLUSÃO

A espessura das camadas e o nível d'água são as características restritivas principais para a continuidade da exploração. A distribuição espacial combinada com as propriedades geotécnicas das camadas tem conduzido a alguns problemas operacionais durante as atividades, como: deslizamento do material, processo da erosão. Tais explorações resultam em diversos problemas ambientais: escavação profunda, processos intensos de erosão, assoreamento dos rios e dos lagos, contaminação da água e desmatamento. Não há nenhum tipo de medidas de controle, de reabilitação ou de restauração adotadas por proprietários ou por instituições públicas. A legislação mineral e ambiental é importante na orientação dos usos e na ocupação, no sentido de minimizar os impactos ambientais negativos.

7. REFERÊNCIAS

- [1] BARALDI, F., CASTALDINI, D. AND MARCHETTI, M. Geomorphological Impact Assessment in the River Mincio Plain (Province of Mantova, Northern Italy). In: Marchetti, M. & Pinas, V. (EDS). *Geomorphology and Environmental Impact Assessments*. Balkema (2001), pp:7-30.
- [2] FARIAS, E. S, NASCIMENTO, F.S, FERREIRA, M.A.A. Área de Belém/Outeiro. Relatório Final -CG/UFPa (1992), 247p.
- [3] ZUQUETTE, L. V Análise crítica e proposta metodológica de cartografia geotécnica para condições brasileiras. Tese de doutoramento 3v. São Carlos, USP-EESC (1987), 700p.
- [4] ZUQUETTE, L. V Importância do mapeamento geotécnico para orientação do uso e ocupação: Fundamentos e guia. Livre Docência 2v. São Carlos, USP-EESC (1993), 400p.
- [5] ZUQUETTE, L. V. & GANDOLFI Cartografia Geotécnica. Oficina de texto. São Paulo/Brasil (2004), 200p.
- [6] ZUQUETTE, L.V., COLARES, J., PEJON, O.J. Land degradation assessment based on environmental geoindicators in the Fortaleza metropolitan region, state of Ceará, Brazil. *Environmental Geology*. vol.45, nº 3, (2004), pp.408 – 425.