Universidade Federal do Pará Faculdade de Geologia Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DANIELLE BARBOSA SARMANHO

DIAGNÓSTICO DA ATIVIDADE DE EXTRAÇÃO MINERAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM (MINERAIS DE USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL)

BELÉM – PARÁ

JUNHO – 2011

DANIELLE BARBOSA SARMANHO

DIAGNÓSTICO DA ATIVIDADE DE EXTRAÇÃO MINERAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM (MINERAIS DE USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.
Orientador: Prof. Dr. Evaldo Raimundo Pinto da Silva.

BELÉM
2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

S246d Sarmanho, Danielle Barbosa

Diagnóstico da atividade de extração mineral na região Metropolitana de Belém (minerais de uso na construção civil) / Danielle Barbosa Sarmanho; Orientador: Evaldo Raimundo Pinto da Silva – 2011

70 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em geologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia, Belém, 2011.

1. Geologia econômica. 2. Economia mineral. 3. Mineração social. 4. Extração de materiais de uso na construção civil. 5. Região Metropolitana de Belém. I. Silva, Evaldo Raimundo Pinto da, *orient*. II. Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 22 ed.:553098115

DANIELLE BARBOSA SARMANHO

DIAGNÓSTICO DA ATIVIDADE DE EXTRAÇÃO MINERAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM (MINERAIS DE USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Data de aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

Banca examinadora:

_____

Prof. Evaldo Raimundo Pinto da Silva – Orientador
Doutor em Geologia Econômica e Geoquímica
Universidade Federal do Pará

_____

Prof. Joel Buenano Macambira – Membro
Doutor em Geociências
Universidade Federal do Pará

_____

3° Membro

A Deus,
pois sem Ele, nada seria possível.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter me dado forças para não desanimar e saúde para continuar lutando por um futuro melhor, por ter me concedido o dom da vida, ter me dado a paz de espírito necessária para superar obstáculos e está presente em todos os momentos de minha vida.

A minha filha, Júlia Sarmanho, pela paciência, compreensão e incentivo, que embora não tivesse conhecimento disto, iluminou de maneira especial os meus pensamentos me levando a buscar mais conhecimentos.

Ao meu namorado Franklin, pela paciência, incentivo e apoio durante o curso, que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades.

Não deixando de agradecer de forma grata e grandiosa aos meus pais Ana Lúcia e Roberto por sempre me incentivarem durante os estudos.

Ao Professor e Orientador Evaldo Raimundo Pinto da Silva, pela paciência, pelos ensinamentos e pela ajuda na elaboração deste trabalho.

Aos demais professores do Instituto de Geociências pelos ensinamentos e/ou contribuições ao meu trabalho e pelos conhecimentos a mim transmitidos no decorrer do curso.

Ao IG/UFPA pela oportunidade de concretizar mais um importante passo na minha vida profissional e acadêmica.

Aos bibliotecários, funcionários e bolsistas da biblioteca do Instituto pelo apoio e dedicação na orientação e disseminação da informação e também pela atenção recebida.

Ao Laboratório de Sedimentologia e Laboratório de Difração de Raio X do Instituto de Geociências.

Ao Engenheiro Diego Hildebrando e a USIMAT (Usina de Materiais) da Faculdade de Engenharia Química.

Aos Geólogos Fernando Castelo e Aline Vieira.

A minha avó Raimunda pelo apoio e incentivo e ao meu avô Claudomiro pelo apoio me dado em vida.

As minhas sobrinhas Beatriz e Mariana, pelo carinho e incentivo.

A todos os amigos e amigas que fiz ao longo do Curso.

“Confia no Senhor de todo o teu coração e não te estribes no teu próprio entendimento. Reconhece-o em todos os teus caminhos, e ele endireitará as tuas veredas.”
Provérbios 3:5-6

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de realizar um diagnóstico geo-econômico e ambiental das áreas produtoras de minerais de uso na construção civil na região Metropolitana de Belém, mais especificamente nos domínios dos municípios de Ananindeua, Belém, Benevides, Marituba, Santa Bárbara do Pará e Santa Isabel do Pará. Além desses foi acrescentado o município de Santo Antônio do Tauá, por ser historicamente um dos maiores fornecedores de materiais de construção civil para a capital paraense. No município de Ananindeua foram cadastradas duas áreas de extração de minerais utilizados na construção civil, uma conhecida popularmente como Curvão do Coelho, no Bairro do Aurá, e outra no Distrito Industrial. No município de Marituba foram localizadas duas áreas conhecidas como Transterra Terraplenagem Ltda e Bem-viver Empreendimentos Ltda. No Distrito de Mosqueiro foram localizadas três áreas de extração de minerais utilizados na construção civil, conhecidas popularmente como Areal da Vovó, que para facilitar a separação neste trabalho, foi colocado como Areal da Vovó 1 e Areal da Vovó 2, por apresentarem o mesmo nome e pertencerem a mesma dona, além do Areal do Pau Amarelo. No Município de Santo Antônio do Tauá foram localizadas duas áreas de extração conhecidas popularmente como Areal do Baiano e Areal do Paraíba. Dentre os materiais produzidos estão areia, arenoso, aterro, piçarra, saibro e argila. Os demais municípios, na atualidade, só mostram indícios de exploração mineral. A área tem seu quadro geológico constituído pela Formação Pirabas, Grupo Barreiras, Sedimentos Pós-Barreiras e Sedimentos Recentes. Realizaram-se ensaios tecnológicos com amostras dos depósitos de areia e argila da região, com vista a determinar a qualidade dos mesmos para uso na construção civil. A quantidade de produção mensal dessas áreas atinge um valor aproximado de 48.360 m³ de material, onde há 62 trabalhadores envolvidos na atividade, gerando um valor de produção mensal de aproximadamente R$ 965.496,00. A respeito da situação legal das áreas visitadas pôde-se constatar, segundo informações obtidas no Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, que do total de 8 áreas, 5 delas encontram-se legalizadas junto ao referido órgão e 3 áreas atuam de forma clandestina. Não se observou nenhum tipo de fiscalização por parte dos órgãos

competentes, referente ao recolhimento de tributos incidentes sobre a exploração dos bens minerais extraídos (CFEM, ICMS e ISS), o que acaba gerando uma perda de arrecadação para os municípios produtores. Estima-se que valores da ordem de R$ 164.134,32 / mês somente de ICMS deixam de ser arrecadados nos municípios estudados. Os dados obtidos neste trabalho mostraram que a lavra dos minerais ditos sociais (areia, argila, aterro) nos municípios enfocados, causam mais danos ao meio ambiente do que receitas tributárias para os cofres municipais. Como de praxe neste tipo de atividade, a maioria dos trabalhos é feita de forma clandestina por organizações familiares ou por empresas do ramo da construção civil que arrendam jazidas para suprir seus empreendimentos de obras civis na capital. Tal fato causa evasão de recursos, pouca ocupação de mão de obra e graves problemas ambientais nas áreas de lavra, comprometendo o uso futuro das áreas exauridas. Urge, portanto, a ação dos órgãos fiscalizadores no âmbito federal (DNPM), estadual (SEMA) e municipal (Secretarias de Meio Ambiente) para disciplinar essa atividade, visto trata-se de um recurso não renovável, cuja extração indisciplinada compromete a qualidade de vida da população afetada.

Palavras-chave: Geologia econômica. Economia mineral. Mineração social. Extração de materiais de uso na construção civil. Região Metropolitana de Belém.

ABSTRACT

This work was developed with the purpose of making a diagnosis geo-economic and environmental impact of mineral producing areas of use in construction in the metropolitan area of Belem, more specifically in the areas of Ananindeua, Belem, Benevides, Marituba, Santa Barbara do Pará and Santa Isabel do Para addition to these was added the municipality of Santo Antonio do Taua, being historically one of the largest suppliers of construction materials to the capital of Para. In the city of Ananindeua were registered two areas of extraction of minerals used in construction, popularly known as a bow down the Curvão do Coelho, Aura in the quarter, and another in the Industrial District. In the city of Marituba were found two areas known as Transterra Terraplenagem Ltd. and Bem Viver Empreendimentos Ltda. In the District of Mosqueiro were found three areas of extraction of minerals used in construction, popularly known as the Vovó Areal, that to facilitate the separation in this work, was placed as Areal Vovó 1 and Areal Vovó 2, they presented the same name and belong to the same owner, in addition to the Areal Pau Amarelo. In the municipality of Santo Antonio do Taua were located two areas of extraction known popularly as the Areal Paraíba and Areal Baiano. Among the materials produced are sand, land fill, grit and clay. The other municipalities, in actuality, only show evidence of mineral exploration. The area has its geological framework consisting of Pirabas Formation, Group Barriers, Sediment Post-Barreiras sediments and Recent. Technological tests were carried out with samples from deposits of sand and clay of the region in order to determine the quality of their products for use in construction. The amount of monthly production in these areas reaches a value of approximately 48,360 cubic meters of material, where there are 62 employees involved in the activity, generating a monthly production value of approximately R $ 965,496.00. Regarding the legal status of the destination could be verified, according to information obtained by the National Department of Mineral Production - DNPM that the total of eight areas, five of them are legalized by the said body and three areas operate clandestinely. We did not observe any kind of supervision by the competent bodies, relating to the collection of taxes on the exploitation of minerals extracted (CFEM, ICMS and ISS), which ends up generating a loss of revenue for municipalities

producers. Estimated values of R $ 164,134.32 / month only ICMS no longer collected in the cities studied. The data from this work showed that the mining of minerals called social (sand, clay, landfill) focused in the cities, causing more damage to the environment than tax revenues for municipal coffers. As usual in this type of activity, most work is done by illegal organizations or companies in the family building industry who rent deposits to meet its civil works projects in the capital. This fact causes evasion of resources, low occupancy of labor and environmental problems in mining areas, jeopardizing the future use of depleted areas. We urge, therefore, the actions of oversight agencies at the federal level (ANP), state (SEMA) and municipalities (Secretariats of Environment) to regulate this activity, since it is not a renewable resource whose extraction undisciplined compromise the quality of life of the affected population.

Keywords: Economic geology. Mineral economics. Mining social. Extraction of materials used in construction. Metropolitan Region of Belém

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 Mapa de localização dos municípios enfocados no trabalho ---------- 17

Figura 02 Vista panorâmica do Curvão do Coelho, município de Ananindeua ---------- 29

Figura 03 Vista panorâmica da Jazida da Transterra Terraplenagem ltda, município de Marituba ---------- 30

Figura 04 Vista panorâmica da jazida Bem-viver Empreendimentos Ltda, município de Marituba ---------- 31

Figura 05 Vista do Areal da Vovó 1, no Distrito de Mosqueiro ---------- 32

Figura 06 Vista do segundo areal da vovó, no Distrito de Mosqueiro ---------- 33

Figura 07 Vista panorâmica do areal do Baiano, município de Santo Antônio do Tauá - 34

Figura 08 Vista panorâmica do areal do Paraíba, município de Santo Antônio do Tauá 35

Figura 09 Histograma mostrando a distribuição granulométrica da amostra do Areal da Vovó 2, pertencente ao Distrito de Mosqueiro-Pa ---------- 39

Figura 10 Histograma mostrando a distribuição granulométrica da amostra do Areal do Paraíba, pertencente ao Município de Santo Antônio do Tauá – Pa ---------- 40

Figura 11 Histograma mostrando a distribuição granulométrica da amostra do Areal do Baiano, pertencente ao Município de Santo Antônio do Tauá – Pa ---------- 42

Figura 12 Histograma mostrando a distribuição granulométrica da amostra do Areal da Vovó 1, pertencente ao Distrito de Mosqueiro-Pa -------- 43

Figura 13 Difração de Raios-X da amostra normal de argila da Bem-Viver Empreendimentos Ltda, no Município de Marituba ---------- 44

Figura 14 Difração de Raios-X da amostra glicolada de argila da Bem-Viver Empreendimentos Ltda, no Município de Marituba ---------- 45

Figura 15 Difração de Raios-X da amostra normal e glicolada de argila da Bem-Viver Empreendimentos Ltda, no Município de Marituba ---------- 45

Figura 16 Vista da área recuperada do Areal do Paraíba, no município de Santo Antônio do Tauá ---------- 63

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 Coluna cronolitoestratigráfica da RMB ---------- 27

Tabela 02 Parametros estatísticos das amostras das areias da região estudada --------- 37

Tabela 03 Análise granulométrica da amostra do Areal da Vovó 2, pertencente ao Distrito de Mosqueiro-Pa ---------- 38

Tabela 04 Análise granulométrica da amostra do Areal do Paraíba, pertencente ao Município de Santo Antônio do Tauá –Pa ---------- 40

Tabela 05 Análise granulométrica da amostra do Areal do Baiano, pertencente ao Município de Santo Antônio do Tauá –Pa ---------- 41

Tabela 06 Análise granulométrica da amostra do Areal da Vovó 1, pertencente ao Distrito de Mosqueiro-Pa ---------- 43

Tabela 07 Quantidade das frações areia, silte e argila na amostra da Bem Viver Empreendimentos Ltda, no Município de Marituba ---------- 46

Tabela 08 Dimensões dos corpos de prova antes e depois da queima na mufla -------- 48

Tabela 09 Características físicas dos corpos após queima à 1000ºC ---------- 48

Tabela 10 Características físicas dos corpos após queima à 1200ºC ---------- 48

Tabela 11 Padrões da ABNT exigidos para as argilas vermelhas utilizadas na fabricação de telhas e tijolos ---------- 49

Tabela 12 Aplicação das amostras da área estudada, conforme as normas da ABNT - 50

Tabela 13 Aspectos Legais das áreas Produtoras ---------- 56

Tabela 14 Áreas Produtoras De Materiais De Uso Na Construção Civil Na Região Metropolitana De Belém ---------- 60

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇÃO** 15
1.1 OBJETIVOS 16
1.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO 16
1.3 METODOLOGIA 17
2 **ASPÉCTOS FISIOGRÁFICOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM** 19
3 **GEOLOGIA DA ÁREA** 21
3.1 FORMAÇÃO PIRABAS 22
3.2 GRUPO BARREIRAS 23
3.3 SEDIMENTOS PÓS-BARREIRAS 24
3.4 SEDIMENTOS RECENTES 26
3.5 COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA ÁREA ESTUDADA 26
4 **PRINCIPAIS ÁREAS PRODUTORAS DE INSUMOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL** 28
4.1 MUNICÍPIOS DA RMB 28
4.1.1 **Áreas produtoras no Município de Ananindeua** 28
4.1.2 **Áreas produtoras em Marituba** 29
4.1.3 **Áreas produtoras no Distrito de Mosqueiro** 32
4.2 MUNICÍPIO DE SANTO ANTONIO DO TAUÁ 33
5 **ESTUDOS TECNOLÓGICOS** 36
5.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DAS AREIAS 36
5.2 ANÁLISE MINERALÓGICA POR DIFRAÇÃO DE RAIO X 44
5.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DAS ARGILAS 46
5.4 TESTES CERÂMICOS 46
6 **ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO MINERÁRIA** 51
6.1 GENERALIDADES 51
6.2 REGIME DE LICENCIAMENTO 51
6.3 LICENCIAMENTO AMBIENTAL 53
6.4 ASPECTOS LEGAIS DAS ÁREAS PRODUTORAS 54
6.5 QUANTIDADE E VALOR DA PRODUÇÃO 58

6.6 TRIBUTOS 61
7 **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL** 62
7.1 GENERALIDADES 62
7.2 PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS 62
7.3 MEDIDAS MITIGADORAS 64
8 **CONCLUSÃO** 667
REFERÊNCIAS 689

1 **INTRODUÇÃO**

A Região Metropolitana de Belém ou RMB foi criada pela Lei Complementar Federal N° 14 de 1973, alterada em 1995, sendo constituída pelos municípios de Ananindeua, Belém, Benevides, Marituba, Santa Bárbara do Pará e Santa Isabel do Pará. Com uma população de 2.100.319 habitantes,segundo censo 2010 do IBGE, é a segunda maior área metropolitana da Região Norte, a décima segunda do Brasil e a 179ª do mundo. É a décima nona região metropolitana do país em qualidade de vida e a primeira no Norte-Nordeste. O principal núcleo populacional é Belém com 1.392.031 habitantes, seguida de Ananindeua com 471.744 habitantes.

Os municípios que compõem a RMB mais o município de Santo Antônio do Tauá, que foi acrescentado neste trabalho, são os principais fornecedores de insumos para a construção civil demandados pelo mercado consumidor da capital. Esse mercado tem sido impulsionado, nos últimos cinco anos, pela implantação de grandes obras de infra-estrutura urbana e rural previstas no Programa de Aceleração do Crescimento do Governo Federal.

Para atender a essa forte demanda foram descobertos e explotados novos depósitos situados na periferia dos maiores centros consumidores (Belém e Ananindeua). Tal fato ocasionou um acentuado impacto ambiental nas áreas produtoras com sérias conseqüências sócio-ambientais para a qualidade de vida da população desses municípios. Aliado a isso, tem havido uma constante omissão das entidades fiscalizadoras dessa atividade (DNPM, SEMA) principalmente por se tratarem de pequenas áreas produtoras e pela ausência de informações sobre a relevância econômica dessa atividade para os municípios mineradores.

Diante deste quadro, neste trabalho foi feito um diagnóstico sócio-econômico e ambiental da lavra de insumos para a construção civil nos municípios abordados, a fim de demonstrar a importância econômica e social dessa atividade e, com isso, fomentar a elaboração de políticas públicas para normatizar e incrementar essa cadeia produtiva.

1.1 OBJETIVOS

GERAL

O trabalho visa realizar um estudo situacional da Mineração Social (areia, seixo, barro, brita, etc), em seis municípios da Região Metropolitana de Belém e no município de Santo Antônio do Tauá, enfocando os aspectos econômicos, sociais e ambientais dessa atividade.

ESPECÍFICOS

a) Realizar um cadastramento das áreas produtoras de materiais de uso na construção civil nos municípios da região enfocada;

b) Efetuar um levantamento da situação legal dessas áreas de lavra junto ao DNPM-PA;

c) Realizar ensaios tecnológicos nos depósitos de areia e argila com vista a determinar qualidade dos mesmos para uso na construção civil;

d) Realizar um diagnóstico sócio-econômico nas áreas de lavra, com ênfase nas condições de trabalho (número de empregados, regime de trabalho, período diário de funcionamento, remuneração, CTPS, entre outros);

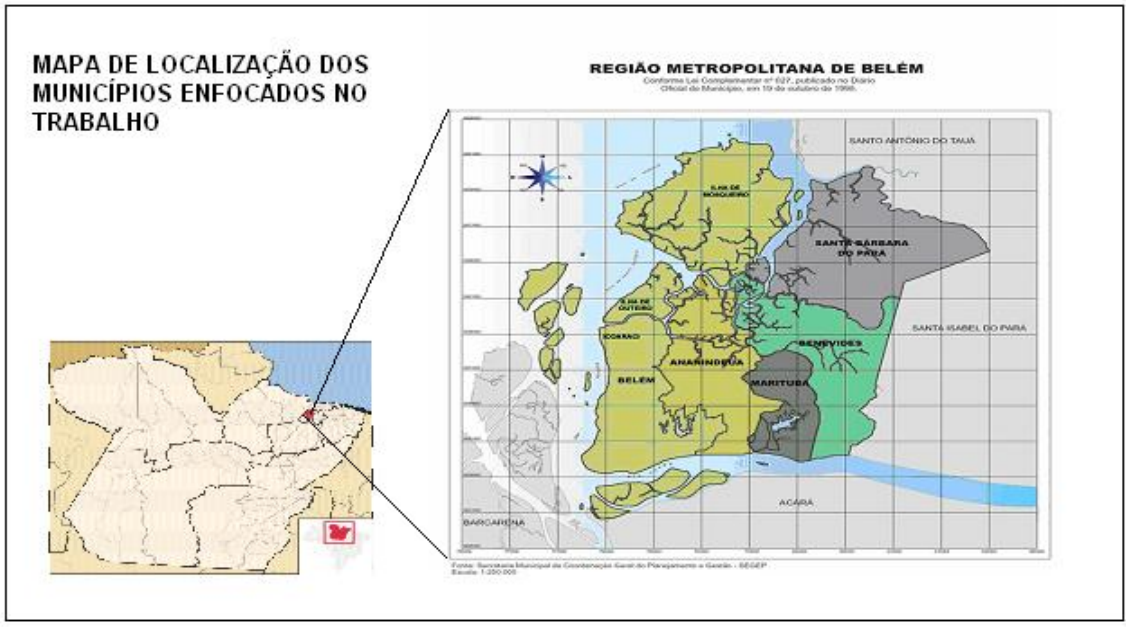
e) Avaliar a quantidade e o valor de produção das jazidas;

f) Elaborar um diagnóstico dos danos ambientais decorrentes da extração dos minérios;

1.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O trabalho foi desenvolvido no âmbito dos municípios que compõem a Região Metropolitana de Belém (RMB): Ananindeua, Belém, Benevides, Marituba, Santa Bárbara do Pará e Santa Isabel do Pará, e incluiu ainda o município de Santo Antônio do Tauá, pelos motivos já mencionados. (Figura 01).

Figura 01 – Mapa de localização dos municípios enfocados no trabalho.



1.3 METODOLOGIA

A realização deste trabalho envolveu três etapas distintas, sendo elas: etapa pré-campo, etapa de campo e etapa pós-campo, que serão descritas individualmente a seguir:

- Etapa pré-campo: Nesta etapa foi realizado um levantamento sistemático sobre os trabalhos já realizados sobre o tema enfocado na RMB, a fim de atualizar e complementar as informações disponíveis e dar suporte para interpretação dos dados. Foram consultados materiais como artigos, TCCs, teses, entre outros materiais disponíveis sobre a área em questão, bem como referente aos procedimentos de campo e de laboratório.

- Etapa de campo: Nesta etapa ocorreu a coleta de dados de campo através de visitas às áreas produtoras de areia, argila, saibro, pedra preta, etc, existentes na área enfocada, onde foram levantadas informações sobre quantidade de produção, valor de comercialização, custo de produção, perfil da mão de obra envolvida na lavra, equipamentos utilizados, método de lavra, destinação dos materiais produzidos, etc, além da aplicação de formulários para definição do perfil sócio-econômico das áreas impactadas direta e indiretamente por essa atividade. Nas

cavas foram feitas a descrição geológica do minério e determinada sua espessura e área de ocorrência, visando uma estimativa aproximada do volume de minério existente.

- Etapa pós-campo: Após os trabalhos de campo, foi feita uma pesquisa junto ao DNPM para verificar a situação legal das áreas produtoras encontradas. Nesta etapa também foram realizados estudos mineralógicos das amostras de argila coletadas através da Difração de Raios X; análises granulométricas das amostras de areia e argila e, finalmente, a realização de testes cerâmicos nas amostras de argila, tais como: absorção de água, porosidade aparente, densidade, retração linear e tensão de ruptura; A fase final do trabalho consistiu de tratamento dos dados e confecção do relatório final contendo as principais conclusões obtidas.

2 **ASPÉCTOS FISIOGRÁFICOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM**

O estado do Pará é caracterizado por apresentar altos índices de precipitação pluviométrica devido à sua localização na zona equatorial do globo terrestre. Nessa região o clima é influenciado por sistemas atmosféricos de meso (como Linhas de Instabilidade) e grande escala (Zona de Convergência Intertropical - ZCIT), que podem provocar grande quantidade de chuva. As Linhas de Instabilidade se formam na parte costeira do estado, devido à circulação de brisa marítima e se dirigem para o interior do continente como linhas de nuvens convectivas, provocando chuvas principalmente durante a época menos chuvosa na região (COHEN et al, 1995). Durante o período chuvoso, a precipitação é provocada pela ZCIT, que resulta da convergência dos ventos alísios de nordeste e sudeste e é caracterizada por precipitações intensas e ventos fracos (VIANELLO; ALVES, 1991).

Segundo Silva Dias et al, 2002 e Negri et al, 2004 (apud FIGUEIREDO et al, 2009) a atividade convectiva é importante para o aquecimento da atmosfera tropical, cuja liberação de calor durante o período chuvoso é cerca de 2,5 Kdia-1, o que equivale a 10 mm de precipitação por dia (FIGUEROA; NOBRE, 1990 apud FISCH et al., 1996). Sendo assim, a precipitação é de extrema relevância para a análise do clima da região equatorial. Da mesma maneira, vários estudos indicam a ocorrência de variações pontuais das precipitações em função das características da cobertura vegetal, área urbana e presença de corpos d`água.

A área de abrangência desse trabalho (RMB) está situada numa das regiões mais chuvosas do Brasil, visto que os índices anuais ultrapassam 2000mm, o que é destacado por sua isotermia que apresenta amplitude térmica anual em torno de 1,0°C e 3,0°C (variação entre os períodos mais quentes e mais frios).

A evaporação assim como a nebulosidade registra períodos bem distintos com relação a estação seca (50-100mm) e chuvosa (32-50mm).

Dessa forma, a RMB possui características próximas aquelas idealizadas por Kôppen (1948 apud MAZZEO, 1991), o que classifica o clima de Belém como do tipo Afi, sendo:

A- Clima tropical chuvoso, onde a temperatura média do mês frio é superior a 18°;

f-ocorrência de chuva durante todo o ano, condicionando o tipo de vegetação conhecida como selva tropical, dado que o mês de menor cota pluviométrica é superior a 60mm;

i-o clima não conhece variação sazonal sensível, dado que a oscilação anual de temperatura é inferior a 5°C.

Como era de se prever a insolação na RMB aumenta consideravelmente no verão variando entre 200 e 300 horas (junho a novembro) e no inverno estes valores caem para até 55 horas e máximo de 75, o que mostra que a região fica encoberta por nuvens de chuva que impossibilitam parcialmente a penetração dos raios solares. (Ferreira, 2002).

O sítio físico da RMB é caracterizado por porções continentais e insulares. Possui um relevo pouco acidentado, é uniforme com poucas variações, plano, pouco ondulado. O Rio Guamá, a ramificação do Rio Pará e a baía de Guajará, na altura do Município de Belém, conformam a principal formação fluvial, depois completada por uma série de pequenos furos, igarapés e paranás, que no interior das áreas urbanas são transformados em canais de drenagem. O regime de marés diárias e de equinócio inunda de forma periódica o terreno.

A RMB apresenta quatro zonas geomorfológicas bem distintas: Terrenos colinosos, Zonas Rebaixadas, Terraços Fluviais Inundáveis e Planícies Flúvio-Marinhas.

A vegetação atual da RMB está representada em parte por vegetação de Várzea, vegetação de floresta densa ou tropical e floresta de Igapó.

Os três tipos principais de vegetação na RMB apresentam as seguintes características:

a) Vegetação de Várzea: típicas de terrenos inundáveis sob influência periódica das marés; sendo muito semelhantes e representam as vegetações que se encontram sobre solos cujas condições físicas e químicas não permitem um desenvolvimento de uma vegetação exuberante como ucúba e andiroba, ocorrem ao longo dos rios e igarapés, próximo de áreas povoadas;
b) Vegetação de floresta densa ou tropical: associada aos terrenos mais elevados (terra firme), está assentada sobre o Latossolo Amarelo em

áreas quaternárias aluviais, e possui árvores de grande porte, que variam de 25 a 50m de altura, como por exemplo, as palmeiras (açaí e buritiana), samaumera e achaco que ocupam as áreas de aluvião, mais consolidados. Por esses motivos possuem grande valor econômico e sofrem constantemente com o extrativismo vegetal.

c) Florestas secundárias ou de igapó: em áreas uma vez desmatadas, encontradas nos alagados e níveis topográficos mais baixos da região, possuindo raízes aéreas, adaptadas ao seu desenvolvimento nos solos permanentemente alagados. As espécies deste tipo de vegetação apresentam nomes exóticos como cabeça de cutia e sororoca. (Ferreira, 2002).

3 **GEOLOGIA DA ÁREA**

Nos municípios que compõem a RMB são encontradas rochas e sedimentos com idades que variam do Terciário Inferior ao Recente. As principais unidades litológicas identificadas são: Formação Pirabas, Formação Barreiras, Sedimentos Pós-barreiras e Sedimentos Recentes.

3.1 FORMAÇÃO PIRABAS

A Formação Pirabas é formada por intercalações de calcários estratificados ou não, margas, e folhelhos de cores diversas: verde, cinza e branco, observada através da perfuração de poços profundos. É datada com base em seu registro fossilífero de idade Oligo-Miocênica. Começa a ocorrer na RMB a uma profundidade que varia de 80 a 135m, dados esses estimados com base em poços tubulares executados para exploração de água subterrânea, descritos na RMB. Estende-se a profundidade superiores a 370m. (Costa, 2001).

Essa Formação foi dividida inicialmente por Petri (1957) *apud* Farias *et al.* 1992, o qual estabeleceu três fácies: Castelo, Canecos e Baunilha Grande. Entretanto, atualmente, a divisão mais aceita e citada na literatura é a proposta por Ferreira (1982), que dividiu a Formação Pirabas em três fácies: Castelo, Capanema e Baunilha Grande.

A fácies Castelo caracteriza-se pela presença de calcários duros diversificados, muito comuns na forma de coquinas, biohermitos, micritos e dolmicritos. Depositado nitidamente em ambiente de mar aberto, com águas agitadas e quentes (Ferreira 1982). Segundo esse mesmo autor, essa biozona só é encontrada em afloramentos naturais do atual litoral de Salinópolis, baía de Pirabas e capeando os sedimentos cretácicos da bacia de Barreirinhas, no Maranhão.

O fácies Capanema é composto por calcários argilosos (margas), micritos e bioclastitos, folhelhos rítmicos e arenitos calcíferos (*beach rocks*). Sua paleoecologia caracteriza-se por ambientes lagunares e de borda de bacia ou estuarino, águas calmas e salinidade um pouco abaixo do normal. Está sobreposto sem continuidade, ao fácies Castelo (Ferreira 1982). Ocorre principalmente em Capanema, município

do Pará (a que deve a sua denominação), em jazidas da empresa Cimento do Brasil S/A (CIBRASA).

O fácies Baunilha Grande compreende argilas negras com vegetais piritizados e nódulos de calcários escuros contendo no seu interior crustáceos branquimes (carcinólitos), gerados em ambiente redutor tipicamente de mangues. Esse fácies é intermediário, ou seja, tem seu posicionamento estratigráfico de forma descontínua entre os fácies Castelo e Capanema (Ferreira 1982).

3.2 GRUPO BARREIRAS

O Grupo Barreiras ocorre como uma seqüência de sedimentos continentais que afloram ao longo da maior parte do litoral brasileiro em uma faixa que se estende desde o estado do Rio de Janeiro até o Pará (Lobato 1999). Ocorrem sobrepondo rochas do embasamento cristalino, sedimentos cretáceos e terciários marinhos (Alheiros,1988 e Rossetti *et al.,*1999).

Os principais constituintes do Grupo Barreiras são argilas, silte, areia de granulação fina a grossa e leitos de conglomerados. No geral, os sedimentos exibem cores variadas, do vermelho a amarelo e esbranquiçado, e um baixo grau de compactação (Lobato 1999).

Há controvérsias quanto a idade dos sedimentos Barreiras. Alguns autores admitem idades Pleistocênica e plio-Pleistocênica. Porém Arai *et al.*(1988), *(in* Rossetti *et al.* 1990) com base em informações palinológicas sugere que a deposição se deu início no Mioceno Inferior.

Segundo Góes e Truckenbrodt (1980) e Góes (1981), o Grupo Barreiras é dividido no nordeste do Pará em três litofácies: conglomerática, argilo-arenosa e arenosa.

A Fácies Conglomerática é constituída por conglomerados oligomíticos e seus componentes quartzosos sustentados por uma abundante matriz de areia grossa argilosa. Seus seixos são mal selecionados e pouco retrabalhados, apresentam

formas irregulares, com tamanhos variados desde poucos centímetros até blocos, com diâmetro médio de 15 a 20 cm. Não apresenta estrutura visível.

A Fácies argilo-arenosa caracteriza-se por maior heterogeneidade litológica, representada por camadas argilosas, argilo-arenosa, areno-argilosas e arenosas limpas nitidamente interdigitadas.

Os sedimentos argilosos colorações variadas com intercalações de lâminas de areia centimétricamente espaçadas formando estratificação horizontal.

Os sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos apresentam coloração mosqueada, granulação areia média, moderada seleção, ausência de estratificação e presença de concreções ferruginosas e “grés do Pará”.

As areias limpas apresentam granulação fina e grossa até conglomerática, moderada seleção, caráter friável e níveis laterizados. Estas areias podem desenvolver estratificação cruzada e estratificação horizontal.

A Fácies arenosa constitui-se de arenitos amarelados de granulação média, mal selecionados, com grânulos e seixos (4-5 mm) disseminados e maciços.Em suas partes basais e medianas ocorrem níveis de micro conglomerados pouco espessos (10-20 cm) constituídos por seixos quartzosos moderadamente selecionados (6-10 mm), alongados e achatados. Distinguem-se dois níveis de concreções ferruginosas retrabalhadas e fragmentos de arenitos ferruginosos, um ocorre na Fácies arenosa e o outro no contato entre esta fácies e a argilo-arenosa.

3.3 SEDIMENTOS PÓS-BARREIRAS

Segundo Sá (1969) os Sedimentos Pós-Barreiras sobrepõem os Sedimentos Barreiras por discordância erosiva, onde o contato é geralmente marcado pela presença de seixos e blocos de arenito ferruginoso, ou ainda podendo estar ausentes.

Os Sedimentos Pós-Barreiras estão distribuídos por toda região Nordeste do Estado Pará, compondo depósitos de areias brancas de formas alongadas sobre os sedimentos da Formação Barreiras. Estes areais são caracterizados por apresentarem granulometria variando de areia fina a areia grossa, limpas e compostas por grãos de quartzos arredondados. (Sá 1969).

Consistem em sedimentos areno-argilosos, inconsolidados, facilmente desagregados, compostos, sobretudo de grãos de quartzo, com leitos pouco espessos de seixos e blocos rolados ou pouco movimentados de arenitos ferruginosos (Farias et al. 1992).

Rossetti et al. (1999) descreveram os sedimentos Pós-Barreiras como uma fácies areno-argilosa, maciça, separados dos sedimentos Barreiras por superfície erosiva, acompanhada ou não por níveis detríticos. Os autores constataram que as características deposicionais dos sedimentos Pós-Barreiras são sugestivas da atuação de movimentos gravitacionais, além da contribuição de processos dissipativos de dunas eólicas.

Na Região Metropolitana de Belém e na ilha de Caratateua esses sedimentos foram mapeados por Farias et al. (1992), que caracterizaram duas fácies sedimentares. A fácies arenito ferruginizado constituída de blocos ferruginosos, de tamanhos variados, envolvidos por uma matriz areno-argilosa. A fácies arenitos diversos que compreende arenitos creme-amarelados, incoesos, e aparentemente desprovidos de estruturas sedimentares; arenitos de cor amarela a alaranjada, de granulometria predominantemente fina, bem selecionados e sem estruturação e areias, predominantemente brancas, com porções de cor amarelo-alaranjada, de granulometria fina, moderada a bem selecionadas. Ainda nesta fácies, descreveram

estruturas de bioturbação e feições, que caracterizaram como estruturas de dissipação de dunas.

A idade mais aceita para esta unidade é holocênica, obtida a partir da datação de conchas (Siqueira 2001).

3.4 SEDIMENTOS RECENTES

Os sedimentos recentes estão distribuídos por toda Região Nordeste do Pará, localizados principalmente na faixa costeira da baía de Marajó, na costa Atlântica e nos vales dos rios e igarapés que cortam a região, sobrespostos aos sedimentos pós-Barreiras, formando depósitos de areias brancas inconsolidadas, limpas, acumuladas na forma de corpos alongados e com granulação variando grossa a fina (Prazeres 1995).

A origem desses depósitos está relacionada a dunas fósseis do antigo Mar de Pirabas (Ackermann 1964 apud lobato, 1999). Por outro lado Sá (1969) considera-os como produtos de lixiviação *in situ* ou com pouco deslocamento do material que constitui o Pós-Barreiras.

São constituídos de areias, siltes e argilas. As areias são finas a médias, de coloração marrom, com siltes e argilas intercaladas. As argilas são geralmente cinza-escuro a cinza-claro, apresentando restos de vegetais (galhos e folhas), comumente bioturbadas, o que as torna sem estruturas. Tais sedimentos são observados no período de maré baixa, nas bordas dos canais estuarinos, braços de rios, "furos", igarapés e “praias” que drenam a área (FARIAS et al. 1992).

3.5 COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA ÁREA ESTUDADA

Tabela 01- 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.
TERCIÁRIO	Plioceno	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.
	Mioceno			Arenitos e argilitos intercalados
	Mioceno/ Oligoceno	Formação Pirabas	Pt= 80 a 135m E >370m	Calcários, folhelhos e margas.

Fonte: (Modificado de FERREIRA et al. 2000).

4 **PRINCIPAIS ÁREAS PRODUTORAS DE INSUMOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL**

Durante a realização deste trabalho foram selecionadas 8 áreas de extração de minerais de uso na construção civil. (Anexo I).

4.1 MUNICÍPIOS DA RMB

Nos municípios da RMB foram identificadas 7 áreas de extração assim distribuídas: duas em Ananindeua, duas em Marituba, e três no Distrito de Mosqueiro. Esses materiais correspondem a areia, aterro (estrutura cuidadosamente projetada dentro do solo ou sobre ele, onde o lixo é isolado do ambiente a sua volta, como lençol freático, ar e chuva, onde esse isolamento é obtido através de um revestimento e uma cobertura diária de terra), arenoso (areia argilosa), piçarra (rocha muito decomposta e que pode ser escavada com pá ou picareta), saibro (terreno formado basicamente por argila misturada com areia) e argila, e ocorrem como depósitos lavrados a céu aberto que apresentam dimensões e características diferentes, as quais serão descritas a seguir de acordo com o município de ocorrência.

4.1.1 Áreas produtoras no Município de Ananindeua

No Município de Ananindeua foi identificada uma área de extração de aterro, conhecida como Curvão do Coelho no Bairro do Aurá e uma área de extração de areia no Bairro do Distrito Industrial, sendo que neste último não houve possibilidade de entrada no local, pois a área era clandestina, onde as estâncias que vendem materiais de construção civil só iam até o local retirar os materiais.

O Aterro popularmente conhecido como Curvão do Coelho está localizada no bairro do Aurá com coordenadas UTM 0792625W / 9844179S (Figura 02). O depósito ocorre em um morro de encostas suaves e ocupa uma área de aproximadamente 70.000 m^2. A lavra é feita a céu aberto e com o auxilio de pá mecânica. O empreendimento apresenta uma produção média da ordem de 50 carradas de 13 m^3 por dia, onde cada carrada custa em torno de R$ 250,00, onde trabalham 5 pessoas que ganham R$250,00 por semana. O material é utilizado para cobrir o Aterro Sanitário do Aurá e para reparo de estradas.

Figura 02 - Vista panorâmica do Curvão do Coelho, município de Ananindeua.

4.1.2 Áreas produtoras em Marituba

Neste município foram identificadas duas áreas de extração de materiais de uso na construção civil, conhecidas como Transterra Terraplenagem Ltda, que explora areia, saibro e arenoso e a Bem-viver Empreendimentos Ltda que explora argila, areia, piçarra e arenoso.

O Depósito Da Transterrra Terraplenagem Ltda está localizada na Rua Alfredo Calado (antiga Rua da Lama) dentro das coordenadas geográficas S01°23’42,3” / W48°19’42,7”. (Figura 03). A cava ocupa uma área semi circular de aproximadamente 3.600 m^2, numa área total de 13,04 ha, onde ocorrem conjuntamente três tipos de materiais sobrepostos. Na parte superior do depósito ocorre uma camada de conglomerado laterítico de 1,5 a 2,0 (metros de espessura), com seixos de concreções ferruginosas (diâmetros entre 1 e 2 cm), imersos em uma matriz areno-argilosa de coloração avermelhada. Esse material é extraído como piçarra para ser utilizada na construção e reparo de estradas, aterros, e como base para pequenas construções. Abaixo desse nível laterítico ocorre uma camada areno-argilosa de coloração avermelhada com espessura de cerca de 4 a 6 metros que é

extraída como saibro para ser utilizado como aterro de construções e compactação de vias; por fim, na parte basal do depósito, destaca-se uma espessa camada (até 03 metros de espessura) de arenito de cor amarelo avermelhada, que provavelmente é a rocha fonte para o areão e para a piçarra. A lavra é feita a céu aberto e com o auxilio de pá mecânica. O empreendimento apresenta uma produção média da ordem de 50 carradas de 13 m³ por dia, onde os valores dos materiais comercializados são: areia R$ 390,00, arenoso R$ 250,00 e saibro R$ 150,00 com caçamba de 13 m³ de material. Há 30 trabalhadores que recebem em média R$40,00/ m³ de material transportado.

Figura 03 - Vista panorâmica da Jazida da Transterra Terraplenagem ltda, município de Marituba.

A Bem-viver Empreendimentos Ltda está localizada na Alça Viária, km 3,5 dentro das coordenadas UTM 0794502W / 9844746S (Figura 04). O depósito ocupa uma área aproximada de 32,18 ha e possui uma espessura de aproximadamente 8 metros, o que permite calcular um volume de material da ordem de 392.560 m^3. A

lavra é feita a céu aberto e com o auxilio de pá mecânica. O empreendimento apresenta uma produção média da ordem de 10 carradas de 13 m³ por dia, onde trabalham de 3 a 7 pessoas que recebem em média R$10,00/ m³ de material transportado. Cada carrada comercializada custa, dependendo do local para onde vai o material, em média: argila: R$ 45,00, arenoso R$ 70,00, piçarra R$ 110,00 e areia R$ 200,00 com caçamba de 13 m³ de material. No momento da visita ao local não havia ninguém, no entanto, houve uma informação de que a administração do empreendimento ficaria no posto de gasolina Shell, próximo ao local, onde lá foram coletadas informações sobre produção, tempo de atividade, legalização e etc., e materiais extraídos que são argila, arenoso, piçarra e areia.

Figura 04 - Vista panorâmica da jazida Bem-viver Empreendimentos Ltda, município de Marituba.

4.1.3 Áreas produtoras no Distrito de Mosqueiro

No Distrito de Mosqueiro foram identificadas três áreas de extração de areia, conhecidas como Areal da Vovó, que para facilitar a separação neste trabalho, foi colocado como Areal da Vovó 1 e Areal da Vovó 2, por apresentarem o mesmo nome e pertencerem a mesma dona, além do Areal do Pau Amarelo.

O Areal da Vovó 1, está localizado no ramal BL-19, na estrada de Mosqueiro à aproximadamente 3 km do portal de entrada da Ilha, com coordenadas UTM 0793689W / 973174S (Figura 05). Consiste de um pacote de areia branca, bastante homogêneo, com granulometria uniforme, predominantemente areia média. Devido, na ocasião da visita, não haver nenhum responsável pelo empreendimento, não foi possível obter informações a respeito da produção, tempo de atividade etc.. Segundo informações dos trabalhadores o areal pertence a uma moradora da região, conhecida como vovó.

Figura 05 - Vista do Areal da Vovó 1, no Distrito de Mosqueiro.

O Areal da Vovó 2, está localizado também na BL-19, na estrada de Mosqueiro à aproximadamente 3km do portal, só que um pouco mais distante da

estrada, dentro das coordenadas UTM 0793102W / 9873000S (Figura 06). Ocupa uma área de aproximadamente 14,85 ha. Consiste de um pacote de areia branca bastante homogênea, com granulometria uniforme, predominantemente areia média. Porém o local já está quase sem atividades. Na ocasião da visita, não havia nenhum responsável pelo empreendimento, apenas os operadores das máquinas, por isso, não foi possível obter informações a respeito da produção, tempo de atividade etc.

Figura 06 - Vista do segundo areal da Vovó 2, no Distrito de Mosqueiro.

O areal conhecido como Areal do Pau Amarelo, está localizado na BL-19, na estrada de Mosqueiro próximo a ponte sobre o Rio Pau Amarelo com coordenadas UTM 0795316W / 9871820S. Na ocasião da visita não havia nenhum trabalhador no local para prestar as informações necessárias.

4.2 MUNICÍPIO DE SANTO ANTONIO DO TAUÁ

Neste município foram identificadas duas áreas de extração de areia, conhecidas como Areal do Baiano e Areal do Paraíba.

O areal conhecido como Areal do Baiano, está localizado no km 14 da PA-140 dentro das coordenadas UTM 0824156W / 9870958S (Figura 07). Consiste de um

pacote de areia branca bastante homogêneo, com granulometria uniforme, predominantemente areia média. Em termos de reserva lavrável, o depósito ocupa uma área de aproximadamente 49,7 ha com uma espessura média de 12 metros, o que permite calcular um volume de material da ordem de 1.080.000m^3. A lavra é feita a céu aberto e com o auxilio de duas pás mecânicas e duas escavadeiras alugadas. O empreendimento apresenta uma produção média da ordem de 25 carradas de 13 m^3 por dia, onde trabalham 10 pessoas que ganham R$100,00 por carrada.

Figura 07 - Vista panorâmica do areal do Baiano, município de Santo Antônio do Tauá.

O areal conhecido como Areal do Paraíba, está localizado também no km 14 da PA-140, na Vila do Frejo, com coordenadas UTM 082781W / 987239S (Figura 08). Consiste de um pacote de areia branca bastante homogêneo, com granulometria uniforme, predominantemente areia média. O depósito ocupa uma área circular de aproximadamente 47,5 ha e possui uma espessura de cerca de 10 metros permitindo calcular um volume de material da ordem de 315.000 m^3. A lavra é feita a céu aberto e com o auxílio de duas pás mecânicas e uma retro-escavadeira. O empreendimento apresenta uma produção média da ordem de 20 carradas de 13

m³ por dia, onde trabalham 10 pessoas que ganham de R$350,00 a R$800,00 por mês.

Figura 08 - Vista panorâmica do areal do Paraíba, município de Santo Antônio do Tauá.

5 **ESTUDOS TECNOLÓGICOS**

A fim de se obter informações sobre a qualidade dos minerais extraídos nos municípios enfocados e a melhor aplicação dos mesmos para uso industrial foram realizados vários testes de laboratório nas amostras de areia e argila coletadas. Os principais testes a que essas amostras foram submetidas incluem: análise granulométrica das areias, análise mineralógica e granulométrica das argilas e testes cerâmicos para determinar a absorção de água, porosidade aparente, densidade, retração linear e tensão de ruptura.

5.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DAS AREIAS

Para este estudo utilizou-se 4 (quatro) amostras representativas da área estudada, sendo uma do areal da Vovó 2; uma do areal do Paraíba; uma do areal do Baiano e uma do areal da Vovó 1. A análise foi feita através do peneiramento de 100 g de cada uma das amostras.

Primeiramente as amostras foram homogenizadas, em seguida quarteadas e finalmente pesadas. Após pesadas foram submetidas a um conjunto de 12 peneiras com abertura variando de 0,062 mm a 2,00 mm, sendo então as frações pesadas, com o objetivo de determinar as propriedades estatísticas das amostras das areias da região estudada (tabela 02) e os parâmetros granulométricos das mesmas.

Tabela 02 – Parâmetros estatísticos das amostras das areias da região estudada.

Amostras	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila
Areial da Vovó 2	1,604	Areia média	1,858	1,234	Pobremente selecionado	-0,2237	Negativa	1,151	Leptocúrtica	2,206	95,4	2,015	0,3828
Areial do Paraíba	2,076	Areia fina	2,063	0,8694	Moderadamente selecionado	0,03105	Aproximadamente simétrica	1,381	Leptocúrtica	0,2897	98,36	0,999	0,3497
Areial do Baiano	2,075	Areia fina	1,966	0,8184	Moderadamente selecionado	0,1166	Positiva	1,493	Leptocúrtica	0,49	98,09	1	0,42
Areial da Vovó 1	1,936	Areia média	1,809	1,097	Pobremente selecionado	0,1907	Positiva	0,9531	Mesocúrtica	0	95,55	3	1,45

Fonte: Do autor

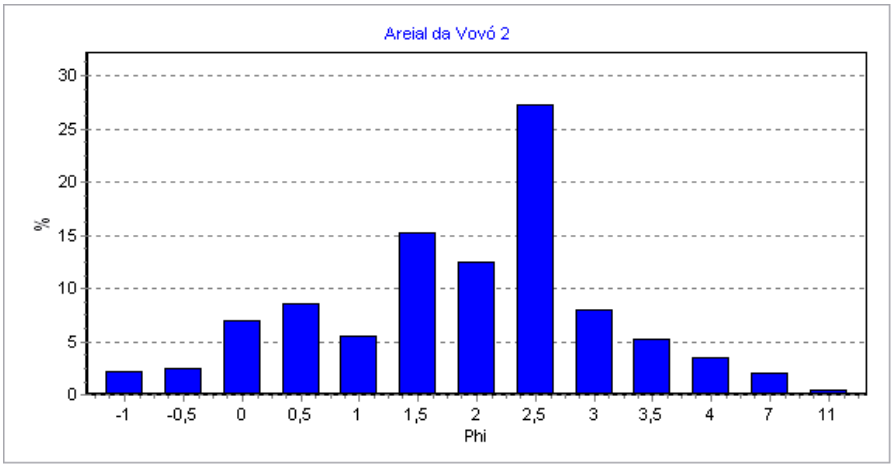
Após o peneiramento esses dados foram processados em um software apropriado para a interpretação (SYSGRAN - Sistemas de Análises Granulométricas) cujos resultados serão apresentados a seguir.

No Areal da Vovó 2 o peso total inicial era de 100,00g, depois de peneirada a amostra teve um peso total final de 99,27g, totalizando uma perda de material de 0,73g (Tabela 03). Segundo os parâmetros de Folk o areal apresenta uma classificação areia média (Figura 09), com grau de seleção igual a 1,234, indicando uma areia pobremente selecionada.

Tabela 03 – Análise granulométrica da amostra do Areal da Vovó 2, pertencente ao Distrito de Mosqueiro-Pa.

GRANULOMETRIA(mm)	PHI	PESO (g)	P. CORRIGIDO (g)	P. ACUMULADO (g)	% ACUMUL.	% INDIV.
>2,00	< (-1)	2,19	2,21	2,21	2,21	2,21
2,00 - 1,410	(-1) - (-0,5)	2,46	2,48	4,68	4,68	2,48
1,410 - 1,000	(-0,5) - 0	6,9	6,95	11,63	11,63	6,95
1,000 - 0,710	0, - 0,5	8,51	8,57	20,21	20,21	8,57
0,710 - 0,500	0,5 - 1,0	5,53	5,57	25,78	25,78	5,57
0,500 - 0,350	1,0 - 1,5	15,16	15,27	41,05	41,05	15,27
0,350 - 0,250	1,5 - 2,0	12,41	12,50	53,55	53,55	12,50
0,250 - 0,177	2,0 - 2,5	27,04	27,24	80,79	80,79	27,24
0,177 - 0,125	2,5 - 3,0	7,95	8,01	88,8	88,8	8,01
0,125 - 0,088	3,0 - 3,5	5,22	5,26	94,06	94,06	5,26
0,088 - 0,062	3,5 - 4,0	3,52	3,55	97,6	97,6	3,55
<0,062	>4,0	2,38	2,40	100	100	2,40
TOTAL		99,27				

Figura 09 - Histograma mostrando a distribuição granulométrica da amostra do Areal da Vovó 2, pertencente ao Distrito de Mosqueiro-Pa.

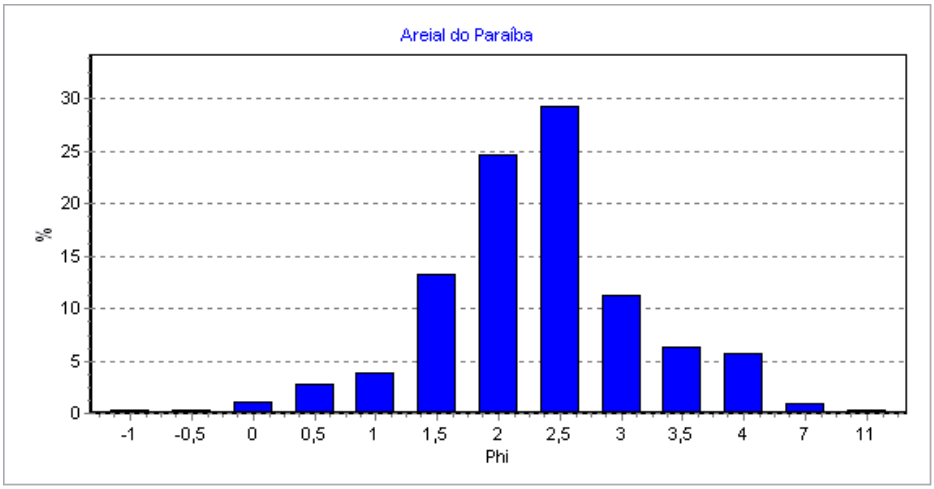


No Areal do Paraíba o peso total inicial era de 100,00g, depois de peneirada a amostra teve um peso total final de 99,67g, totalizando uma perda de material de 0,33g (Tabela 04). Segundo os parâmetros de Folk o areal apresenta uma classificação areia fina (Figura 10), com grau de seleção igual a 0,8694, indicando uma areia Moderadamente selecionada.

Tabela 04 – Análise granulométrica da amostra do Areal do Paraíba, pertencente ao Município de Santo Antônio do Tauá -Pa.

GRANULOMETRIA(mm)	PHI	PESO (g)	P. CORRIGIDO (g)	P. ACUMULADO (g)	% ACUMUL	%INDIV.
>2,00	< (-1)	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
2,00 - 1,410	(-1) - (-0,5)	0,32	0,32	0,61	0,61	0,32
1,410 - 1,000	(-0,5) - 0	1,05	1,05	1,67	1,67	1,05
1,000 - 0,710	0, - 0,5	2,79	2,80	4,46	4,46	2,80
0,710 - 0,500	0,5 - 1,0	3,8	3,81	8,28	8,28	3,81
0,500 - 0,350	1,0 - 1,5	13,28	13,32	21,60	21,60	13,32
0,350 - 0,250	1,5 - 2,0	24,59	24,67	46,27	46,27	24,67
0,250 - 0,177	2,0 - 2,5	29,19	29,29	75,56	75,56	29,29
0,177 - 0,125	2,5 - 3,0	11,17	11,21	86,77	86,77	11,21
0,125 - 0,088	3,0 - 3,5	6,21	6,23	93,00	93,00	6,23
0,088 - 0,062	3,5 - 4,0	5,63	5,65	98,65	98,65	5,65
<0,062	>4,0	1,35	1,35	100,00	100	1,35
TOTAL		99,67				

Figura 10 - Histograma mostrando a distribuição granulométrica da amostra do Areal do Paraíba, pertencente ao Município de Santo Antônio do Tauá - Pa.

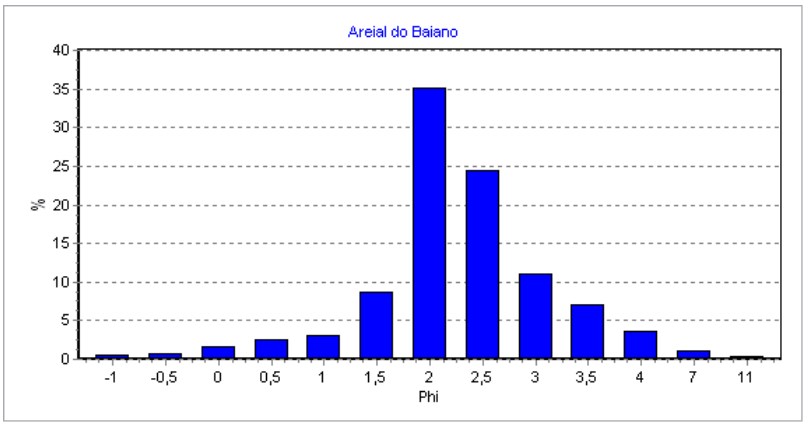


No Areal do Baiano o peso total inicial era de 100,00g, depois de peneirada a amostra teve um peso total final de 99,54g, totalizando uma perda de material de 0,46g (Tabela 05). Segundo os parâmetros de Folk o areal apresenta uma classificação areia fina (Figura 11), com grau de seleção igual a 0,8184, indicando uma areia Moderadamente selecionada.

Tabela 05 – Análise granulométrica da amostra do Areal do Baiano, pertencente ao Município de Santo Antônio do Tauá -Pa.

GRANULOMETRIA(mm)	PHI	PESO (g)	P. CORRIGIDO (g)	P. ACUMULADO (g)	% ACUMUL.	%INDIV.
>2,00	< (-1)	0,49	0,5	0,5	0,5	0,5
2,00 - 1,410	(-1) - (-0,5)	0,78	0,78	1,28	1,28	0,78
1,410 - 1,000	(-0,5) - 0	1,62	1,63	2,91	2,91	1,63
1,000 - 0,710	0, - 0,5	2,54	2,55	5,46	5,46	2,55
0,710 - 0,500	0,5 - 1,0	2,98	2,99	8,45	8,45	2,99
0,500 - 0,350	1,0 - 1,5	8,67	8,71	17,16	17,16	8,71
0,350 - 0,250	1,5 - 2,0	35,05	35,21	52,37	52,37	35,21
0,250 - 0,177	2,0 - 2,5	24,29	24,4	76,77	76,77	24,4
0,177 - 0,125	2,5 - 3,0	11,05	11,1	87,87	87,87	11,1
0,125 - 0,088	3,0 - 3,5	6,98	7,01	94,88	94,88	7,01
0,088 - 0,062	3,5 - 4,0	3,68	3,7	98,58	98,58	3,7
<0,062	>4,0	1,41	1,42	100	100	1,42
TOTAL		99,54				

Figura 11 - Histograma mostrando a distribuição granulométrica da amostra do Areal do Baiano, pertencente ao Município de Santo Antônio do Tauá - Pa.

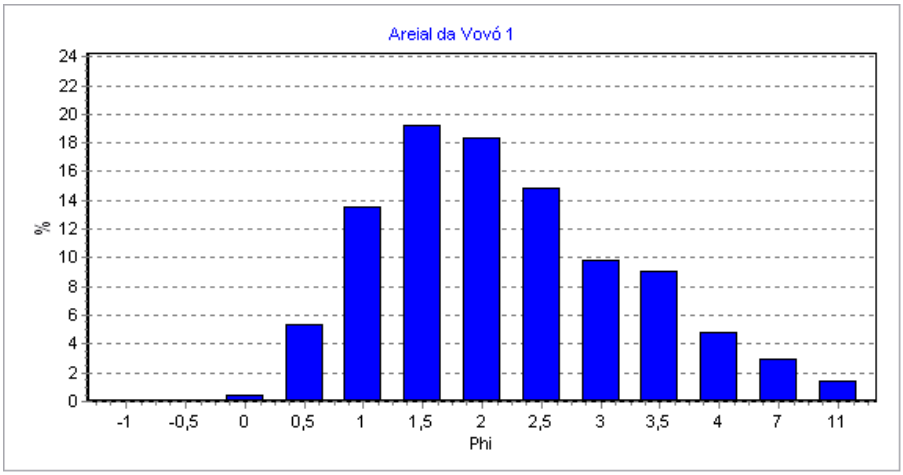


No Areal da Vovó 1 o peso total inicial era de 100,00g, depois de peneirada a amostra teve um peso total final de 99,00g, totalizando uma perda de material de 1,00g (Tabela 06). Segundo os parâmetros de Folk o areal apresenta uma classificação areia média (Figura 12), com grau de seleção igual a 1,097, indicando uma areia pobremente selecionada.

Tabela 06 – Análise granulométrica da amostra do Areal da Vovó 1, pertencente ao Distrito de Mosqueiro-Pa.

GRANULOMETRIA(mm)	PHI	PESO (g)	P. CORRIGIDO (g)	P. ACUMULADO (g)	% ACUMUL.	%INDIV.
>2,00	< (-1)	0	0	0	0	0
2,00 - 1,410	(-1) - (-0,5)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
1,410 - 1,000	(-0,5) - 0	0,44	0,45	0,51	0,51	0,45
1,000 - 0,710	0, - 0,5	5,3	0,45	0,96	0,96	0,45
0,710 - 0,500	0,5 - 1,0	13,44	13,58	14,54	14,54	13,58
0,500 - 0,350	1,0 - 1,5	19,05	19,24	33,78	33,78	19,24
0,350 - 0,250	1,5 - 2,0	18,16	18,34	52,12	52,12	18,34
0,250 - 0,177	2,0 - 2,5	14,68	14,83	66,95	66,95	14,83
0,177 - 0,125	2,5 - 3,0	9,77	9,87	76,82	76,82	9,87
0,125 - 0,088	3,0 - 3,5	8,92	9,01	85,83	85,83	9,01
0,088 - 0,062	3,5 - 4,0	4,77	4,82	90,65	90,65	4,82
<0,062	>4,0	4,41	4,45	95,1	95,1	4,45
TOTAL		99,00				

Figura 12 - Histograma mostrando a distribuição granulométrica da amostra do Areal da Vovó 1, pertencente ao Distrito de Mosqueiro-Pa.

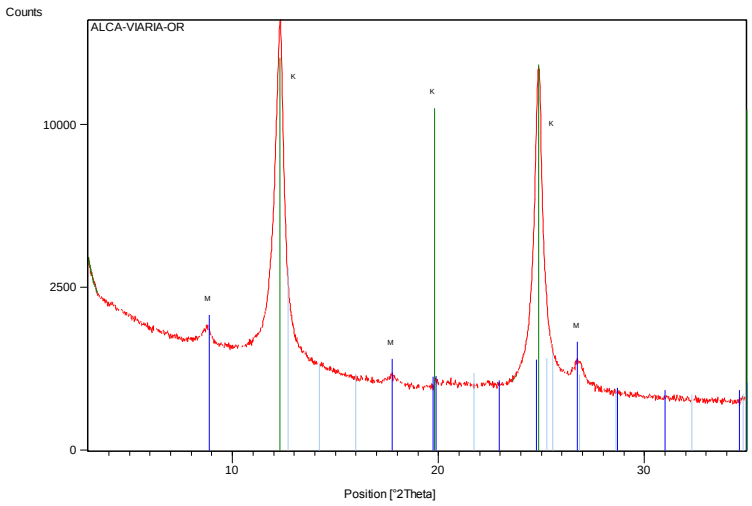


A conclusão das análises mostra que as areias bastante limpas constituem pacotes bastante homogêneos, apresentam granulometria entre fina e média, com um grau de seleção satisfatório para o uso na construção civil e qualidade necessária exigida pelo mercado consumidor.

5.2 ANÁLISE MINERALÓGICA POR DIFRAÇÃO DE RAIO X

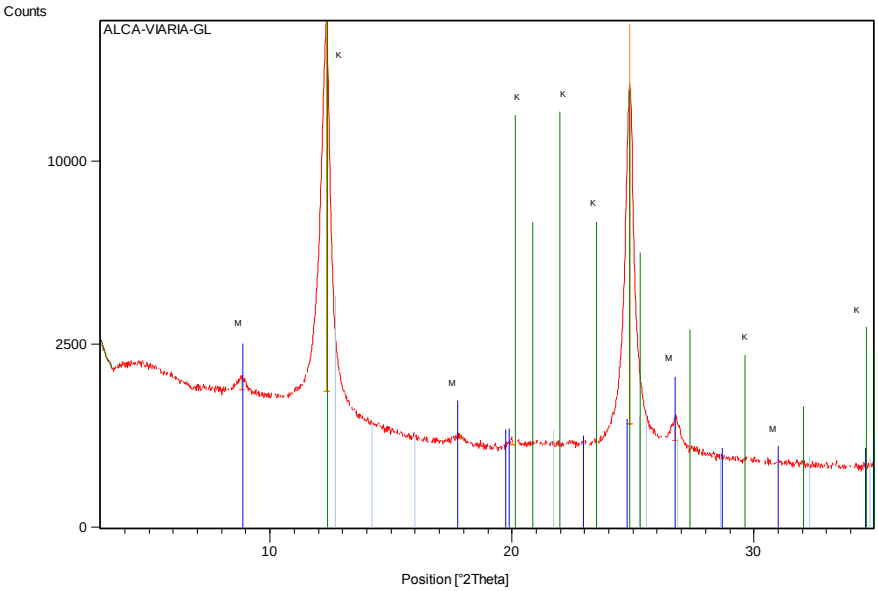
As análises mineralógicas realizadas pelo Laboratório de Difração de Raio X da Universidade Federal do Pará em uma amostra de argila da Bem-Viver Empreendimentos Ltda, do Município de Marituba, revelou que a argila tem como principais constituintes minerais Caolinita e Muscovita, representados pelos picos discriminados na figura (Figura 13, Figura 14 e Figura 15).

Figura 13 **-** Difração de Raios-X da amostra normal de argila da Bem-Viver Empreendimentos Ltda, no Município de Marituba.



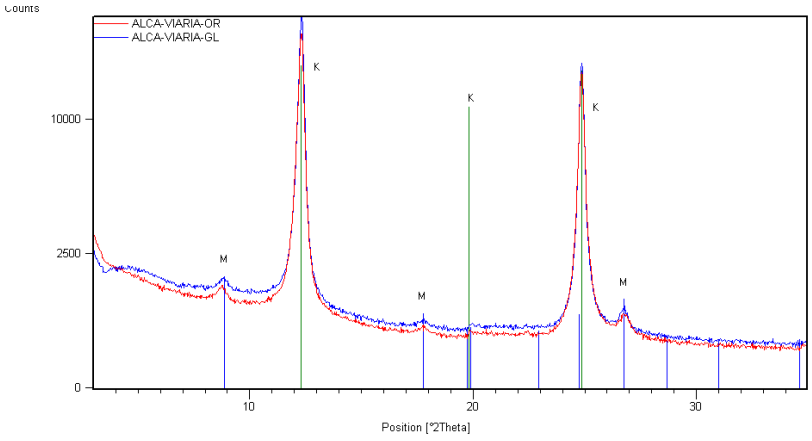
OBS: K = caolinita e M = muscovita.

Figura 14 - Difração de Raios-X da amostra glicolada de argila da Bem-Viver Empreendimentos Ltda, no Município de Marituba.



OBS: K = caolinita e M = muscovita.

Figura 15 - Difração de Raios-X da amostra normal e glicolada de argila da Bem-Viver Empreendimentos Ltda, no Município de Marituba.



OBS: K = caolinita e M = muscovita.

5.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DAS ARGILAS

Este teste foi realizado em uma amostra de argila a fim de se determinar às porcentagens das frações areia, silte e argila. Para esse estudo foram utilizadas 100 g da amostra a qual foi desagregada com o auxilio de água e passadas em uma peneira de 0,062 mm para separação da fração areia da fração silte + argila. O material retido pela peneira, que corresponde a fração areia, foi seco e posteriormente pesado. O material passante, que corresponde a fração silte + argila, ficou dissolvido na água da lavagem das amostras, onde posteriormente foi adicionado pirofosfato de sódio, uma solução anti-floculante que mantém a fração argila em suspensão permitindo que apenas a fração silte precipite. Posteriormente a mostra foi submetida à centrífuga com 1000 rotações por minuto durante dois minutos para separação das frações silte e argila. A água contendo a fração argila em suspensão foi desprezada e a fração silte foi seca em estufa e posteriormente pesada. O peso da fração argila foi calculado pela diferença do peso total da amostra (100g) subtraído da soma dos pesos da fração silte + fração areia.

Os resultados obtidos podem ser observados na Tabela 07, onde nota-se uma predominância da fração argila e a da fração areia sobre a fração silte.

Tabela 07: Quantidade das frações areia, silte e argila na amostra da Bem Viver Empreendimentos Ltda, no Município de Marituba.

Área Produtora	Fração Areia (% em Peso)	Fração Silte (% em Peso)	Fração Argila (% em Peso)	Total (g)
Bem Viver Empreendimentos	33,50	22,40	44,10	100

5.4 TESTES CERÂMICOS

Para a realização dos testes cerâmicos foi feita a pulverização da amostra no moinho de bola por 20 minutos, posteriormente foram umedecias e prensadas, obtendo-se corpos de prova com as dimensões expressas na tabela 08. No total foram confeccionados 4 corpos de amostra da argila da Bem-Viver

Empreendimentos Ltda, do Município de Marituba. Inicialmente esses corpos foram submetidos à estufa com temperatura de 110ºC durante 24 horas para secagem. Após esse tempo os corpos foram retirados da estufa e colocados no dessecador durante 30 minutos, depois foram deixados a temperatura ambiente para absorverem a umidade do ar.

Posteriormente os corpos foram queimados em forno mufla durante um período de 3 horas ininterruptas, dois corpos foram queimados até atingir a temperatura de 1000ºC e outros dois corpos até atingir a temperatura de 1200°C. O resfriamento foi feito naturalmente com o forno desligado.

Os resultados das propriedades cerâmicas para os corpos de prova da argila da Bem-Viver Empreendimentos Ltda podem ser observados na Tabela 09 e 10.

Tabela 08 – Dimensões dos corpos de prova antes e depois da queima na mufla.

Amostra	Dimensões antes da queima	Dimensões depois da queima
Corpo 1	10,7 x 5,8 x 1,3	10,3 x 5,8 x 1,2
Corpo 2	10,8 x 5,7 x 1,7	10,6 x 5,3 x 1,5
Corpo 3	10,4 x 5,3 x 1,3	10,2 x 5,3 x 1,2
Corpo 4	10,3 x 5,3 x 1,6	10,1 x 5,3 x 1,4

Tabela 09 – Características físicas dos corpos após queima à 1000ºC.

Amostra	Retração Linear (%)	Absorção de Agua (%)	Porosidade Aparente (%)	Densidade Aparente (%)	Perda ao Fogo (%)	Tensão de Ruptura (Kgf/cm^2)	Cor Após Queima
Corpo 1	3,27	16,84	30,38	1,80	9,62	15,09	Rosa
Corpo 2	1,85	19,70	32,18	1,63	9,81	5,53	Rosa

Tabela 10 – Características físicas dos corpos após queima à 1200ºC.

Amostra	Retração Linear (%)	Absorção de Agua (%)	Porosidade Aparente (%)	Densidade Aparente (%)	Perda ao Fogo (%)	Tensão de Ruptura (Kgf/cm^2)	Cor Após Queima
Corpo 3	1,92	14,59	30,48	2,09	9,80	19,65	Creme amarelado
Corpo 4	1,97	14,55	32,93	2,26	9,80	13,35	Creme amarelado

Os resultados dos testes cerâmicos obtidos comparados aos padrões exigidos pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) para as cerâmicas

vermelhas utilizadas na fabricação de telhas e tijolos (Tabela 11) mostraram que a amostra não atingiu o valor mínimo de tensão de ruptura exigido, portanto não seria adequada para a fabricação de telhas e tijolos.

Tabela 11 **-** Padrões da ABNT exigidos para as argilas vermelhas utilizadas na fabricação de telhas e tijolos.

Massa Cerâmica (moldada manualmente, por extrusão, por prensagem)	Para Tijolos	Para Telhas
Retração Linear (máxima)	6%	6%
Absorção de Água (máxima)	25%	20%
Porosidade Aparente	17% a 35%	17% a 35%
Densidade Aparente (mínima)	1,7 g/cm3	1,7g/cm3
Perda ao Fogo (aproximada)	10%	10%
Tensão de Ruptura à 110ºC (mínima)	25Kg/cm2	30Kg/cm2
Tensão de Ruptura à 950ºC (mínima)	55Kg/cm2	60Kg/cm2
Cor Após Queima	Vermelho	Vermelho

Comparando-se os resultados obtidos com os padrões exigidos pela ABNT, mostra que a argila da área estudada não apresenta qualidade para aplicação industrial. (Tabela 12).

Tabela 12 **–** Aplicação das amostras da área estudada, conforme as normas da ABNT.

Amostra	Aplicação Para Tijolos	Aplicação Para Telhas
Corpo 1	Inadequado*	Inadequado*
Corpo 2	Inadequado*	Inadequado*
Corpo 3	Inadequado*	Inadequado*
Corpo 4	Inadequado*	Inadequado*

*Tensão de ruptura abaixo do permitido pela ABNT.

No local de onde foi retirada a amostra de argila (Bem Viver Empreendimentos), foi dito que o material é aplicado somente na pavimentação de estradas.

6 **ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO MINERÁRIA**

6.1 GENERALIDADES

Os regimes de aproveitamento dos recursos minerais no País estão definidos e normalizados no Código de Mineração de 1967 (Decreto – lei nº227, de 28 de fevereiro de 1967), seu regulamento e legislação correlativa, que continuam em vigor com as alterações e as inovações introduzidas por leis supervenientes á promulgação da Constituição e suas emendas (Guia do Minerador no Pará, 2001).

6.2 REGIME DE LICENCIAMENTO

Os regimes de exploração e aproveitamento dos recursos minerais podem ser de aplicação ampla e restrita. No caso específico dos materiais de uso direto na construção civil aplicou-se o regime de licenciamento, no qual obedecerão as normas e passos exemplificados abaixo:

1. Protocolizar, em duas vias, o formulário próprio de requerimento de Registro de licença pelo DNPM, devidamente preenchido por técnico legalmente habilitado – esse técnico deverá comprovar que tem visto do CREA com jurisdição na área da jazida.
2. O formulário deverá ser acompanhado também em duas vias dos seguintes documentos:

    a. Licença específica, expedida pela autoridade administrativa do município de situação da jazida (original), da qual conste: (modelo de licença Municipal)
        - Nome do licenciado
        - Nome do proprietário do solo
        - Denominação do imóvel, Distrito, município e Estado onde se situa a área
        - Substância mineral a ser licenciada
        - Área licenciada em hectares
        - Prazo de validade, data da expedição e número de licença

b. Declaração de ser o requerente proprietário do solo ou se for de terceiro, instrumento Autorização do proprietário do solo parA EXPLORAÇÃO da substância mineral indicada na licença do prefeito.

c. Prova de recolhimento dos EMOLUMENTOS, por meio de boleto bancário, em documento original fornecido pelo DNPM e autenticado macenicamente por instituição bancária, no valor correspondente a 45,67 UFIR.

d. Comprovação da nacionalidade brasileira, se pessoa natural.

e. Comprovação do registro no Órgão de registro do Comércio de sua sede e no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ, do Ministério da Fazenda, se pessoa jurídica

f. Apresentar anotação de Responsabilidade Técnica – ART, em documento original

g. PLANTA DE DETALHE, figurando os principais elementos de reconhecimento da área, tais como estradas de ferro, rios, córregos, vilas, divisas de propriedades antigas e confrontantes, bem como a poligonal envolvente da área, devidamente cotada em escala adequada, formada por segmentos de retas com orientação NORTE-SUL e LESTE-OESTE verdadeiros, salvo quando a área pretendida situar-se em leitos de rios, onde os lados da poligonal podem ter rumos diversos, com 1 (um) vértice da poligonal amarrado a ponto fixo e inconfundível do terreno.

h. PLANTA DE LOCALIZAÇÂO, que deve ser elaborada em escala menor do que a planta de detalhe, a fim de que ofereça uma visão de conjunto.

i. MEMORIAL DESCRITIVO, que deve ser assinado por profissional legalmente habilitado, delimitando, por comprimentos e rumos verdadeiros, a área figurada na planta de detalhe.

j. Instrumento de mandato de PROCURAÇÂO, devidamente formalixado, se o requerimento não for assinado pelo próprio requerente.

- A área não poderá exceder o limite máximo permitido, 50 (cinqüenta) hectares.
- O requerente também terá que providenciar junto a Secretaria de Estado de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente/SECTAM ou se for caso a prefeitura do Município onde se situa a jazida, a Licença Ambiental.

6.3 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O licenciamento ambiental é uma obrigação legal prévia à instalação de qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente e possui como uma de suas mais expressivas características a participação social na tomada de decisão, por meio da realização de Audiências Públicas como parte do processo.

Essa obrigação é compartilhada pelos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente e pelo IBAMA, como partes integrantes do SISNAMA (Sistema Nacional de Meio Ambiente). O IBAMA atua, principalmente, no licenciamento de grandes projetos de infra-estrutura que envolvam impactos em mais de um estado e nas atividades do setor de petróleo e gás na plataforma continental.

As principais diretrizes para a execução do licenciamento ambiental estão expressas na Lei 6.938/81 e nas Resoluções CONAMA nº 001/86 e nº 237/97. Além dessas, o Ministério do Meio Ambiente emitiu recentemente o Parecer nº 312, que discorre sobre a competência estadual e federal para o licenciamento, tendo como fundamento a abrangência do impacto.

A Diretoria de Licenciamento Ambiental é o órgão do IBAMA responsável pela execução do licenciamento em nível federal. A Diretoria vem realizando esforços na qualificação e na reorganização do setor de licenciamento, e disponibiliza aos empreendedores módulos de: abertura de processo, atualização de dados técnicos do empreendimento, solicitação de licença, envio de documentos e boletos de pagamento de taxas do licenciamento em formato on line. Pretende-se que o sistema informatizado agilize os trabalhos e as comunicações inerentes ao processo de licenciamento e permita maior visibilidade e transparência para os processos de licenciamento em tramitação no IBAMA.

O licenciamento destinado à atividade de extração de minérios de uso imediato na construção civil deve ser precedido de Relatório de Controle Ambiental (RCA), (Guia do Minerador no Pará, 2001), o que é composto dos seguintes documentos:

- nome completo do requerente;
- CPF (se pessoa física), CNPJ (se pessoa jurídica);
- endereço completo;
- identificação do responsável técnico (cópia do documento de identificação do registro do CREA, endereço e CPF);
- caracterização do empreendimento (memorial descritivo da área);
- localização geográfica;
- substância mineral a ser explorada;
- planta da situação do empreendimento, incluindo área a ser lavrada;
- mapa de localização do empreendimento, contendo a delimitação da área;
- informações sobre as bacias hidrográficas com impactos diretos e indiretos sobre a área a ser explotada.

6.4 ASPECTOS LEGAIS DAS ÁREAS PRODUTORAS

De uma maneira geral foram encontradas e cadastradas áreas de extração de substâncias minerais de emprego na construção civil no município de Ananindeua, Marituba, Distrito de Mosqueiro e Santo Antônio do Tauá. Duas áreas do Distrito de Mosqueiro e uma de Ananindeua estão irregulares. As outras

áreas estão licenciadas junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. (Tabela 13). A situação ilegal dessas áreas de lavra resulta em consideráveis alterações no meio ambiente, na evasão de tributos e, por conseguinte, na ocorrência de problemas sócio-econômicos para os municípios.

Tabela 13 - Aspectos Legais das áreas Produtoras

ÁREA	MUNICÍPIO	PONTO NO MAPA	MATERIAL	PROCESSO	SITUAÇÃO	REQUERENTE	ÁREA (HA)
Areal Da Vovó 1	Distrito de Mosqueiro	P1	areia	livre	irregular	--------	-------
Areal Da Vovó 2	Distrito de Mosqueiro	P2	areia	850348/2010	legal	L. Nogueira & J. Santos	14,85
Areal Do Pau Amarelo	Distrito de Mosqueiro	P3	areia	livre	irregular	--------	-------
Bem-Viver Empreendimentos Ltda	Marituba	P4	argila, arenoso, piçarra e areia	850258/2010 850242/2011	legal	Bem-Viver Empreendimento Ltda	32,18
Curvão Do Coelho	Ananindeua	P5	aterro	livre	irregular	--------	-------
Areal Do Baiano	Santo Antônio do Tauá	P6	areia	850413/2009	legal	Alsan Comércio de Seixo e Serviços Ltda	49,7
Areal Do Paraíba	Santo Antônio do Tauá	P7	areia	850064/2003	legal	Bessa Comércio E Transporte Ltda	47,5
Transterra Terraplenagem Ltda	Marituba	P8	areia, arenoso e saibro	850700/2007*	legal	Transterra Terraplenagem Ltda	13

Tal situação demonstra a inoperância dos órgãos competentes, bem como a omissão das administrações municipais e, principalmente, o descumprimento do Código de Mineração.

O tratamento legal das substâncias de emprego na construção civil (CLASSE II) é dado pelo código de Mineração (Dec. Lei nº 227 de 28.02.67) com as modificações introduzidas pela Constituição Federal de 1998. No total da produção mineral do Estado do Pará as substâncias minerais da Classe II tem uma participação em torno de 1% a 1,5%, mas apesar dessa pequena participação na produção mineral do estado, têm-se claras evidências dos benefícios sociais e econômicos advindos dessa atividade, ressalvados os cuidados com a recuperação e reabilitação das áreas mineradas (XAVIER, 1993).Além disso, o descaminho financeiro gerado pela extração clandestina desses minerais deixa de devolver à comunidade serviços importantes de infra-estrutura na área de saneamento, educação, habitação e saúde (XAVIER, 1993).

Segundo o “Informe Mineral” (1991) os materiais utilizados na construção civil, tais como seixo, argila, areia, etc. são de difícil controle para o DNPM devido a sazonalidade da extração e a localização dos depósitos, entre outros fatores. Para a maioria dos estudiosos dessa problemática, a mineração social (minerais de uso na construção civil) deve ser normatizada e harmonizada com o meio ambiente e não simplesmente eliminada através do fechamento de pedreiras, depósitos de areia ou jazidas de argila, pois são atividades extremamente necessárias à comunidade dos grandes centros urbanos e que podem reverter em reais benefícios à comunidade local. Para isso, é necessário entender o seu potencial econômico, as reservas remanescentes no entorno dos grandes centros urbanos, a situação legal das áreas produtoras e os impactos ambientais decorrentes da extração, a fim de se traçar uma proposta de legalização dessa atividade que leve em conta o bem estar social, econômico e ambiental das comunidades produtoras.

De acordo com o Código Brasileiro de Mineração são cinco as formas legais de se ter acesso aos bens minerais do subsolo brasileiro: através do regime de concessão de lavra, regime de autorização de pesquisa, regime de licenciamento, regime de permissão de lavra garimpeira e regime de monopólio. A lei n° 6.567, de 24 de setembro de 1978, publicada no D.O.U. 26/09/78 regulariza pelo regime de licenciamento o aproveitamento de areias, cascalhos e saibros para utilização

imediata na construção civil, no preparo de agregados e argamassas, desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento, nem se destinem como matéria-prima à industria de transformação; rochas e outras substâncias minerais, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins; argilas usadas no fabrico de cerâmica vermelha; rochas, quando britadas para o uso imediato na construção civil e os calcários empregados como corretivos de solo na agricultura.

O licenciamento é facultado exclusivamente ao proprietário do solo ou a quem dele tiver expressa autorização e depende da obtenção, pelo interessado, de licença específica, expedida pela autoridade administrativa local, no município de situação da jazida, e da efetivação do competente registro no Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), do Ministério das Minas e Energia, mediante requerimento cujo processamento será disciplinado em portaria do Diretor-Geral desse órgão, a ser expedida no prazo de 60 (sessenta) dias da publicação desta Lei, ficando restrito a uma área.

6.5 QUANTIDADE E VALOR DA PRODUÇÃO

A produção de material foi medida em m^3 calculada com base na cubagem das caçambas que fazem o transporte do material, os quais possuem uma capacidade média de 13 m^3. A partir desses dados foi calculada a produção mensal de cada área produtora, de acordo com o município a que pertencem.

Atualmente o Curvão do Coelho produz uma média de 50 carradas de aterro por dia com capacidade de 13 m^3, o que permitiu calcular uma produção mensal de 15.600 m^3 de aterro com um valor de produção de R$ 300.000,00/mês.

A Transterra Terraplenagem Ltda produz uma média de 50 carradas de material por dia entre areia, arenoso e saibro com capacidade de 13 m^3, o que permitiu calcular uma produção mensal 15.600 m^3 de material com um valor de produção de R$ 315.996,00.

A Bem-Viver Empreendimentos Ltda produz uma média de 10 carradas de material entre argila, arenoso, piçarra e areia com capacidade de 13 m^3 por dia, o

que permitiu calcular uma produção mensal de 3.120 m³ de material com um valor de produção de R$.25.500,00.

No Areal da Vovó 1 e no Areal da Vovó 2 não se encontrou pessoas habilitadas a dar informações a respeito da quantidade e valor de produção.

O Areal do Baiano produz uma média de 25 carradas de areia por dia com capacidade de 13 m^3, o que permitiu calcular uma produção mensal de 7.800 m³ de areia com um valor de produção de R$ 180.000,00.

O Areal do Paraíba produz uma média de 20 carradas de areia por dia com capacidade de 13 m^3, o que permitiu calcular uma produção mensal de 6.240 m³ de areia com um valor de produção de R$ 144.000,00.

Uma síntese das quantidades de produção e seus respectivos valores podem ser observados na Tabela 14.

Tabela 14 - Áreas Produtoras De Materiais De Uso Na Construção Civil Na Região Metropolitana De Belém e Santo Antonio do Tauá.

Produtor	Município	Material	Número De Trabalhadores	Quantidade De Produção	Valor De Produção
Curvão Do Coelho	Ananindeua	aterro	5	15.600 M³/Mês	300.000,00/ Mês
Transterra Terraplenagem Ltda	Marituba	areia, arenoso e saibro	30	15.600 M³/Mês	315.996,00/ Mês
Bem-Viver Empreendimentos Ltda	Marituba	argila, arenoso, piçarra e areia	3 A 7	3.120 M³/Mês	25.500,00/ Mês
Areal Da Vovó 1	Distrito De Mosqueiro	areia	*	*	*
Areal Da Vovó 2	Distrito De Mosqueiro	areia	*	*	*
Areal Do Baiano	Santo Antonio Do Tauá	areia	10	7.800 M³/Mês	180.000,00/ Mês
Areal Do Paraíba	Santo Antonio Do Tauá	areia	10	6.240 M³/Mês	144.000,00/ Mês
TOTAL			62	48.360 m³ / Mês	965.496,00 / Mês

* Não foi possível obter os dados no local.

6.6 TRIBUTOS

O setor mineral gera importantes divisas para o Estado do Pará através de impostos incidentes sobre a exploração de recursos minerais, seja de grandes depósitos de minerais metálicos e não metálicos, seja da exploração de minerais utilizados na construção civil, constituindo assim uma importante fonte de recursos para os municípios produtores desses minerais. Os Principais tributos incidentes sobre a lavra e o comércio dos minerais usados na construção civil são: Imposto Sobre circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), Compensação Financeira Pela Explotação de Recursos Minerais (CEFEM) e Imposto Sobre Serviço (ISS).

Nas áreas estudadas não se observou nenhum tipo de fiscalização sobre a atividade minerária, em particular sobre os tributos decorrentes da exploração mineral, o que acaba gerando a perda de arrecadação para os municípios produtores. Com base nos valores de produção observados acima, estima-se que nos municípios enfocados se deixa de arrecadar valores da ordem de R$ 164.134,32 / mês somente de ICMS.

7 **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

7.1 GENERALIDADES

De maneira geral todo tipo de empreendimento provoca modificações no meio ambiente. A extração de minerais, como qualquer outra atividade humana, interfere no meio ambiente, inclusive alterando outros recursos naturais (Bruschi 1997). A exploração mineral de areia, argila, piçarra e saibro, como no caso da região estudada, provocam alterações no meio físico, que na maioria das vezes são reversíveis desde que previstas e avaliadas.

Tal fato justifica a necessidade de estudos sobre os principais problemas ambientais causados no processo extrativo e a elaboração de medidas mitigadoras para minimizá-los, garantindo, desta forma, a manutenção de uma atividade de importância econômica e social para o estado.

7.2 PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

A lavra desordenada do minério, sem qualquer aplicação de conhecimentos técnicos, aliado a ausência de fiscalização pelos órgãos competentes, desinteresse dos empreendedores, ou até mesmo, omissão das administrações municipais, tem comprometido seriamente as condições do meio ambiente nas áreas de extração.

Dentre os bens minerais explorados na região estudada, a exploração de areia, argila, piçarra e saibro são os que mais agridem o meio ambiente, causando as seguintes alterações no meio físico: a) Retirada desordenada da vegetação e da camada orgânica do solo, resultando no empobrecimento do mesmo e no aceleramento dos processos erosivos, culminando com o assoreamento dos riachos e igarapés da região; b) Formação de extensas lagoas decorrentes do acúmulo de águas superficiais e do rompimento do lençol freático, o que pode provocar subsidência do terreno; c) interferência sobre a fauna, decorrente da remoção da vegetação; d) compactação do solo provocado pela movimentação de equipamentos de extração e transporte, diminuindo a permeabilidade do solo, comprometendo assim, sua reabilitação natural. Essas áreas, via de regra, depois de exauridas são utilizadas como lixeiras clandestinas, o que leva ao acúmulo de insetos, roedores e outros vetores nocivos à saúde da população local.

Nas áreas de extração visitadas só se observou cuidado em recuperar as áreas já lavradas no areal do Paraíba, onde parte do local já está sendo recuperado (Figura 16) e no Bem-viver Empreendimentos, onde o local está sendo recuperado com borra de papel. Muitos problemas ambientais são decorrentes da extração desordenada, sem nenhum planejamento técnico, em descumprimento a Constituição federal, no seu art. 225, parágrafo 2, que ordena "aquele que explorar recursos fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei" regulamentado pelo Decreto nº97.632 de 10 de abril de 1989, e à lei estadual nº 6.938, de 31/08/81.

Figura 16 - Vista da área recuperada do Areal do Paraíba, no município de Santo Antônio do Tauá

A eliminação da vegetação além de causar a alteração da paisagem provoca a fuga da fauna nativa e deixa o solo exposto e susceptível a erosão, resultando no aparecimento de voçorocas e ravinas. A ação da água das chuvas, bem como a insolação e o aumento da velocidade de escoamento das águas superficiais causa o desaparecimento de fungos, liquens, bactérias, protozoários e larvas de insetos que desempenham um papel fundamental para reciclagem dos elementos e fertilização

dos solos, bem como para o melhoramento das suas características físicas e morfológicas (Bezerra, 1995). Além disso, o solo carreado pelas águas superficiais será conduzido até os pequenos igarapés da região causando o assoreamento dos mesmos.

A remoção da camada fértil do solo que normalmente recobre os depósitos deixa a área estéril e imprópria para o desenvolvimento da vida vegetal após o encerramento das atividades.

As escavações para a retirada do minério resultam em grandes crateras que causam a degradação da paisagem e favorecem a acumulação da água da chuva formando grandes lagoas que constituem focos preferenciais para a proliferação de inúmeras doenças transmissíveis pelo contato com apele ou pela ingestão da água caso essa venha contaminar o fluxo subterrâneo. Essas lagoas também constituem um ambiente favorável a proliferação de insetos e microorganismos que podem contaminar as pessoas principalmente onde as áreas de extração ficam dentro dos limites urbanos.

7.3 MEDIDAS MITIGADORAS

A reabilitação de áreas degradadas consiste em um processo lento, que deve ser planejada e incluída no processo de exploração do bem mineral.

É fundamental ter um conhecimento prévio dos aspectos físicos da área como topografia, geologia, solos, rede hidrográfica e paisagem; biológicos como fauna e flora; e sócio-econômicos.

Há a necessidade de definir os objetivos dentro de uma escala temporal de curto, médio e longo prazo.

Sendo esses objetivos de recuperação:

a) A Curto Prazo:

- recomposição da topografia do terreno;
- controle da erosão do solo;
- revegetação;
- recuperação dos níveis de fertilidade do solo;
- minimização do impacto sobre a paisagem;

- controle da deposição de estéreis e rejeitos.

b) A Médio Prazo:

- surgimento de processo de recomposição vegetal;
- retomada das propriedades físicas e químicas dos solos;
- ocorrência de reciclagem dos nutrientes;
- reaparecimento da fauna.

c) A Longo Prazo:

- auto-sustentação dos processos de recuperação;
- inter-relacionamento dinâmico entre os meios solo – planta – animal;
- utilização futura da área.

Quando os objetivos de curto prazo são atingidos, há grandes possibilidades dos objetivos finais de recuperação serem concluídos com sucesso.

Com base nas propostas de recuperação de áreas degradadas pela mineração de Bruschi (1997) e Bezerra (1995), foram elaboradas um conjunto de medidas a fim de minimizar os impactos causados por essa atividade, adequadas para a realidade ambiental da área estudada.

O primeiro passo a fim de reduzir os impactos já causados é a realização, se possível, de sondagem a trado antes de começar a escavação em novas partes do terreno. Este procedimento, além de otimizar economicamente a lavra, evitará escavações mal sucedidas que só degradam o meio ambiente.

Deve-se fazer a estocagem do solo que recobre os depósitos de maneira que fique protegido dos agentes erosivos, para ser reutilizado na recomposição da área durante ou após o trabalho de extração. O solo deverá ser removido de forma diferenciada, as camadas de solo orgânico e demais camadas superficiais, retiradas em uma profundidade média de 30 a 50 cm deverão ser dispostas em leras ou em pilhas individuais com altura não superior a 1,5 metros. A remoção desse material deverá ser feita, preferencialmente, de forma progressiva de acordo com o avanço da extração. A estocagem do solo não deve exceder a duração de 1 ano, já que a partir desse período os seus constituintes orgânicos e micro biológicos começam a

decair com a conseqüente perda da fertilidade (Brushi 1997). A reutilização do solo deverá ser precedida de uma escarificação superficial para atenuar a compactação causada pelas máquinas ou pela deposição de grandes volumes de materiais.

É muito importante a implantação de viveiros de mudas, preferencialmente de espécies nativas, que deverão ser utilizadas nas revegetação das áreas degradadas, pois apresentam condições naturais de adaptação ao ambiente. O plantio das mudas deverá ser seguido de tratos culturais que garantam a sua sobrevivência e deverão utilizados durante todo o período de operação do projeto

8 **CONCLUSÃO**

Na área de abrangência do estudo, que compreende os municípios da RMB e do município de Santo Antônio do Tauá, foram identificadas 9 áreas de extração de minerais de uso na construção civil, sendo duas em Ananindeua, duas em Marituba, três no Distrito de Mosqueiro e duas em Santo Antônio do Tauá. Esses materiais correspondem a areia, arenoso, piçarra, saibro, aterro e argila.

Os terrenos geológicos da RMB e adjacências sepultam o embasamento cristalino, onde sondagens mostram uma sequência sedimentar iniciada pela Formação Pirabas, de idade Terciária; terrenos de idade Cenozóica, representados pela Formação Barreiras, Pós-Barreiras e Sedimentos Recentes, sendo os dois últimos os principais fornecedores de matéria prima de emprego imediato na construção civil, tais como: areia, arenoso, piçarra, saibro, aterro e argila.

A quantidade de produção mensal dessas áreas atinge um valor aproximado de 48.360 m³ de material, onde há 62 trabalhadores envolvidos na atividade, gerando um valor de produção mensal de aproximadamente R$ 965.496,00.

Atualmente a extração desses materiais na área enfocada, constitui-se numa atividade econômica de subsistência, sem nenhum acompanhamento técnico e fiscalização pelos órgãos competentes, o que tem causado desperdício, evasão de tributos, problemas sociais e sérios impactos ambientais nos municípios produtores.

Apesar de receita gerada por essa atividade, não foi observado nenhum tipo de fiscalização por parte dos órgãos competentes, referente ao recolhimento de tributos incidentes sobre a exploração desses minerais (CEFEM, ICMS e ISS), o que acaba gerando uma perda de arrecadação para os municípios produtores. Cabe ressaltar que a comercialização desses materiais nos municípios enfocados, gera valores aproximados de R$ 164.134,32 / mês somente de ICMS indicando tratar-se de uma atividade com forte impacto na economia local.

A respeito da situação legal das áreas visitadas pôde-se constatar, segundo informações obtidas no Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, que

do total de 8 áreas, 5 delas encontram-se legalizadas junto ao referido órgão e 3 áreas atuam de forma clandestina.

Os testes tecnológicos revelaram que a argila estudada tem como principais constituintes mineralógicos Caolinita, e Muscovita, que esta apresenta propriedades cerâmicas com valores fora dos limites exigidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para a fabricação de cerâmica vermelha, os testes indicaram que a mesma não pode ser utilizada para fabricação de tijolos e telhas. As areias bastante limpas constituem pacotes bastante homogêneos, indicando a ausência de matéria orgânica, e apesar de não ter sido realizada a análise química dessas areias, a análise granulométrica revelou que estas apresentam granulometria entre fina e média, com um grau de seleção satisfatório para o uso na construção civil e qualidade necessária exigida pelo mercado consumidor.

As lavras dos minérios são feitas a céu aberto e sem nenhum ordenamento técnico. Os impactos ambientais gerados pela extração mineral na área estudada, por ainda não terem atingido grandes proporções podem ser reversíveis, de acordo com medidas propostas neste trabalho. Em conseqüência dos impactos ambientais observou-se impactos sociais, como moradias em áreas de “lixão” constituídas por catadores de lixo.

Com base nos dados obtidos através deste estudo, acredita-se que a região estudada poderá se transformar num grande centro produtor de insumos para a construção civil, haja vista, a sua reserva potencial, qualidade dos produtos, a demanda crescente do mercado consumidor, a proximidade da capital e o acesso fácil às áreas de extração.

REFERÊNCIAS

ALHEIROS, M. M ; LIMA FILHO, M. F; MONTEIRO. F. A.J. ; OLIVEIRA FILHO. Sistemas deposicionais na formação Barreiras do Nordeste Oriental. In: CONG. BRÁS. GEO., 35., 1988, Belém. **Anais**. Belém: SBG, 1988. v. 2. p. 753-760.

ARAÍ, M.; UESUGUI, N., ROSSETTI, D.F. de ; GÓES, A. M. Considerações sobre a Idade do Grupo Barreiras, no Nordeste do Estado do Pará. In*:* CONG. BRAS. GEOL. 1988, Belém. **Anais**. Belém, SBG, 1988. v. 2. p.738-752.

BEZERRA, P. E. L.; PEREIRA, E.R. **Plano diretor de mineração em áreas urbanas - Região Metropolitana de Belém e Adjacências**: Projeto Estudo do Meio Ambiente em Sítios de Extração de Materiais de Construção na Região Belém-Benevides, Estado do Pará. Belém, 1995.

BRUSCHI, D. M.; PEIXOTO, M. C. D. **Extração de areia cascalho e argila técnicas e controle ambiental**. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 1997. 90 p. (Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios, v. 4).

COMO_anda_RM_belem. Disponível em: www.observatoriodasmetropoles.ufrj.br/como.../como_anda_RM_**belem**.pdf. Acesso em 18 Jan. 2011.

COSTA, T. C. D da. **Análise crítica das metodologias gerais de mapeamento geotécnico visando formulação de diretrizes pra a cartografia geotécnica no trópico úmido e aplicação na escala 1:50.000**. 2001. 2v. Tese (doutorado) - Curso de Pós-Graduação de Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2001.

FARIAS, E dos S.; NASCIMENTO, F. S. do; FERREIRA, M. A. A. **Estágio de Campo III. Relatório Final, área Belém/Outeiro**. Belém/UFPA: Centro de Geociências. Departamento de Geologia, 1992. 247p.

FERREIRA, M.; COSTA, T. **Problemas ambientais decorrentes da exploração de materiais para construção na região de Belém, Brasil**. Disponível em: geomuseu.ist.utl.pt/OG2009/.../Congresso_Actas%20(D)/.../V3-17.pdf. Acesso em 18 Jan. 2011.

FERREIRA, M. D. **Caracterização geotécnica dos materiais naturais de construção da região do Aurá – Região Metropolitana de Belém (RMB).** Escala 1:10.000. Belém. 2002.

FIGUEIREDO, C. T.; MOTA, M. A. S da. **Análise da precipitação na região Metropolitana de Belém (PA) ao longo de um ano (agosto/2008 a julho/2009)**. Disponível em: http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/123_72958.pdf. Acesso em 18 Jan. 2011.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Clima da Amazônia. **Boletim do Climanálise Especial** - Comemoração dos 10 anos, São Paulo, 1996. Disponível em: http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/fish.html. Acesso em: 26 Jan. 2011.

GÓES, A, M. **Estudo sedimentológico dos sedimentos barreiras, Ipixuna e Itapecurú no Nordeste do Estado do Pará. Belém**. 1981. 55 f Dissertação (mestrado).

GÓES, A. M.; ROSSETTI, L. F.; NOGUEIRA, A. C. R.; TOLEDO, P. M. Modelo deposicional preliminar da Formação Pirabas no Nordeste do Estado do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Belém, v.2, n.10, p.3-15. 1990.

GÓES, A. M; TRUCKENBRODT, W. **Caracterização Faciológica à Interpretação Ambiental dos Sedimentos Barreiras da Região Bragantina, Nordeste do Pará**. In: CONG.BRAS.GEOL, 31. Camboriú, SBG, V.2, p 766-771. 1980.

LOBATO, A. C. C. **Estudo geo-econômico e tecnológico das áreias utilizadas na construção civil de Belém. Exemplo dos depósitos da região de Santo Antônio do Tauá, Santa Izabel do Pará e Castanhal, Nordeste do Pará**. 1999. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em geologia) – Curso de Geologia, UFPA, Belém, 1999.

PRAZERES, M. S. O. dos. **Diagnóstico da Economia Mineral do município Produtor de Materiais de Construção Civil. Exemplo: Santo Antônio do Tauá (Nordeste do Estado do Pará).** Trabalho de Conclusão de Curso. UFPA. 1995.

ROSSETTI, D. F. **Reconstituição paleoambiental do Grupo Barreiras no nordeste do Pará** – CNPq – Aperfeiçoamento Científico: Relatório Final. 84p. 1999.

ROSSETTI, D. F.; TRUKEMBROUDT, W ; GÓES, A, M. Estudos paleoambientais e estratigráficos dos sedimentos barreiras e pós-barreiras na região Bragantina, Nordeste do Estado do Pará. **Bol. Mus. Paraense Emílio Goeld**. Série Ciências da Terra, v.1, n. 1, p. 25-74. 1989.

SÁ, J. H. S. Contribuição a geologia dos sedimentos terciários e quaternários da região Bragantina. **Bol. Inst. Geol**., Rio de Janeiro, n. 3, p.21-36 p. 1969.

SIQUEIRA, W.S. **Análise preliminar de riscos de contaminação do aqüífero livre por derivados de petróleo em locais de postos revendedores de combustível situados no município de Belém**. 2001. Trabalho de Conclusão de Curso. Belém. UFPA, 2001.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia e aplicações**. Viçosa: UFV, 1991. p. 449;

Mapa de Localização das Áreas Produtoras

48°33'0"W 48°30'0"W 48°27'0"W 48°24'0"W 48°21'0"W 48°18'0"W 48°15'0"W 48°12'0"W 48°9'0"W 48°6'0"W 48°3'0"W 48°0'0"W 47°57'0"W

1°0'0"S 1°3'0"S 1°6'0"S 1°9'0"S 1°12'0"S 1°15'0"S 1°18'0"S 1°21'0"S 1°24'0"S 1°27'0"S 1°30'0"S 1°33'0"S

N W E S

São Raimundo de Borralhos
Bom Jesus
Km 29
Taba
Traquateua da Ponta
Remédio
Espírito Santo do Tauá
Carananduba
Jenipaúba
Catu
Campo Cerrado
Chapéu Virado
P2
P1
P3
Mosqueiro
Santo Antônio do Tauá
P7
São Brás do Tauá
P6
Km 12
Santa Teresina
Santa Bárbara do Pará
Piracá Miri
Outeiro
Areia Branca
Murinim
Benfica
Icoaraci
Santa Isabel do Pará
Americano
Cupuaçu
Ananindeua
Marituba
Benevides
Val-de-Cães
Caraparu
Conceição do Itá
P8
P4
Maravilha
Vila do Carmo
P5
Abacatal
Guamá
Trindade
Belém
Pupunhateuâ
Tacajás

Escala 1:160.000

0 1,5 3 6 9 12 Km

Jazidas

P1 - Areia

P2 - Areia

P3 - Areia

P4 - Areia, arenoso, argila e piçarra

P5 - Aterro

P6 - Areia

P7 - Areia

P8 - Areia, arenoso e saibro

Legenda

- Áreas produtoras
- Sede municipal
- Capital estadual
- Povoado
- Porto
- Rodovias
- RMB
- Hidrografia

Unidades Geológicas

- Barreiras
- Depósitos Aluvionares
- Sedimentos Pós-Barreiras

Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Faculdade de Geologia

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso
Autora: Danielle Barbosa Sarmanho