MINISTÉRIO DO INTERIOR
SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA
CONVÊNIO SUDAM/CPRM

PHL
007053
2006

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

RELATÓRIO FINAL

I-96
CPRM
SUREMI
SEDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 021-S
N.º de Volumes: 3 V.: 1

AUTORES: Benedito Carlos Damasceno
Ariolino Neris Souza

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DIRETORIA DE OPERAÇÕES
AGÊNCIA BELÉM
MAIO-1973

CPRM

S U M Á R I O

	Página
RESUMO	01
1. INTRODUÇÃO	03
1.1 - Histórico	03
1.2 - Objetivo	04
1.3 - Localização e acesso	04
1.4 - Aspectos sócio-econômicos	06
1.5 - Métodos de trabalho	10
1.6 - Dados físicos de produção	11
1.7 - Trabalhos anteriores	12
1.8 - Agradecimentos	14
2. CLIMATOLOGIA E FITOFISIONOMIA	16
2.1 - Clima	16
2.2 - Vegetação	17
3. GEOMORFOLOGIA	18
4. ESTRATIGRAFIA	21
4.1 - Comentários gerais	21
4.2 - Unidades estratigráficas	23
4.2.1 - Pré-Cambriano	23
4.2.1.1 - Arqueano (p€i)	23
4.2.1.2 - Algonquiano (p€g)	25
4.2.2 - Eopaleozóico (Eop)	27
4.2.3 - Cenozóico	29
4.2.3.1 - Mioceno Inferior (Tip)	29
4.2.3.2 - Mioceno Superior (Tsb)	31
4.2.3.3 - Holoceno (Qh)	32

CPRM

Página

5. GEOLOGIA HISTÓRICA 33

6. GEOLOGIA ESTRUTURAL 35

7. GEOLOGIA ECONÔMICA 37

7.1 - Considerações 37

7.2 - Argilas cerâmicas 39

7.2.1 - Generalidades 39

7.2.2 - Ocorrências 40

7.2.3 - Trabalhos realizados 42

7.2.4 - Estudos de Laboratório 43

7.2.5 - Depósitos avaliados 44

7.2.5.1 - Depósito 4 44

7.2.5.2 - Depósito 6 45

7.2.5.3 - Depósito 27 45

7.2.5.4 - Depósito 140 46

7.2.5.5 - Depósito 142 47

7.2.5.6 - Depósitos 28 e 47 47

7.2.5.7 - Depósito 170 49

7.3 - Argilas para agregados leves 50

7.3.1 - Histórico 50

7.3.2 - Ocorrências 51

7.3.3 - Trabalhos realizados 52

7.3.4 - Estudos de Laboratório 53

7.3.5 - Tentativa de avaliação dos depósitos 56

7.3.6 - Fatores que determinam a praticabilidade de industrialização da argila expandida. 57

7.3.7 - Características do agregado leve 58

7.3.8 - Propriedades do concreto leve 59

7.3.9 - Exemplos notáveis de aplicação 61

CPRM

Página

7.4 - Calcário 63

7.4.1 - Considerações 63

7.4.2 - Ocorrências e trabalhos realizados 65

7.4.3 - Depósitos avaliados 67

7.5 - Bauxita 68

7.5.1 - Considerações 68

7.5.2 - Depósitos estudados 69

7.5.2.1 - Depósito da Serra Estirão das Antas 69

- Prospecção por escavações 70

- Aspectos econômicos 70

7.5.2.2 - Depósito da Serra Cansa Perna 71

7.6 - Cascalho 72

7.6.1 - Considerações 72

7.6.2 - Ocorrências 73

7.6.3 - Trabalhos realizados 74

7.6.3.1 - Depósito 109 74

7.6.3.2 - Depósito 164 74

7.6.3.3 - Depósito 165 75

7.6.3.4 - Depósito 166 75

7.6.3.5 - Depósito 167 76

7.6.3.6 - Depósito 168 76

7.7 - Areia 76

7.7.1 - Considerações 76

7.7.2 - Ocorrências 78

8. CONCLUSÕES 80

9. RECOMENDAÇÕES 82

CPRM

Página

10. BIBLIOGRAFIA 84

11. DOCUMENTAÇÃO

11.1 - Ilustrações no texto (relação 1)

11.2 - Fotografias (relação 2)

11.3 - Ilustrações anexas (relação 3)

ADENDO:

PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA NO RIO GURUPI

CPRM

11.1 - Ilustrações no texto (Relação 1)

Figura 1 - Cronograma do desenvolvimento do Projeto
Figura 2 - Mapa de localização do Projeto, escala 1:5.000.000
Figura 3 - Quadro de produção
Figura 4 - Controle de amostras de argila, argilito e calcário
Figura 5 - Controle de amostras para geoquímica
Figura 6 - Coluna estratigráfica
Figura 7 - Esboço tectônico da região
Figuras 8 a 12 - Resultados de análises.termodiferenciais
Figuras 13 a 16 - Resultados dos ensaios de queima.
Figura 17 - Cálculo de reserva, depósito 4
Figura 18 - Cálculo de reserva, depósito 6
Figura 19 - Cálculo de reserva, depósito 27
Figura 20 - Cálculo de reserva, depósito 140
Figura 21 - Cálculo de reserva, depósito 142
Figuras 22 a 26 - Resultados dos ensaios para agregados leves
Figura 27 - Cálculo de reserva inferida, depósitos 151 e 152
Figura 28 - Cálculo de reserva inferida, depósito 153
Figura 29 - Cálculo de reserva inferida, depósito 154
Figuras 30 a 32 - Aplicações do concreto leve estrutural
Figura 33 - Análise química de calcário
Figura 34 - Cálculo de reserva inferida, depósito 131
Figura 35 - Cálculo de reserva inferida, depósito 135

CPRM

11.2 - Fotografias (Relação 2)

Foto 1 - Acampamento montado na área das sondagens para pesquisa de argila.

Foto 2 - Abertura de picada para levantamento topográfico.

Foto 3 - Sondagem a trado motorizado sobre depósito de argila.

Foto 4 - Sonda rotativa em operação na pesquisa de calcário.

Foto 5 - Abertura de poço na pesquisa de calcário.

Foto 6 - Campo natural ao norte de Tracuateua, sob o qual se encontra importante depósito de argila caulínica.

Foto 7 - Lavra de argila caulínica residual no depósito da estrada Tauari - Miraselvas, Município de Capanema.

Foto 8 - Sondagem por poço revelou calcário esverdeado no depósito da Vila Piabas, Município de Bragança.

Foto 9 - Escavação de trincheiras na Serra Estirão das Antas para pesquisa de bauxita.

Foto 10 - Medição das trincheiras escavadas na Serra Estirão das Antas.

Foto 11 - Falésia mostrando sedimentação Barreiras.

Foto 12 - Blocos de calcário fossilífero da Formação Pirabas.

Foto 13 - Sedimentos Barreiras capeando camada de calcário Pirabas.

Foto 14 - Argila vermelha arroxeada do Grupo Barreiras.

Foto 15 - Aspecto da lavra da camada de argila caulínica do norte de Tracuateua.

Foto 16 - Detalhe da foto 15, camada de argila caulínica preta.

Foto 17 - Medição da temperatura do forno durante o ensaio de queima.

Foto 18 - Retirando do forno o cadinho contendo corpos de prova queimados.

Foto 19 - Comparação de tamanhos de amostras de argilito expandidas após a queima e amostras não queimadas.

Foto 20 - Comparação de tamanhos de amostras de argilito expandidas após a queima e amostras não queimadas.

Foto 21 - Característica essencial do agregado leve.

Foto 22 - Espessura de um depósito de conchas calcíferas.

Foto 23 - Local de estocagem e embarque de conchas calcíferas.

CPRM

11.3 - Ilustrações anexas (Relação 3)

			Escala
Anexo 1	- Mapa das ocorrências cadastradas		1:750.000
Anexo 2	- Localização dos depósitos de argila		1:1.000.000
Anexo 3	- Localização dos depósitos de areia		1:1.000.000
Anexo 4	- Localização dos depósitos de calcário		1:1.000.000
Anexo 5	- Localização dos depósitos de cascalho		1:1.000.000
Anexo 6	- Levantamento topográfico do depósito 4		1:1.000
Anexo 7	- Perfil de Sondagem 4.1.	hor.	1:500
Anexo 8	- Perfil de Sondagem 4.2	hor.	1:500
Anexo 9	- Levantamento topográfico do depósito 6		1:1.000
Anexo 10	- Perfil de Sondagem 6.1	hor.	1:500
Anexo 11	- Perfil de Sondagem 6.2	hor.	1:500
Anexo 12	- Perfil de Sondagem 6.3	hor.	1:500
Anexo 13	- Perfil de Sondagem 6.4	hor.	1:500
Anexo 14	- Perfil de Sondagem 6.5	hor.	1:500
Anexo 15	- Perfil de Sondagem 6.6	hor.	1:500
Anexo 16	- Perfil de Sondagem 6.7	hor.	1:500
Anexo 17	- Levantamento topográfico do depósito 27		1:2.000
Anexo 18	- Perfil de Sondagem 27.1	hor.	1:500
Anexo 19	- Perfil de Sondagem 27.2	hor.	1:500
Anexo 20	- Perfil de Sondagem 27.3	hor.	1:500
Anexo 21	- Levantamento topográfico do depósito 140		1:2.000
Anexo 22	- Perfil de Sondagem 140.1	hor.	1:500
Anexo 23	- Perfil de Sondagem 140.2	hor.	1:500
Anexo 24	- Perfil de Sondagem 140.3	hor.	1:500
Anexo 25	- Perfil de Sondagem 140.4	hor.	1:500
Anexo 26	- Perfil de Sondagem 140.5	hor.	1:500
Anexo 27	- Perfil de Sondagem 140.6	hor.	1:500
Anexo 28	- Perfil de Sondagem 140.7	hor.	1:500

CPRM

		Escala
Anexo 29 - Levantamento topográfico do depósito 142		1:2.000
Anexo 30 - Perfil de Sondagem 142.1	hor.	1:500
Anexo 31 - Perfil de Sondagem 142.2	hor.	1:500
Anexo 32 - Perfil de Sondagem 142.3	hor.	1:500
Anexo 33 - Perfil de Sondagem 142.4	hor.	1:500
Anexo 34 - Mapa de situação dos depósitos 28 e 47		1:250.000
Anexo 35 - Localização das sondagens nas ocorrências de argilito da Rodovia BR-316		1:100.000
Anexo 36 - Perfil de Sondagem 151.1	hor.	1:500
Anexo 37 - Perfil de Sondagem 152.1	hor.	1:500
Anexo 38 - Perfil de Sondagem 154.1	hor.	1:500
Anexo 39 - Perfil de Sondagem 154.2	hor.	1:500
Anexo 40 - Perfil Geológico da Rodovia BR-316 (Trecho Rio Piritoró-Rio Gurupi)- Posicionamento das sondagens realizadas		1:100.000
Anexo 41 - Levantamento topográfico do depósito 131		1:2.000
Anexo 42 - Perfil de Sondagem 131.1	hor.	1:500
Anexo 43 - Levantamento topográfico do depósito 135		1:2.000
Anexo 44 - Perfil de Sondagem 135.1	hor.	1:500
Anexo 45 - Perfil de Sondagem 135.2	hor.	1:500
Anexo 46 - Perfil de Sondagem 135.3	hor.	1:500
Anexo 47 - Localização das serras contendo mineralização de bauxita		1:250.000
Anexo 48 - Trabalhos de sondagem na Serra Estirão das Antas		
Anexo 49 - Esboço Geológico do curso médio do Rio Gurupi		1:250.000
Anexo 50 - Reconhecimento Geoquímico na Bacia do Rio Gurupi (curso médio)		1:250.000

CPRM

RESUMO

Este projeto foi criado de acordo com o termo de convênio firmado entre a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Teve a finalidade de dar continuidade aos trabalhos que vinham se desenvolvendo na área por essa Companhia em convênio com outras entidades.

Neste relatório são apresentados os resultados dos trabalhos de prospecção e pesquisa preliminar dos depósitos de argila, argilito, calcário e cascalho na área de aproximadamente 33.400 km^2, situada no nordeste do Estado do Pará.

Com referência à geologia regional nada foi acrescentado, além do que se tinha conhecimento até hoje, mesmo porque, o projeto não previa nenhum trabalho de reconhecimento ou mapeamento geológico, mas sim, os tipos e a localização precisa dos minerais de interesse econômico ocorrentes na área, seguido da avaliação preliminar dos mesmos.

A prospecção das ocorrências de argila, calcário e cascalho, cadastradas ou não, foi realizada com o objetivo de qualificar e avaliar as dimensões das mesmas. Desse trabalho, combinado com os ensaios de laboratório das amostras colhidas, resultou o selecionamento de cinco depósitos de argila, para procedimento da avaliação através de sondagens; novas ocorrências de cascalho e calcário, incluindo cinco concheiros naturais; além do conhecimento de ocorrências minerais possíveis de interesse econômico imediato, tais como o argilito da rodovia Pará-Maranhão, a argila preta caulínica do norte de Tracuateua e Miraselvas e a ocorrência de bauxita

do alto Rio Guamá.

Na ocorrência de bauxita referida, foram executados trabalhos de prospecção por escavações através de trincheiras e cachimbos, na tentativa de visualizar o nível e espessura da mineralização na encosta do morro onde este mineral foi localizado.

Pesquisas preliminares foram realizadas nos cinco depósitos de argila pré-selecionados, nos depósitos de argilito da rodovia Pará-Maranhão, e em dois depósitos de calcário. Constaram de levantamentos topográficos da área e sondagens a trado motorizado ou poços de mão até a profundidade compatível com os objetivos econômicos do material pesquisado.

CPRM

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Histórico

Em 1967, o Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, através do 5º Distrito Norte, com sede em Belém, criou alguns projetos, entre os quais, o Projeto Grão-Pará, localizado na região nordeste do Estado do Pará. Propos-se realizar o mapeamento geológico preliminar e o levantamento das ocorrências de materiais de construção nas áreas de influência dos núcleos populacionais da micro-região Bragantina, oferecendo subsídios ao desenvolvimento do Plano Nacional de Habitação. Contou com a colaboração do Conselho Nacional de Pesquisas, através de seu órgão em Belém, o Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG e do Instituto de Desenvolvimento Econômico Social do Estado do Pará - IDESP.

Em meados de 1970 e no decorrer de 1971, esta área passou a integrar o Projeto Argila Belém, criado também pelo DNPM, visando mapeamento geológico, prospecção e estudo de materiais de construção. A responsabilidade de sua execução ficou a cargo da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, que apresentou o resultado dos trabalhos desenvolvidos.

Em novembro de 1971, foi aprovado o Termo de Convênio, celebrado entre a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM e a CPRM, visando a execução de trabalhos de pesquisa mineral na Região Amazônica. Desta forma, foi criado o Projeto Materiais Industriais para atuar na mesma área do Projeto Argila, e com o objetivo proposto na celebração do convênio, de dar continuidade aos trabalhos já executados an

teriormente pelo Projeto Argila do DNPM.

1.2 - Objetivo

O Projeto Materiais Industriais teve como objetivo específico a pesquisa de depósitos minerais de interesse econômico na indústria de construção.

Propos-se executar trabalhos de seleção dos depósitos de argila mais promissores pela posição geográfica e de acordo com sua aplicabilidade industrial, definida através de análises químicas, mineralógicas e ensaios tecnológicos;. seleção e cubagem dos depósitos de areia para fabricação de vidros e aplicação na construção civil; prospecção de novas ocorrências de calcário em locais favoráveis à exploração econômica; estudo da viabilidade econômica na exploração dos depósitos de cascalho.

Desta proposição, resultou a elaboração de uma programação, a qual está sumarizada no quadro "Cronograma de desenvolvimento do Projeto". (Fig.1).

1.3 - Localização e acesso

O Projeto Materiais Industriais situa-se a nordeste do Estado do Pará, entre as coordenadas 46°30' e 49°00' WGr e paralelo 2°00' Sul e a Costa Atlântica. Possui uma área de 33.400 km^2, abrangendo integralmente as micro- regiões de Belém, Bragantina, Salgado e parcialmente a Guajarina, Baixo Tocantins e Tomé Açu. (Fig.2).

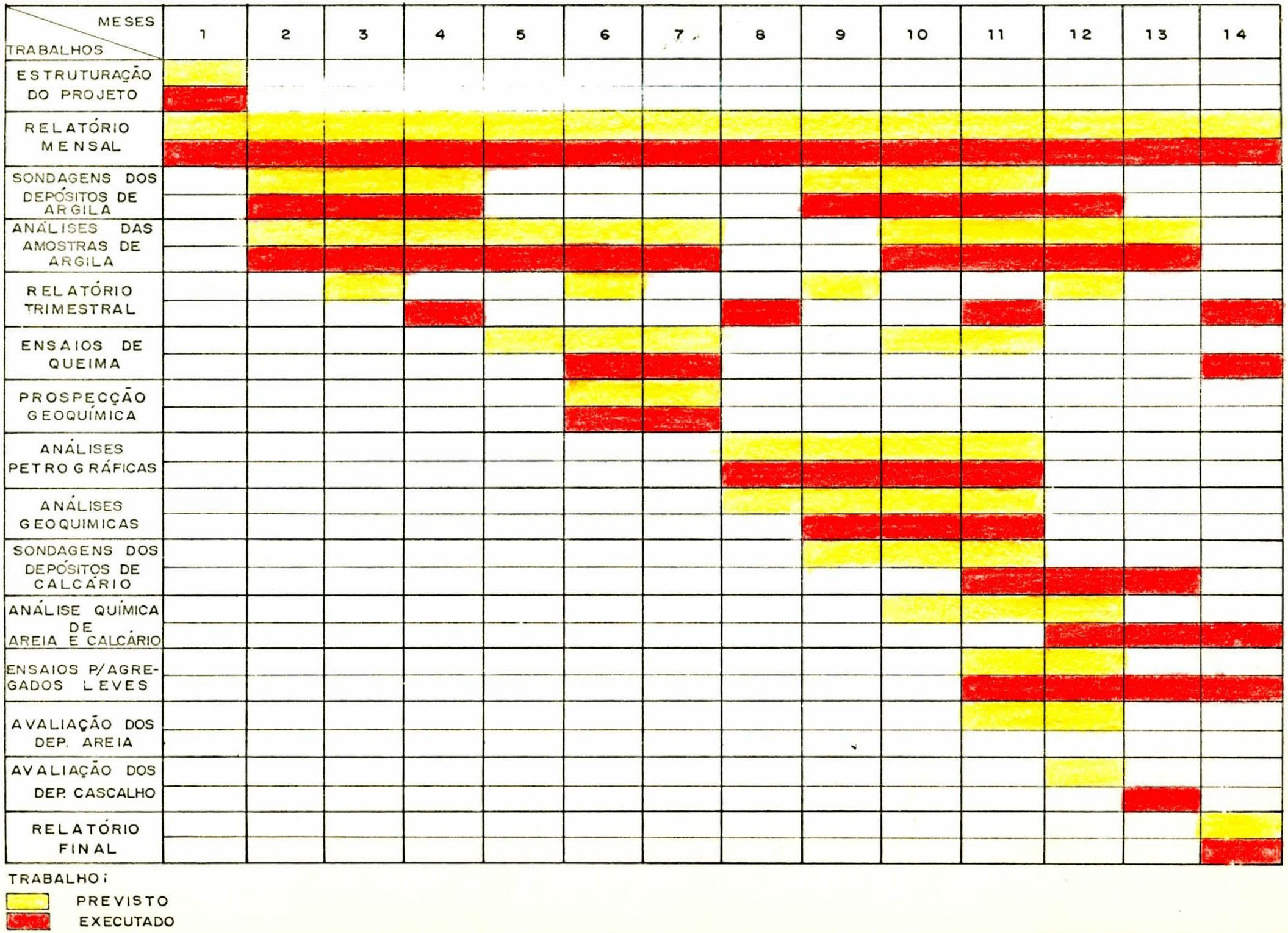
O acesso é fácil e integrado por vias rodoviárias,

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

FIG. 1

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

CRONOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO



TRABALHO:

PREVISTO

EXECUTADO

Fig. 1

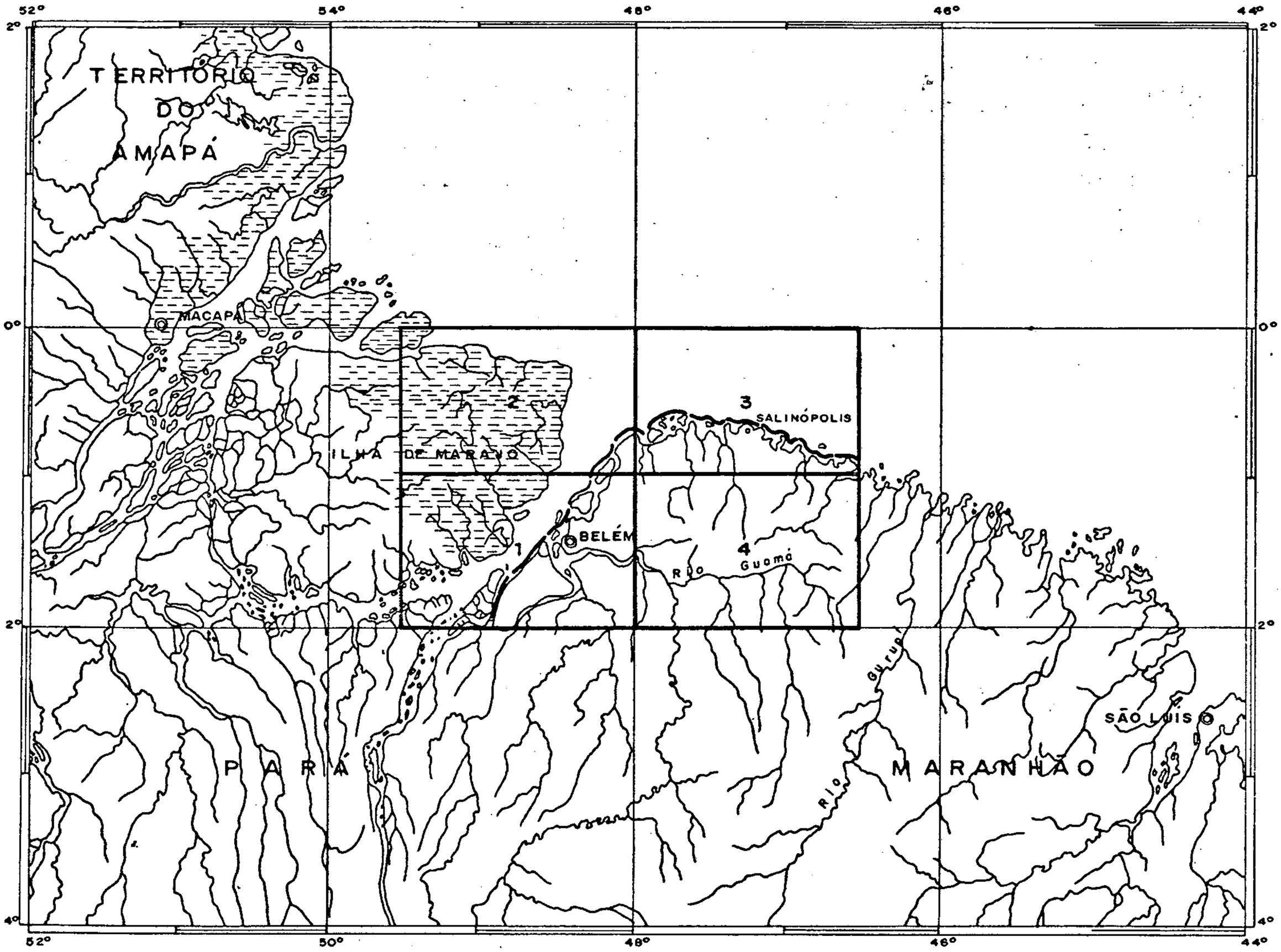
FIG. 2

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

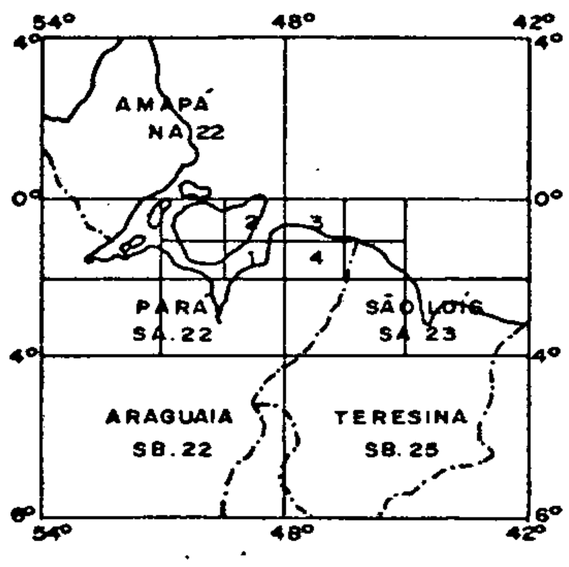
PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

ESCALA: 1/5.000.000



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



DENOMINAÇÃO DAS FOLHAS

1	Folha SA. 22-X-D
2	Folha SA. 22-X-B
3	Folha SA. 23-V-A
4	Folha SA. 22-V-C

fluviais e marítimas. Esta facilidade é decorrente, sobretudo pelo fato de a cidade de Belém, Capital do Estado, estar situada na porção leste da área e da qual se irradiam todos os meios de transporte e comunicação.

O acesso rodoviário é o mais importante, sob o ponto de vista econômico-social, possibilitando, ao mesmo tempo, o escoamento da produção e ligando as cidades interioranas com as do Salgado, onde estão situadas as melhores praias Atlânticas.

A região é cortada tanto no sentido NS como EW, por duas rodovias federais, a Pará-Maranhão (BR-316) e a Belém-Brasília (BR-010), cuja importância maior é devida não só ao deslocamento de populações provindas de áreas mais densamente povoadas, como pela realização de seu intenso tráfego comercial com os Estados Sulinos.

A maioria das rodovias estaduais são asfaltadas, e ligam Belém com as principais cidades das micro-regiões Bragantina e do Salgado, partindo dos eixos rodoviários federais, anteriormente citados. Como exemplos, são destacadas as rodovias Sta. Isabel-Vigia (PA-16), Castanhal-Marapanim(PA-15), Igarapé-Açu-Maracanã (PA-14), Capitão Poço-Salinópolis (PA-13), Capanema-Vizeu (PA-25). Além destas, novas rodovias estão sendo implantadas na área ao Sul do Rio Guamá, para interligação das cidades da micro-região Guajarina. Tais rodovias são: Igarapé-Miri-Barcarena (PA-18) e Moju-Capitão Poço (PA-1).

Ainda poderiam ser citadas inúmeras estradas de segunda e terceira ordem, interligando as rodovias federais e estaduais e formando no todo, uma grande rede, o que comprova a expansão do plano rodoviário nesta região.

Há linhas regulares de táxi-aéreo operando com aviões mono e bimotores, para as cidades de Abaetetuba, Igarapé-Miri e Acará. Existem campos de pouso também nas cidades de Bragança, Salinópolis e Igarapé-Açu, as quais são atendidas por via aérea somente através de chamadas telefônicas.

Densa rede de drenagem corta a região, sendo formada principalmente pelos Rios Guamá, Acará, Maracanã, Caeté e Piriá, facilitando de certo modo, toda a região, mas, o acesso fluvial é usado sobretudo na região Sul de Belém, onde a abertura de estradas ainda não conseguiu sobrepujar o fácil e barato transporte fluvial, através dos grandes rios, como Guamá, Acará e Moju. A ligação é feita, utilizando barcos de pequeno e médio porte, em linhas regulares para as cidades de Abaetetuba, Acará e Bujaru. O Rio Guamá é francamente navegável por navios de até 400 toneladas, até o porto de São Miguel do Guamá e o Rio Acará, igualmente, até a cidade de Tomé-Açu.

O acesso marítimo foi muito usado no passado, através da Costa Atlântica, para alcançar as cidades de Vigia, Marapanim, Maracanã e Salinópolis. Atualmente, estas ligações são feitas através de vias rodoviárias. Entretanto, ainda hoje são transportados, via marítima, gipsita e óleos vegetais da costa maranhense, diretamente para o porto de Belém ou para o porto de Bragança, no Rio Caeté.

1.4 - Aspectos sócio-econômicos

Belém, capital do Estado do Pará, é o maior centro urbano da região e da Amazônia Brasileira, contando com

565.097 habitantes (IBGE-1970), figura, em sétimo lugar, entre as mais populosas capitais estaduais do Brasil. Desempenha a função de maior entreposto comercial de toda a área Amazônica.

A influência econômica é exercida sobre as demais micro-regiões, principalmente sobre a Bragantina, que lhe fica imediatamente a leste, da qual, Belém é o grande mercado consumidor dos produtos agrícolas por ela produzidos. Soares, 1963. (38).

A micro-região Bragantina, possuindo 11.609 km^2, apresenta características marcantes, como a atividade econômica, essencialmente agrícola e a densidade populacional, que é de 238.000 habitantes, correspondendo a 20,5 hab./km^2, constituída principalmente por nordestinos, ou descendentes destes. IBGE-1970 (19).

No setor de atividades agrícolas, a região ainda está marcada pelos sistemas e técnicas agrícolas rudimentares, com a rotação de terras primitivas para a lavoura de subsistência, principalmente a mandioca, arroz, milho e feijão, o plantio de fibras vegetais como a malva e o algodão e a cultura do tabaco e da pimenta do reino. Esta última, tendo sido introduzida por agricultores japoneses, empregando técnicas e equipamentos modernos. A malva e a pimenta do reino constituem atualmente a principal fonte de renda.

Através de incentivos fiscais, vem se desenvolvendo o plantio de seringueiras, porém, ainda sem importância na substituição da floresta destruída, trazendo poucos benefícios sociais à região.

Os produtos agrícolas se destinam ao abastecimento regional, sendo Belém o maior centro consumidor. O excesso da

produção, quase sempre inconstante, é exportado diretamente, ou através da capital, para diversos pontos da área Amazônica e alguns Estados do Nordeste, bem como, para o exterior (Guiana Francesa). A valiosa fibra da malva é exportada para os centros industriais do Nordeste (Recife) e do Sul (S. Paulo). A produção de tabaco destina-se em grande parte para Belém, a fim de suprir a fábrica de cigarros existente, o restante é preparado, sob a forma de taniças, as quais são consumidas em sua maior parte na própria região.

Contribuindo secundariamente para a economia regional, a produção extrativa é representada pela madeira e por frutos, entrando os óleos vegetais com mínima parcela. Nos municípios de Bragança, Capanema e S. Miguel do Guamá são exploradas algumas pedreiras de granito, e alguns depósitos de cascalho, este último também em Ourém. A produção desses materiais é destinada às construções em Belém.

Reduzidíssima e insuficiente para o abastecimento regional é a criação de gado bovino para corte. A pequena criação existente ocupa os campos naturais de pastagens da zona litorânea e várzeas do Rio Maracanã.

A pesca é de produção muito pequena, e mesmo assim, é considerada o sustentáculo econômico da micro-região do Salgado. Atualmente, têm-se desenvolvido muitas indústrias pesqueiras, possuindo barcos e frigoríficos em diversas cidades litorâneas. A pesca de crustáceos (camarões e caranguejos), e de bagre (piramutaba), atende satisfatoriamente à população e ainda é exportada através do porto de Belém para o exterior.

Em vista das facilidades de transporte, inicia-se

o estabelecimento de indústrias de certo vulto, com o apoio decisivo da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM, principalmente, nas maiores cidades da região. Muitas das indústrias existentes têm como objetivo o aproveitamento dos produtos agrícolas e extrativos. Atualmente, tem se desenvolvido a indústria cerâmica que conta já com uma fábrica de azulejos em pleno funcionamento e outra em montagem, além das inúmeras indústrias de cerâmica vermelha (tijolos, telhas e peças de acabamento).

O setor educacional é bem desenvolvido, havendo ginásios em quase todas as sedes de municípios e escolas primárias, ministradas por professoras normalistas, em todas as Vilas e Povoados. O governo tem dado todo o apoio e incentivo para a alfabetização de adultos através do MOBRAL.

No que concerne aos aspectos educacionais e culturais da capital paraense, vale salientar que Belém conta com uma Universidade Federal, uma Faculdade de Ciências Agrárias e uma Escola de Medicina Estadual, além de vários estabelecimentos de nível médio e primário.

Desde a época áurea da borracha, Belém salientou-se como o mais importante centro cultural do extremo Norte. O seu famoso Museu Emílio Goeldi (fundado em 1871), de projeção científica internacional, notabilizou-se como ativo centro de pesquisas sobre a etnologia, a geologia, a fauna e a flora amazônicas. O Instituto Evandro Chagas e a Fundação SESP dedicam-se ao estudo de moléstias tropicais, este último, desenvolvendo há anos, admirável obra de sanitarismo em toda a região.

1.5 - Métodos de trabalho

Os primeiros trabalhos relativos à programação de campo, elaborados pelo Projeto Materiais Industriais, consistiram de observações em determinadas áreas, com a finalidade de selecionar as principais ocorrências.

Para o deslocamento nas vias de fácil acesso rodoviário, foi utilizado veículo automotor munido de odômetro para controle das distâncias. A rede de drenagem foi usada também como meio de acesso, utilizando-se barco a motor nos locais favoráveis à navegação.

Para a localização exata das observações de campo, foram utilizados mapas base do IBGE, folhas SA-22 e SA-23 da Carta do Brasil ao Milionésimo, edição 1972.

Além desses mapas para orientação em campo, se fez necessário também levantamento topográfico com o uso de teodolito para amarração precisa de determinadas áreas a pontos destacáveis do terreno. Foram utilizados bússola e trena para levantamentos expeditos.

De posse de todos os dados disponíveis, considerados como uma primeira etapa, foi possível estabelecer um cronograma mais adequado dos trabalhos a serem desenvolvidos posteriormente nas áreas selecionadas.

Inicialmente, para cada área escolhida, foi realizada a abertura de picadas, obedecendo sempre as direções NS e EW, seguida de levantamento taqueotométrico para controle da topografia, bem como a localização exata dos furos de sonda a serem efetuados (Fotos 1, 2). Estes furos foram executados a trado motorizado "Stihl", sendo, muitas vezes, emprega

da a sonda rotativa "Minuteman". Além da utilização de sondas, em alguns depósitos, foram executados poços de mão, obedecendo sempre às mesmas condições e objetivos (Fotos 3, 4 e 5).

Finalmente, as amostras coletadas foram enviadas a laboratórios, para as devidas análises.

A aplicação destes métodos serviu como uma tentativa usada pelo Projeto para avaliação dos depósitos selecionados.

1.6 - Dados físicos de produção

No intento de quantificar os trabalhos executados no Projeto Materiais Industriais, são apresentados neste ítem os dados físicos de produção das atividades de campo, sendo possível uma visualização maior no quadro de produção (Fig.3).

Durante as atividades de campo do Projeto Argila-Belém, teve início o cadastramento das ocorrências minerais, as quais foram selecionadas e tiveram seus estudos iniciados ainda neste Projeto.

Dando continuidade a esses trabalhos, foram estudados, pelo Projeto Materiais Industriais, 108 destas ocorrências já selecionadas, de um total de 182 cadastradas.

O Projeto teve duração de 14 meses, desde jan/72 até fev/73, com uma etapa de campo de 179 dias. Durante esse período, foram percorridos um total de 35.827 km, incluindo deslocamentos.

Nos trabalhos de sondagem, foram utilizados trado motorizado e sonda rotativa "Minuteman", sendo perfurados 159 furos num total de 867,3 m. Foram executados ainda 17,1 km

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM
Agência Belém

FIG. 3

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS
QUADRO DE PRODUÇÃO

MÊS	FREQUÊNCIA DOS TRAB. DE CAMPO (Dias)		QUILÔMETROS PERCORRIDOS (km)			OCORRÊNCIAS ESTUDADAS		PERFÍS TOPOGRÁFICOS (km)		SONDAGENS				AMOSTRAS COLETADAS		AMOSTRAS ENVIADAS AO LAB. DA AGÊNCIA		AMOSTRAS ENVIADAS A OUTROS LABORATÓRIOS	
										QUANTIDADE		METROS							
	TOTAL MENSAL	TOTAL ACUMULADO	TOTAL MENSAL	TOTAL ACUMULADO	TIPO DE TRASPORTE	TOTAL MENSAL	TOTAL ACUMULADO	TOTAL MENSAL	TOTAL ACUMULADO	TOTAL MENSAL	TOTAL ACUMULADO	TOTAL MENSAL	TOTAL ACUMULADO	TOTAL MENSAL	TOTAL ACUMULADO	TOTAL MENSAL	TOTAL ACUMULADO	TOTAL MENSAL	TOTAL ACUMULADO
JAN/72																			
FEV/72	16	16	1274	1274	CARRO	4	4	1,15	1,15	18	18	96,95	96,95	67	67				
MAR/72	13	29	762	2036	CARRO BARCO	32	36			22	40	100,75	197,70	79	146				
ABR/72	16	45	4043	6079	CARRO	25	61			24	64	93,55	291,25	28	174	66	66	28	
MAI/72			580	6659	CARRO													1	29
JUN/72	6	51	740	7399	CARRO									29	203	28	94		
JUL/72	29	80	3770	11.160	CARRO BARCO ANIMAL PÉ									290	493			20	49
AGO/72	2	82	2798	13.958	CARRO									2	495	40	134	256	305
SET/72	18	100	2784	16.742	CARRO BARCO	5	66	2,77	3,92	30	94	213,0	504,25	52	547	12	146	4	309
OUT/72	12	112	2646	19.388	CARRO	4	70	66,96	70,88	19	113	127,5	631,75	39	586	67	213	67	376
NOV/72	21	133	3629	23.017	CARRO BARCO	22	92	3,2	74,08	29	142	119,0	750,75	39	625	32	245	12	388
DEZ/72	16	149	8939	31.956	CARRO	4	96	5		5	147	43,50	794,25	5	630	35	280		
JAN/73	28	177	3.415	35.371	CARRO PÉ	12	108	5,55	79,63	12	159	73,10	867,35	23	653	3	283	3	391
FEV/73	2	179	480	35.827	CARRO			3,0	82,63										

Des: Abraão Félix

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

CONTROLE DE AMOSTRAS DE ARGILA, ARGILITO E CALCÁRIO

FIG. 4

	ANÁLISE PETROGRÁFICA					ANÁLISE TERMODIFERENCIAL					ANÁLISE QUÍMICA					ANÁLISE DE RAIOS - X					ENSAIOS DE QUEIMA					ENSAIOS P/ AGREGADOS LEVES				
	LABORATÓRIO	AMOST. ENV.	DATA	AMOST. REC.	DATA	LABORATÓRIO	AMOST. ENV.	DATA	AMOST. REC.	DATA	LABORATÓRIO	AMOST. ENV.	DATA	AMOST. REC.	DATA	LABORATÓRIO	AMOST. ENV.	DATA	AMOST. REC.	DATA	LABORATÓRIO	AMOST. ENV.	DATA	AMOST. REC.	DATA	LABORATÓRIO	AMOST. ENV.	DATA	AMOST. REC.	DATA
ARGILA						LQB-LAMIN	17	05/03/72	17	09/05/72											LQB-LAMIN	17	05/03/72	17	09/05/72	LQB-LAMIN	17	05/03/72	5	07/02/73
						LQB-LAMIN	20	05/04/72	20	18/07/72											LQB-LAMIN	20	05/04/72	20	29/06/72	LQB-LAMIN	20	05/04/72	-	-
						LQB	66	05/04/72	61	17/05/72																LQB	66	05/04/72	49	07/02/73
						LQB	28	02/05/72	28	16/06/72																LQB	28	02/05/72	22	06/02/73
						LQB	2	11/09/72	2	26/01/73						LQB-LAMIN	1	24/05/72	1	15/06/72	LQB	2	11/09/72	2	26/01/73	LQB	2	11/09/72	1	07/02/73
						LQB	67	13/10/72	67	22/12/72	LQB	1	10/06/72	1	16/06/72						LQB-LAMIN	67	13/10/72	67	01/03/73	LQB	67	13/10/72	6	07/02/73
	LPB	2	30/01/73	2	01/02/73	LQB	1	07/11/72	1	26/12/72	LQB	1	07/11/72	1	26/12/72															
						LQB	2	08/02/73	2	27/02/73																				
SUB - TOTAL		2		2			203		198			2		2			1		1			106		106			200		83	
ARGILITO						LQB	2	11/09/72	2	26/01/73	LQB	2	11/09/72	2	26/01/73						LQB	2	11/09/72	2	26/01/73	LQB	2	11/09/72	1	07/02/73
	LPB	3	07/11/72	3	09/11/72																					LQB	20	07/11/72	-	-
																										CINASA	9	09/11/72	9	11/12/72
	LPB	2	13/11/72	2	02/02/73																					LQB	4	13/11/72	-	-
	LQB-LAMIN	2	14/11/72	2	16/04/73						LQB	2	14/11/72	2	11/12/72	LQB-LAPET	1	13/11/72	-	-						LQB	22	15/12/72	-	-
																										LQB	6	08/02/73	6	27/02/73
SUB - TOTAL		7		7			2		2			4		4			1					2		2		CINASA	5	08/03/73	5	06/04/73
CALCÁRIO												68																	21	
											LQB	9	11/12/72	5	27/02/73															
											LQB	4	15/12/72	4	20/02/73															
	LPB	1	03/01/73	1	02/02/73											LQB-LAPET	2	30/01/73	-	-										
																LQB-LAMIN	1	26/01/73	1	09/04/73										
SUB - TOTAL		1		1								13		9			3		1											
TOTAL		10		10			205		200			19		15			5		2			108		108			268		104	

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

CONTROLE DE AMOSTRAS PARA GEOQUÍMICA

FIG. 5

	ANÁLISE PETROGRÁFICA					ANÁLISE TERMODIFERENCIAL					ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA					ANÁLISE DE RAIOS - X				
	LABORA-TÓRIO	AMOST. ENV.	DATA	AMOST. REC.	DATA	LABORA-TÓRIO	AMOST. ENV.	DATA	AMOST. REC.	DATA	LABORA-TÓRIO	AMOST. ENV.	DATA	AMOST. REC.	DATA	LABORA-TÓRIO	AMOST. ENV.	DATA	AMOST. REC.	DATA
SEDIMENTO																				
DE																				
CORRENTE																				
SUB - TOTAL																				
CONCENTRADO											LQB-LAMIN	4	04/09/72	4	16/02/73					
DE BATEIA																				
SUB - TOTAL												4		4						
ROCHA	LPB	14	08/08/72	14	24/08/72															
	LPB	19	08/08/72	19	14/08/72															
SUB - TOTAL		33		33																
SOLO						LQB	7	07/08/72	7	23/08/72						LAMIN	4	22/08/72	4	05/10/72
SUB - TOTAL							7		7								4		4	
T O T A L		33		33			7		7			4		4			4		4	

	ANÁLISE COLORIMÉTRICA SEMI - QUANTITATIVA (Zn, Sb)					ANÁLISE ESPECTROGRÁFICA SEMI - QUANTITATIVA					ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA				
	LABORA-TÓRIO	AMOST. ENV.	DATA	AMOST. REC.	DATA	LABORA-TÓRIO	AMOST. ENV.	DATA	AMOST. REC.	DATA	LABORA-TÓRIO	AMOST. ENV.	DATA	AMOST. REC.	DATA
SEDIMENTO						LQB-LAMIN	53	04/08/72	53	30/11/72	LQB-LAMIN	83	04/08/72	83	11/12/72
						LQB-LAMIN	21	04/08/72	21	30/11/72	LQB-LAMIN	75	04/08/72	75	11/12/72
						LQB-LAMIN	54	04/08/72	54	30/11/72	LQB-LAMIN	86	04/08/72	86	11/12/72
DE						LQB-LAMIN	30	04/08/72	30	23/11/72					
						LQB-LAMIN	32	04/08/72	32	23/11/72					
CORRENTE	LQB-LAMIN	12	07/08/72	12	28/09/72	LQB-LAMIN	54	04/08/72	54	23/11/72					
						LQB-LAMIN	12	07/08/72	12	28/09/72					
SUB - TOTAL		12		12			256		256			244		244	
CONCENTRADO															
DE BATEIA															
SUB - TOTAL															
ROCHA															
SUB - TOTAL															
SOLO															
SUB - TOTAL															
T O T A L		12		12			256		256			244		244	

Des: Aparecida Fabri. 17-4-88

de perfís topográficos, para os trabalhos de sondagem, e 65,5 km de perfís geológicos ao longo da Rodovia BR-316 (trecho Rio Piritoró-Rio Gurupi) feito com o auxílio de bússola, odômetro e altímetro.

Durante o mês de julho, as atividades do Projeto estiveram voltadas para a prospecção geoquímica preliminar no médio Rio Gurupi, onde foram executados aproximadamente 720km de caminhamentos, dos quais 198km com observações geológicas, sendo coletadas 290 amostras para tratamento geoquímico, incluindo sedimento de corrente, concentrado de bateia, rocha e solo.

Foram coletadas 653 amostras, incluindo as do Rio Gurupi. Destas, 283 foram analisadas no laboratório de Química da CPRM, Agência Belém e 391 foram encaminhadas para outros laboratórios (Fig. 4 e 5).

1.7 - Trabalhos anteriores

São bastante significativos os diversos estudos relacionados com a geologia e pesquisa econômica, tanto por renomados técnicos do antigo Serviço Geológico e Mineralógico, como pelo Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS, com a execução de prospecções geofísicas, através de métodos gravimétricos e sísmicos e sondagens estratigráficas. Destas prospecções e sondagens, resultou o descobrimento da Bacia Cretácea de Bragança-Vizeu.

São importantes também os trabalhos realizados na fronteira do Pará com o Maranhão, onde estão localizadas as conhecidas minas de ouro, as quais foram exploradas desde o

início da colonização.

O primeiro trabalho que se tem notícia sobre a área do projeto, data de 1926, e compreende os estudos geológicos efetuados por Paulino F. de Carvalho nas proximidades de Belém, entre a costa atlântica de Maracanã e Pirabas e a Estação Experimental Agronômica na E.F. de Bragança, em 1919 a 1920.

Pouco tempo depois, em 1922, foram realizados os Reconhecimentos Geológicos nos Rios Guamá e Capim, por Avelino Ignácio de Oliveira e Egeu M. de Almeida Gomes.

Na região fronteira do Pará com o Maranhão, o primeiro trabalho, de cunho científico, data de 1935, e trata dos estudos preparatórios à exploração de ouro na região do Rio Gurupi, por Miguel Arrojado R. Lisboa, comissionado pelo Barão de Capanema para realizar esses estudos por volta de 1895.

Em 1936, por iniciativa do Serviço de Fomento da Produção Mineral, realizaram-se estudos na região dos Rios Piriá, Gurupi, Maracassumé e Turiaçu, contando com a participação de Glycon de Paiva, Henrique Capper A. de Souza, Pedro de Moura e Sílvio Froes de Abreu.

Em 1938, Henrique Capper realizou a viagem de Turiaçu no Maranhão, até a cidade de Bragança, no Pará, estudando as rochas dessa região.

Após uma paralização de 26 anos, dos trabalhos geológicos na área, a partir de 1964, são publicados os estudos de Fritz Louis Ackermann sobre a Geologia e Fisiografia da Região Bragantina, Estado do Pará, 1964; A depredação dos solos da Região Bragantina, 1967 e o Esboço para a geologia entre a

cidade de Belém-Rio Gurupi e Atlântico-Rio Guamá, 1969.

Em 1966, Aladar Molnar e Jaime S. Almaraz apresentaram à PETROBRÁS, um relatório sobre o Reconhecimento Geológico entre as Bacias do Amazonas e Maranhão. A vasta região estudada abrangia a área do Projeto Materiais Industriais.

Geraldo A. Guimarães e José M. Santana Santos, em 1968, pelo Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte - IPEAN, realizaram estudos em diversas regiões do Estado, tecendo comentários sobre a possibilidade de utilização dos calcários na calagem dos solos.

Neste mesmo ano, Gros Moyano e outros geólogos do Departamento Nacional da Produção Mineral - 5º Distrito Norte realizavam o Reconhecimento geológico preliminar na área do Projeto Grão-Pará, situado a NE do Estado do Pará. No ano de 1970, foi apresentado a este mesmo órgão, pelo geólogo Benedito C. Damasceno o relatório dos resultados obtidos no desenvolvimento do Projeto Grão-Pará.

Em 1971, Benedito H.R. Francisco e outros pelo Museu Paraense Emílio Goeldi, realizaram o mapeamento geológico da Folha de S. Luiz (SA-23), no Estado do Pará. E Jaime S.Almaraz Urdininea e Milton L.L. Formoso realizaram um estudo do ambiente da Formação Pirabas, no Estado do Pará.

1.8 - Agradecimentos

À Drª Clara Martins Pandolfo e Engº Geraldo Martins, respectivamente, Diretores do Departamento de Recursos Naturais e Divisão de Recursos Minerais da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia, nossos especiais agradecimen

tos pela confiança depositada indiretamente aos técnicos da CPRM na execução de projetos de tal importância. Os autores agradecem ainda a valiosa colaboração do QI. José Antônio M. Coimbra, Chefe da Seção de Estudos e Projetos - SUDAM, pelas observações e acompanhamento do desenvolvimento dos trabalhos de campo.

2. CLIMATOLOGIA E FITOFISIONOMIA

2.1 - Clima

Na região, predomina uma variedade de clima do tipo Am, mais precisamente o subtipo Amw' (classificação de Koppen), caracterizado por ser quente e úmido, com uma estação seca que se prolonga de junho a novembro, quando então se verificam apenas chuvas esparsas e uma estação chuvosa, de dezembro a maio, com intensa precipitação pluviométrica, atingindo em média a cifra de 2.500 mm/ano.

As variações médias anuais de temperatura são registradas entre 26° e 32°C. Os mais elevados valores de temperatura são observados nos meses de setembro e outubro, quando são atingidas cifras até 35°C. Nos meses de junho e julho registram-se as mais baixas temperaturas, chegando a atingir até 20°C.

O regime pluviométrico é responsável pelas variações de temperatura, ajudado pela umidade relativa do ar que oscila entre 85 e 95%.

Na cidade de Belém e arredores, predomina um clima do tipo Af, com chuvas abundantes, mas com estação seca na primavera, o que leva a crer que o clima equatorial sempre úmido de Belém seja devido a fatores locais. Mesmo assim, nota-se uma diferença mais nítida entre o outuno, caracterizado pelas calmarias, com chuvas abundantes e diárias, e a primavera, mais seca, sempre acompanhada por ventos litorâneos de E e SE. Soares, 1963 (38).

Um dos efeitos importantes dos fatores climáticos

é a atuação destes sobre as rochas regionais, resultando em uma intensa decomposição e transformação em materiais lateríticos e argilosos, com lixiviação de parte da sílica. Esta decomposição faz com que os estudos geológicos sejam grandemente dificultados pela cobertura de aluviões recentes que escondem os poucos afloramentos do substrato rochoso. Abreu, 1936 (1).

2.2 - Vegetação

O tipo de clima da região favorece o estabelecimento e desenvolvimento de florestas densas, sempre verdes, ricas em variedades e espécies. Porém, na faixa de terra correspondente à micro-região Bragantina, não mais se observa a floresta de terra firme, típica do complexo botânico da Hiléia Amazônica, notam-se apenas vestígios de uma floresta outrora exuberante, constituída de árvores de grande porte como castanheira, angelim massaranduba etc., e a presença de uma vegetação de segunda ou terceira ordem, localmente denominada de "capoeira".

Nos vales aluvionais quaternários da micro-região do Salgado, predomina a vegetação de várzea e igapó, representada principalmente por manguezais (mangue verdadeiro - Rhizophora mangue e mangue siriúba - Avicênia nítida).

Na baixada litorânea do norte de Bragança, destaca-se uma região de campinas naturais, constituídas essencialmente de gramíneas. Estes campos são inundados na época de maior pluviosidade (fevereiro e março).

3. GEOMORFOLOGIA

As feições geomorfológicas da região podem ser agrupadas em três tipos de superfícies, de fácil caracterização no terreno. Estas superfícies estão relacionadas às unidades litoestratigráficas, compreendendo, faixa de rochas cristalinas e faixas compostas por sedimentos Barreiras e holocênicos.

Uma consequência visível dessas superfícies são os tipos de drenagem, aliados a um menos significativo tipo de vegetação.

Por outro lado, ciclos morfológicos importantes, tais como, ciclo Sul Americano, atuando nas rochas cristalinas e ciclo Velhas, atuando nos sedimentos Barreiras, modelaram o relevo regional e contribuíram decisivamente para a efetuação das superfícies de aplainamento atuais. Ferreira, 1970 (15).

O ciclo Sul Americano, que teve início durante o soerguimento do continente, no Cretáceo Superior, causou o erosionamento da região sudeste, compreendida pelas rochas cristalinas. Esta região se caracteriza por um relevo movimentado, consequência direta dos dobramentos verificados nas rochas Pré-Cambrianas, com morros variando entre 20 a 40 metros de altura e alguns platôs, testemunho de um antigo nível de base, como a Serra Cansa Perna, Serra do Piriá e outras, que ainda permanecem recobertos por crostas lateríticas delgadas, resistindo ao intenso ataque erosivo.

A drenagem segue o padrão dendrítico retangular, sempre encaixada nos fraturamentos das rochas do embasamento.

No Rio Piriá, são observadas feições de rejuvenescimento, como corredeiras, cachoeiras e leitos encaixados entre barrancos abruptos.

A sedimentação Barreiras marca o início de um novo ciclo morfológico, ciclo Velhas, surgindo durante o Terciário Médio. A faixa composta por sedimentos Barreiras caracteriza-se por um baixo platô formado por depósitos terciários e quaternários antigos, que se elevam suavemente até altitudes da ordem de 50 metros, terminando em falésias de 10 a 20 metros de altura, do lado do oceano e da baía do Marajó. Os terrenos terciários estão em nível superior e seus topos planos comunicam à paisagem notável horizontalidade (Foto 11).

Esse platô encontra-se regularmente dissecado, apresentando largos vales, de encostas suaves e com terraços de pequena altura. O fundo desses vales abertos é geralmente chato e pantanoso, mas quase toda a região é de terra firme.

São evidentes os encaixamentos da rede hidrográfica nestes terraços, denunciando movimentos relativos recentes do continente e do oceano. Soares, 1963 (38).

A drenagem obedece exclusivamente ao padrão dendrítico. A vegetação, tal como na área de rochas cristalinas, é de grande porte, típica da Hiléia Amazônica.

Os sedimentos holocênicos estão condicionados à faixa litorânea norte, onde ocorrem baixadas inundáveis, com lagos temporários e os vales dos baixos cursos dos rios mais importantes, como Maracanã, Caeté, Quatipuru etc., todos alagáveis na época das chuvas, formando extensas planícies de inundações.

A característica marcante dessas regiões, são os

extraordinários recortes das desembocaduras dos rios, acima mencionados, formando rias. São vales afogados e alargados, recortados transversalmente pelos furos, permitindo a intercomunicação das bacias nos seus baixos cursos. As marés desempenham papel importante como agente geológico e sua influência se faz sentir até consideráveis distâncias para o interior. Francisco, 1971 (16).

A vegetação típica são os manguezais nas terras de formação marinha recente e de campos naturais, com predomínio absoluto de gramíneas, nas várzeas inundáveis dos rios.

4. ESTRATIGRAFIA

4.1 - Comentários gerais

A região abrangida pelo Projeto Materiais Industriais está representada por uma seqüência sedimentar Cenozóica do Mioceno Inferior ao Quaternário Recente; rochas Pré-Cambrianas pertencentes ao Arqueano e Algonquiano e alguns afloramentos de rochas, possivelmente do Eopaleozóico. Francisco, 1971 (16).

Na seqüência sedimentar referida, os sedimentos do Cretáceo não são conhecidos em superfície, mas repousam sob as camadas do Cenozóico, tendo sido alcançados por sondagens estratigráficas na bacia sedimentar Bragança-Vizeu.

Os sedimentos de idade Mioceno-Pleistoceno constituem um conjunto estratigráfico dos mais complexos. Estão representados pelo Grupo Barreiras, (Bigarella, 1964) (10), apresentando uma notável variação, tanto vertical quanto horizontal, desde argilas muito finas até leitos conglomeráticos, passando por arenitos e siltitos. Estão em posição horizontal, e, algumas vezes, apresentam estratificação cruzada. Cobrem, aproximadamente, 70% da área total do projeto.

O Mioceno Inferior está representado pela Formação Pirabas, constituindo-se de sedimentos calcíferos, alternados com areias e siltes. Ocorre em diversos locais, principalmente na faixa litorânea, em posição praticamente horizontal e quase sem perturbações tectônicas. Encontra-se capeado pelo Grupo Barreiras em contato geralmente concordante.

Foi considerado como pertencente ao Eopaleozóico,

um arenito branco, com área de ocorrência restrita, observado em São Miguel do Guamá, rios Quatipuru, Capim e Irituia. Onde aparece, não mostra qualquer relação com as rochas regionais, sendo então um dos fatores que torna difícil a sua inclusão na coluna estratigráfica geral da área estudada.

Na Rodovia Pará-Maranhão, ocorre também uma outra feição geológica duvidosa. Trata-se de uma metagrauvaca, em forma de imensos blocos arredondados, de cor esverdeada e maciços. Do mesmo modo que o arenito anterior e por falta de dados geológicos mais precisos, esta rocha foi considerada, como pertencente também ao Eopaleozóico. (?)

O Pré-Cambriano Superior está representado por um conjunto de metassedimentos denominados por Moura, 1936 (26), de "Série Gurupi". São rochas totalmente decompostas e constituídas principalmente por micaxistos e filitos, recortadas por veios de quartzo. Apresentam-se repousando sobre o complexo basal, exibindo xistosidade que atinge fortes mergulhos, denotando perturbações. Localmente, estão recobertas pelos sedimentos do Grupo Barreiras.

O Pré-Cambriano Indiviso reune os afloramentos de rochas cristalinas, notadamente, granitos e gnaisses. Ocorrem numa extensão considerável, fazendo parte da bacia do Rio Guamá, penetrando para sudeste até o Maranhão, aflorando também na região do baixo e médio Gurupi, e na bacia do Rio Quatipuru em contato nítido com as rochas da Série Gurupi.

Os critérios, considerados para a apresentação da coluna estratigráfica, baseiam-se principalmente em dados de campo, com coletas de amostras, estudos paleontológicos, correlações com outras formações, perfurações para petróleo e ou

FIG. 6

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
Agência Belém

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS
COLUNA GEOLÓGICA ESQUEMÁTICA

E.R.A.	UNIDADES CRONOESTRATIGRÁFICAS: SISTEMA	UNIDADES CRONOESTRATIGRÁFICAS: SÉRIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS: FORMAÇÃO	LITOLOGIA	ESPESSURA (m)	DESCRIÇÃO
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	HOLOCENO			± 4m	SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS ATUAIS E SUB-ATUAIS CONSTITUIDOS DE CASCALHO, AREIAS, SILTES E ARGILA.
		PLEISTOCENO	BARREIRAS		± 30m	ARGILAS MULTICOLÓRIDAS; SEDIMENTOS INCONSOLIDADOS ARGILO-ARENOSOS E ARENO-ARGILOSOS AMARELADOS E AVERMELHADOS, COM NÍVEIS E LEITOS DE MATERIAL GROSSEIRO COM SEIXOS DE QUARTZO DE TAMANHO VARIÁVEL, FREQUENTEMENTE NÍVEIS DESCONTINUOS DE ARENITO FERRUGINOSO EM BLOCOS SOLTOS; IRREGULARES E DE TAMANHO VARIÁVEL.
	TERCIÁRIO	PLIOCENO				
		MIOCENO	PIRABAS		± 5m	CALCÁRIO ALTAMENTE FOSSILÍFERO ALTERNADO COM ARGILA E AREIA.
EO-PALEOZÓICO					?	ARENITO BRANCO, DURO, GRANULAÇÃO MÉDIA/GROSSA, PARCIALMENTE SILICIFICADO. GRAUVACA CINZA-ESVERDEADA, DURA, GRANULAÇÃO FINA.
PRÉ-CAMBRIANO	ALGONQUEANO	GURUPI			?	FILITOS E CLORITA - XISTOS
	ARQUEANO				?	GRANITO - GNAISSE MIGMATIZADO

Des: [illegible]

tros dados geológicos.

Muitos estudiosos realizaram trabalhos pioneiros nesta área, contribuindo para o estabelecimento da estratigrafia regional, ressaltando-se entre os demais, os trabalhos de Moraes Rego, 1935, onde o autor tece comentários a respeito da geologia do Maranhão. Moura, 1936 (26), estudou a geologia do Rio Gurupi, mostrando claramente a distinção entre os metassedimentos da Série Gurupi (Algonquiano) e as rochas mais antigas do Complexo Cristalino (Arqueano).

Mesmo nos tempos atuais, com o acréscimo de diversas outras informações, persistem as dúvidas a respeito da classificação estratigráfica considerada.

De certo modo, a coluna estratigráfica, baseada nos critérios anteriormente citados, é atualmente aceita. Pode ser vista na Fig. 6.

4.2 - Unidades estratigráficas

4.2.1 - Pré-Cambriano

4.2.1.1 - Arqueano (pЄi)

As rochas consideradas do Pré-Cambriano Indiviso possuem uma larga área de ocorrência regional. Constituem-se essencialmente de granitos, gnaisses e migmatitos.

São reconhecidos na área, granitos pertencentes ao complexo basal e granitos intrusivos (?), mencionados por Lisboa, 1935 (21) e Moura, 1936 (26). Entretanto, todo o conjunto, pode ser considerado pertencente ao Arqueano, até que sejam possíveis dados mais concretos, para uma melhor inter

pretação estratigráfica.

As primeiras notícias, a respeito das rochas do Pré-Cambriano Indiviso, são devidas a Lisboa, 1935 (21). Souza, 1938 (39), considerou dentro desta faixa, granitos, granodioritos, aplitos, quartzo-pórfiros e gnaisses, na região que vai de Tracuateua no Pará, até Turiaçu, no Maranhão, as quais ocorrem em pontos isolados, como exemplo, na bacia alagadiça do Rio Quatipuru, formando pequenos altos topográficos de até 20 m acima do nível do rio, facilitando a sua exploração econômica. Do mesmo modo, em Tracuateua, formam altos topográficos de 40 m acima do nível do mar.

Entre Miraselvas e Tracuateua, no Município de Bragança, o embasamento estende-se a pequena profundidade, observando-se afloramentos graníticos que formam o "horst" de direção geral NW-SE, e que para o lado da Bacia de Bragança, reaparecem em grandes profundidades, detectados por sondagens estratigráficas.

Em Ourém, os gnaisses encontram-se altamente decompostos, enquanto que os granitos, na margem do Rio Guamá, a jusante desta cidade, são explorados em pedreiras, onde formam altos topográficos escarpados.

Litologicamente, onde aparece o complexo fundamental, há uma pequena, mas nítida variação petrográfica. Às vezes, são granitos a duas micas de granulação fina, a média como nas ocorrências de Miraselvas e Quatipuru, enquanto que em Tauari, se apresentam com uma granulação grosseira e grandes cristais de feldspato, de textura compacta. No Rio Guamá, ocorrem granitos a duas micas de granulação muito fina, fraturados, apresentando planos nítidos de cizalhamento.

Microscopicamente, as rochas se apresentam como granitos cataclásticos calco-alcalinos, granitos pegmatíticos cataclásticos, cataclasitos e biotita-muscovita- microclina-plagioclásio-gnaisse, em cuja composição encerram quartzo, microclina, plagioclásio, muscovita, biotita, clorita, apatita, zircão, além de óxido de ferro. O caráter cataclástico, visível em todas as amostras estudadas, evidencia ter sido a área, palco de intensas atividades tectônicas.

Relações de contato são observáveis na bacia do Rio Quatipuru e em Miraselvas, onde o Arqueano está em contato nítido com as rochas da Série Gurupi. Ao norte de Tauari, 200m a NE da jazida de calcário da CIBRASA, o maciço granítico serve de base para o assentamento da Formação Pirabas. Em Tracuateua, a rocha diaclasada está dividida em grandes blocos, com uma intensa rede de fraturas de direção predominante NS.

4.2.1.2 - Algonquiano - Série Gurupi (pЄg)

A denominação Série Gurupi foi criada por Moura 1936 (26), para um grupo de rochas metassedimentares de baixo grau de metamorfismo, que o autor descreveu como semelhantes a rochas da Série Minas.

Sua distribuição na área é atualmente muito bem conhecida, pois aparece ao longo da Rodovia Pará-Maranhão (BR-316), iniciando-se logo após o Rio Caeté até às proximidades do Rio Gurupi. Neste trecho, a topografia é acentuada, porém os morros são arredondados e uniformes. Apresentam-se em boas exposições, nos cortes da referida rodovia, podendo, in

clusive, se observar dobramentos e pequenos deslocamentos, além de inúmeros veios de quartzo, cortando a estrutura. Ocorre ainda em Capanema, na localidade de Miraselvas.

A espessura desta seqüência metamórfica, não foi ainda determinada.

Do ponto de vista litológico, estes metassedimentos estão representados por filitos, micaxistos, de granulação muito fina, friáveis, untosos ao tato e de coloração variável, principalmente amarela e vermelha-escura e ainda quartzitos em locais restritos. As características microscópicas revelaram em amostras de filito, uma textura clástica, fina, e uma mineralogia composta de quartzo em proporções dominantes, mostrando extinção ondulante e bordas irregulares, diminutas palhetas de sericita e grãos de feldspato em quantidades subordinadas. Como produto de alteração, aparecem clorita e óxido de ferro limonitizado.

Com os recentes cortes de estrada, é comum observarem-se exposições de filito e micaxistos decompostos, mostrando ainda nítido o acamamento primitivo, atualmente, em posição vertical. Pequenos ajustamentos são visíveis nos blocos. Os quartzitos são encontrados na Rodovia Bragança-Vizeu, a altura da localidade Marataúna.

Em Miraselvas, alguns afloramentos de filito e sericita-xisto se encaixam em sinclinais do Arqueano.

Na rodovia Pará-Maranhão o contato inferior não foi constatado, e a cobertura presente é apenas uma delgada camada de solo laterítico ou argiloso, resultante de sua própria alteração.

Não se tem conhecimento de que as rochas que fazem

parte da Série Gurupi, tenham sido datadas por qualquer método científico. Sua correlação com os metassedimentos da Série Minas, serviram somente para encaixá-las no Algonquiano.

Essas rochas apresentam-se bastante perturbadas e decompostas. Além da existência de pequenos falhamentos, vários anticlinais e sinclinais são comuns, bem como uma quantidade de veios de quartzo branco e leitoso intensamente fraturados.

4.2.2 - Eopaleozóico (?) (Eop?)

A primeira notícia a respeito das rochas do Eopaleozóico na região, foram devidas a Kraatz Koschlau, 1900(20), no seu trabalho "Zwischen Ozean und Guamá". Nele, o autor se refere a um arenito quartzítico, considerado na estratigrafia regional como pertencente ao Eopaleozóico. Francisco, 1971 (16). Atualmente, é conhecido como "arenito Guamá". A área de ocorrência é bastante restrita. É encontrado em São Miguel do Guamá, em afloramentos isolados no leito do Rio Guamá. Em outros locais, sempre em expressões topográficas isoladas, foi encontrado no Rio Irituia, nos igarapés Maroim e Jari, ambos afluentes do Rio Capim e também do Rio Quatipuru, próximo a Vila Piabas.

Não se tem conhecimento de sua espessura. Do ponto de vista litológico, trata-se de um arenito branco, maciço, pouco friável, de granulação média a grossa, parcialmente silicificado e diaclasado.

Os dados relativos à origem, ao ambiente de deposição e às relações de contato, são escassos, faltanto portanto,

elementos paleontológicos que possam servir de base para uma datação mesmo aproximada na estratigrafia regional.

Outra unidade estratigráfica que foi considerada como pertencente ao Eopaleozóico, ocorre em alguns trechos ao longo da Rodovia Pará-Maranhão, sendo mais frequente entre os km 74 e 83. É encontrada em forma de blocos arredondados ou ovais, e na superfície mostra escamas de decomposição. Não se destaca no relevo e sua forma desagregada, não forma altos estruturais, assentando-se aleatoriamente, sobre as rochas da Série Gurupi. Os blocos variam de tamanho, chegando até cerca de 2m de diâmetro e não são conhecidas variações locais ou regionais. A litologia é representada por rochas do tipo grauvaca e argilito. A grauvaca é de textura clástica granular, dura e maciça. O argilito é uma rocha compacta de coloração parda acinzentada, granulação extremamente fina, com planos definidos de clivagem (folhelho), constituída de sericita, caulinita, clorita, biotita, quartzo, feldspato, epidoto e óxido de ferro limonitizado. O estudo microscópico, em algumas amostras de grauvaca, revelou uma mineralogia composta de quartzo, feldspato, clorita, sericita, titanita, epidoto e zircão, além dos acessórios apatita e opacos.

Por se situar discordantemente sobre os filitos e xistos do Pré-Cambriano Superior, foi preferível considerá-las como pertencentes ao Eopaleozóico. Sua correlação com o "arenito Guamá", serviu para auxiliar no seu posicionamento estratigráfico, mesmo não se dispondo de dados geológicos suficientes.

4.2.3 - Cenozóico

4.2.3.1 - Mioceno Inferior - Formação Pirabas (Tip)

Esta Formação começou a ser considerada na literatura geológica a partir de 1876, quando o Dr. Ferreira Penna (32) verificou a existência de um calcário fossilífero na localidade da Ilha da Fazenda, distrito de S. João de Pirabas, hoje Salinópolis.

Posteriormente, o Dr. Orville Derby, em visita a esta localidade, teve a oportunidade de colecionar algumas amostras de calcário fossilífero, sendo estas estudadas pelo Dr. Charles White (1877) e datadas como sendo do Cretáceo. Ackermann, 1964 (2).

Pouco tempo depois, em 1903, o Dr. Frederico Katzer estudou alguns espécimes fósseis coletados, colocando-os no Andar Senoniano (Cretáceo Superior), muito embora tenha notado certas semelhanças com moluscos fósseis do Terciário.

Desde então, em muitos outros locais da região, foi verificada a presença desse calcário fossilífero. No antigo local da Estação Experimental Agronômica, situado no km 149 da extinta Estrada de Ferro de Bragança, durante a abertura de um poço, foi notada a presença de um calcário, semelhante ao da Ilha da Fazenda.

Em 1919 e 1920, o Dr. Paulino de Carvalho (12), do antigo Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, estudou detalhadamente aquele material, coletando ainda várias amostras na localidade acima referida. Em 1925, encontrou a mesma formação em outros pontos dessa região e também em Carutapera, no Maranhão.

A Dra. Charlotte Maury, 1943 (24), estudando o con

teúdo paleontológico destas amostras, concluiu tratar-se de uma fauna marinha, fixando a idade no Mioceno Inferior.

Outros afloramentos foram encontrados em Capanema e Peixe-Boi, não sendo realizadas coletas para estudo.

A partir de 1955, é que realmente começaram a se realizar estudos sistemáticos dos calcários da região, com o objetivo de seu aproveitamento econômico, como matéria prima na fabricação de cimento. Como conseqüência, a área de ocorrência da Formação foi bastante ampliada, à medida que novos reconhecimentos iam sendo efetuados.

A origem e a evolução da Formação Pirabas, é atribuída a grandes períodos de transgressão e regressão, com deposição de carbonatos de cálcio em ambientes marinhos, sucessivamente retrabalhados, seguindo-se novas deposições.

A litologia se caracteriza por leitos de calcário, ricamente fossilíferos, de coloração amarelada ou acinzentada, alternados com argilas e areias. Às vezes, são calcários duros, de coloração cinza, intercalados com camadas de argila calcífera, em leitos sucessivos. Esta sucessão, forma a base dos sedimentos calcíferos da Formação Pirabas. A parte superior é o calcário duro, compacto, disposto em camadas horizontais, muito fossilífero. A fauna fóssil não teve uma distribuição uniforme, porém, é muito rica em brachiopodos, cefalópodos, e mais comumente, foraminíferos (Foto 12).

Os sedimentos Pirabas repousam sobre sedimentos mais antigos (Cretáceo, Terciário), ou então, diretamente sobre rochas do Pré-Cambriano. Apresentam-se praticamente horizontais, pouco perturbados tectonicamente e em contato geralmente concordante sob os sedimentos continentais do Grupo Bar

reiras.

Mesmo levando em conta os estudos já realizados, ainda existem dúvidas sobre a espessura total desses sedimentos.

4.2.3.2 - Mioceno Superior - Grupo Barreiras (Tsb)

Os sedimentos denominados "Barreiras", têm suscitado inúmeras dúvidas e discussões na literatura geológica, quanto a sua caracterização estratigráfica. Matoso, 1959, no seu trabalho sobre estes sedimentos usou a denominação "Formações Cenozóicas Indiferenciadas". Bigarella e Andrade, 1964 (10), adotaram a designação Grupo Barreiras, criticando ao mesmo tempo, o uso do nome Série ou Formação.

Na região estudada, estes sedimentos cobrem quase 70% da área total, estando sobrepostos às camadas da Formação Pirabas, do Mioceno Inferior, ou sobre terrenos mais antigos. (Foto 13). São responsáveis pelo modelo de grande parte do relevo atual e na zona litorânea aparecem em falésias de até 15 m de altura acima do nível do mar, sendo constantemente atacadas pelo intenso solapamento das águas marinhas.

A litologia é variável, tanto vertical quanto horizontalmente, podendo se apresentar desde argilas muito finas até leitos conglomeráticos, passando por arenitos e mesmo siltitos, em posição horizontal, sendo a estratificação cruzada mais comum nos arenitos.

Suas características demonstram tipos de depósitos continentais tanto fluviais como lacustres.

Com relação à idade, são considerados desde miocê

nicos, pliocênicos ou plio-pleistocênicos, como sugeriu Lamego, 1940. Parece existir uma denotada transição dos sedimentos da Formação Pirabas para as argilas Barreiras, o que indica uma possível sedimentação de Barreiras no Mioceno.

4.2.3.3 - Holoceno (Qh)

Estes sedimentos se distribuem na região, principalmente, na orla litorânea e nos vales dos rios e igarapés. São extensas áreas de sedimentos aluvionares, representados por areias, siltes, argilas e cascalhos. Os extensos areões são também considerados pertencentes ao Holoceno e foram denominados por Ackermann, 1964 (4), como dunas fósseis de origem interglacial, depositados durante as sucessivas transgressões e regressões marinhas do Quaternário. São encontradas principalmente na região de Vigia, Quatro-Bocas, Quatipuru e em muitos outros locais.

5. GEOLOGIA HISTÓRICA

A história geológica da região começa a partir do Eopaleozóico com a deposição de sedimentos, discutidos na estratigrafia regional como pertencentes a essa idade. É quando se inicia o levantamento do Arco Tocantins, resultante do diastrofismo Caledoniano, arco esse de caráter mergulhante para leste. Talvez, também desse diastrofismo comecem a se definir as linhas de fraqueza que deram origem às Fossas de Bragança, Marajó, Badajós e Acará. Molnar, 1966 (25).

A continuada estabilidade paleozóica é quebrada no Mesozóico, com os eventos epirogênicos Juro-Triássicos, criando os falhamentos e a descida, por gravidade, de blocos do embasamento, nos flancos do arco Tocantins. Esse movimento está associado às ocorrências de intrusivas e extrusivas básicas nas bacias do Maranhão e Amazonas e refletidos nos falhamentos dos sedimentos paleozóicos. Molnar, 1966.

Durante o Cretáceo, a sedimentação marinha estendia-se desde a Fossa do Marajó até os limites orientais da bacia sedimentar de S. Luiz. Loczy, 1966 (22).

A Fossa Marajó contém sedimentos dessa idade e do Terciano Inferior, com mais de 4.000 metros de espessura, comprovados através das sondagens realizadas pelo Conselho Nacional de Petróleo em 1954/55, enquanto na Bacia de Bragança esses sedimentos foram comprovados até a profundidade de 2.100 metros através de sondagens estratigráficas realizadas pelo Petróleo Brasileiro S.A. em 1964/66.

No período Terciário, houve a continuação da sedimentação marinha durante o Eoceno, Oligoceno e Mioceno, na re

gião do delta do Amazonas, compreendida pela Fossa Marajó e durante o Mioceno e Plioceno, ao longo da costa Atlântica, na região compreendida pela plataforma do Pará. Schaller, 1971 (37).

Durante o Plioceno Superior, a área sofreu emersão total, espalhando-se de sul para norte, os detritos provenientes de áreas mais elevadas, formando uma cobertura de argilitos, arenitos, siltitos e conglomerados fluviais e sub-aéreos, constituindo a terra firme pleistocênica, e a várzea recente.

6. GEOLOGIA ESTRUTURAL

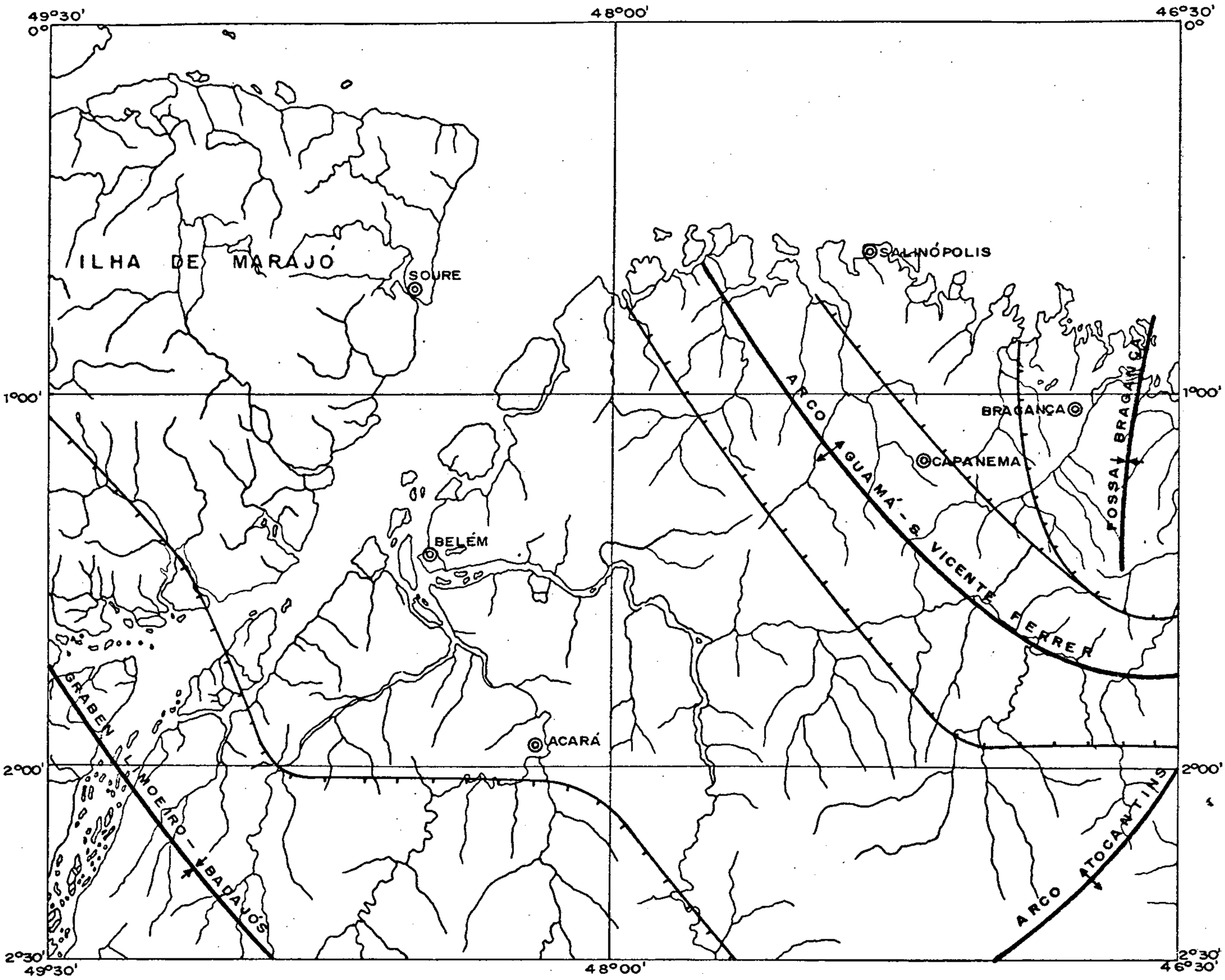
Os lineamentos estruturais, verificados nas rochas do embasamento, são resultantes de enfraquecimentos do Complexo Arqueano, que submetido a tectonismos intensos proterozóicos, falharam-se segundo alinhamentos mais ou menos padronizados. Esses falhamentos são comprovados pelas relações dos padrões direcionais das estruturas observadas em afloramentos de rochas do Pré-Cambriano. Molnar, 1966 (25).

Outros testemunhos dos fraturamentos do embasamento fundamental são as direções dos rios da região SE, que acompanham as linhas principais dos movimentos tectônicos. Ackermann, 1964 (2). Além disso, o contato entre rochas do embasamento é geralmente observado através de falhamentos, onde estas se apresentam milonitizadas e brechadas. Fraturamentos paralelos são visíveis na porção SE da área, principalmente ao longo dos Rios Guamá e Piriá, acompanhando as mesmas direções dos lineamentos das rochas do embasamento e rochas xistosas da Série Gurupi (Algonquiano). Este arranjo estrutural paralelo, de direção geral NW-SE, variando de 10° a 50°NW, pode ser considerado como o principal sistema de falhas existentes na região.

As estruturas regionais de grande amplitude tiveram suas origens nos esforços provocados pelos movimentos formadores do Arco Tocantins, no Paleozóico Inferior, e do Arco Ferrer, no Cretáceo Inferior a Médio. Rezende, 1970 (34) Fig. 7.

O Arco Ferrer, nitidamente delineado pela gravimetria, constitui um elemento tectônico limitante das bacias

FIG. 7



ESCALA : 1 / 2.000

0 20 40 60 80 10

LEGENDA

Falhas Principais

Graben ou Fossa Tectonica

Arco

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
Agência Belém

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS
ESBOÇO TECTÔNICO DA ÁREA

COPILAÇÃO A PARTIR DE:

Integração Geológica Regional da Bacia Sedimentar da Foz do Amazonas - REZENDE FERRADAES, 1971.
Estratigrafia Preliminar da Bacia Sedimentar da Foz do Rio Amazonas - SCHALLER, VASCONCELOS e CASTRO, 1971.
Mapa Tectônico do Brasil - 1971

Dos: Área hotéis dos Santos 20-4-...

Cretáceas desta região, as quais se encadeiam formando um eixo tectônico que se inicia em Grajaú, no Maranhão e se estende na direção noroeste, até chegar ao sudoeste da Ilha de Marajó. Rezende, 1971 (35). Deste modo, presume-se que as Fossas Marajó, Badajós, Acará e Bragança, pertençam ao extenso sistema de fossas tectônicas, decorrente do fraturamento contínuo dos flancos desse arco.

Os reflexos desse afundamento contínuo com reajustamentos das partes marginais fizeram-se sentir através de uma série de deslocamentos e falhamentos que, em parte, são os responsáveis pelo aspecto estrutural da região.

A Bacia de Bragança está delimitada por falhas de direção NW-SE e NNE-SSW, enquanto as Fossas Badajós e Limoeiro, são limitadas por falhas de direção N e NW. Molnar, 1966 (25). Fig. 7.

Parece que os movimentos que provocaram o afundamento das bacias Cretáceas, ao longo da costa Atlântica, têm continuado até datas mais recentes, como pode ser verificado nos calcários Pirabas e algumas partes do Grupo Barreiras. De fato, nas perfurações realizadas na Fossa Marajó e na Bacia de Barreirinha foram encontrados foraminíferos do Mioceno Inferior a algumas centenas de metros de profundidade, entretanto, na região Bragantina, esses mesmos foraminíferos foram encontrados a dezenas de metros acima do nível do mar. Ackermann, 1966 (4).

7. GEOLOGIA ECONÔMICA

7.1 - Considerações

Foram assinaladas e plotadas em mapa inúmeras ocorrências minerais de interesse econômico, tanto na indústria de construção como para outros fins. (Anexo 1).

No que concerne aos materiais de construção, há uma relativa dificuldade na aquisição de brita e cascalho, uma vez que, estes só são encontrados a aproximadamente 170km de Belém, por via rodoviária, o que os tornam excessivamente caros. As pedreiras de brita estão situadas, na maioria, no Município de Bragança, localidades de Tracuateua e Miraselvas. Há uma pedreira localizada na margem do Rio Guamá, no Município de São Miguel do Guamá, da qual a brita pode ser transportada por via fluvial até Belém, o que possibilita um preço mais acessível, entretanto, esta pedreira, atualmente, se encontra com suas operações paralizadas.

O cascalho ocorre em abundância na faixa correspondente à bacia do Rio Caeté, Quatipuru e médio Guamá. Sua produção ainda é muito rudimentar, não suprindo satisfatoriamente o mercado, mas competindo em preço com a brita. O problema do preço é agravado pelo transporte, o qual é feito somente por via rodoviária.

Os depósitos de areia ocorrem principalmente nos pontos mais elevados da região, e de uma maneira geral estão muito espalhados por toda a área, sendo portanto, de fácil obtenção para emprego em construção civil. Muitos deles podem ser usados com grande vantagem na fabricação de vários tipos

de vidros, tratando-se de areias de primeira qualidade, com mais de 90% de SiO_2. Arantes, 1972 (8).

O arenito ferruginoso ou grês do Pará, é encontrado em toda a região, associado a sedimentos do Grupo Barreiras, ocorrendo geralmente em níveis descontínuos, na parte superior dessa unidade estratigráfica. Este arenito é usado com vantagem em alicerces de casas residenciais, fachadas e muros. São de grande valor econômico os depósitos situados próximos aos centros urbanos.

A grande maioria dos depósitos de argila explorados para uso em cerâmica vermelha (tijolos, telhas, manilhas, peças de acabamento, vasos etc.), são aluvionares, de idade Recente e estão localizados sobretudo na costa banhada pelas baías de Marajó e Guajará, mais precisamente nas micro - regiões Guajarina e Baixo Tocantins. Apesar dos processos rudimentares empregados pelas olarias locais, esta indústria tem suprido, há muito tempo, todo o mercado de Belém e as demais micro-regiões. Nas proximidades de Belém, somente a Cerâmica Marajó está bem equipada, em instalações e maquinária, para produção em larga escala. Outra empresa bem montada, localizada na rodovia Pará-Maranhão está iniciando a produção de ladrilhos vermelhos, tijolos e peças de acabamento.

Junto aos mencionados depósitos de argilas aluvionares, foram constatados excelentes depósitos de argila para uso em cerâmica branca e refratários. Essas argilas, por suas características, parecem ter suas origens no retrabalhamento dos sedimentos do Grupo Barreiras.

No Município de Bragança, foram assinalados depósitos de argila caulínica aluvionar Recente, assim como, argila

caulínica residual, de coloração branca. Os testes de laboratório revelaram o uso dessas argilas em cerâmica branca.

Grandes depósitos de argilito para fabricação de agregados leves (argila expandida), foram encontrados na Rodovia Pará-Maranhão, os quais revestem-se de importância para serem explorados em futuro próximo.

Além desses materiais, foram constatadas importantes ocorrências de calcário da Formação Pirabas em diversos locais da região, concheiros naturais na orla marítima, mineralizações de bauxita no alto Rio Guamá e quartzo, feldspato e mica no alto Rio Piriá, localidade conhecida por Cristal.

7.2 - Argilas cerâmicas

7.2.1 - Generalidades

O termo argila pode ser aplicado a qualquer material de granulometria muito fina (abaixo de 4 microns) e de textura terrosa ou argilácea, que em mistura com determinada quantidade de água, é suscetível de ser moldada.

Em termos gerais, é uma rocha constituída essencialmente por silicatos hidratos de alumínio, ferro e magnésio, denominados argilo-minerais. Sua definição, entretanto, envolve uma série de fatores que dependem de aspectos químicos e mineralógicos. Berg, 1970 (9).

Sendo a argila o componente principal dos produtos cerâmicos convencionais, de imediato, se compreende a importância de sua prospecção e pesquisa, se levarmos em consideração o vasto emprego que possui nos diversos campos de aplicação.

No grupo argilas cerâmicas, estão enquadradas argilas para materiais de construção ou cerâmica vermelha (tijolos, telhas, ladrilhos de piso, lajes e material ornamental), argilas para cerâmica branca (material sanitário, louça doméstica, porcelana doméstica, de laboratório e técnica) e argilas para refratários (silico-aluminosos e aluminosos).

Pelas características apresentadas em testes de laboratório, as argilas aluvionares encontradas na região, podem ser classificadas, na sua maioria, como cerâmicas. São de idade Recente.

Assinalou-se uma única ocorrência de argila residual. A mesma apresenta cor branca, brilho sedoso e é originária da decomposição de filito ou sericita-xisto da Série Gurupi (Algonquiano).

7.2.2 - Ocorrências

Verifica-se que cerca de 70% da área do Projeto é coberta por sedimentos areno-argilosos do Terciário (Grupo Barreiras) e do Quaternário Recente.

Os sedimentos do Grupo Barreiras são de deposição continental e se caracterizam sobretudo pelas camadas de argila de cores variadas, destacando-se o vermelho arroxeado e o creme amarelado. Essas argilas mostram-se expostas em camadas de 3 a 4 metros de espessura, intercaladas quase sempre em finas camadas de areia de coloração esbranquiçada. (Fotos 13 e 14).

As camadas de argila são observadas nos cortes de estrada ou nas falésias da faixa costeira de Marapanim, Mara

canã e Salinópolis, assim como nas ilhas Carataueua, Mosqueiro e São José, na costa banhada pela baía do Marajó (Anexo 2).

As argilas recentes formam a aluvião das margens das ilhas da Costa Atlântica e das ilhas banhadas pela baía de Marajó, além das margens dos Rios Guamá, Caeté, Marapanim e Maracanã. Algumas vezes esta aluvião é formada por sedimentos retrabalhados do Grupo Barreiras, quando então se verificam manchas de colorações próprias das argilas dessa unidade Apresentam-se de diversas maneiras: quando fazem parte das ilhas banhadas pelo Rio Amazonas, são de coloração cinza escura a preta, moles e bastante plásticas, com restos de vegetais intercalados em suas camadas; quando fazem parte das ilhas e margens dos rios costeiros, são de coloração cinza escura a acastanhada, moles, com pouca plasticidade e um conteúdo de sais que, praticamente, as inutilizam para emprego em cerâmica. Ainda podem ser encontradas formando a aluvião das ilhas e margens continentais do litoral Marajoara e ao longo dos Rios Guamá e Acará, neste caso, são de coloração cinza clara, passando em profundidade a cinza azulada e esverdeada, são consistentes e muito plásticas, notando-se, algumas vezes, manchas avermelhadas, pequenos nódulos lateríticos e pequenas camadas de areia intercaladas, parecendo tratar-se de uma redeposição, a partir do retrabalhamento das argilas do Grupo Barreiras.

Também está na faixa de idade quaternária, a argila preta encontrada na região ao norte de Tracuateua e Miraselvas, onde se localiza uma extensa área de campos naturais. Trata-se de uma argila de coloração preta, leve, mole, com muita matéria orgânica e pouca plasticidade formando o capea

mento superior, numa camada contínua de 0,5 m de espessura. (Foto 6).

Encontram-se ainda, na região de Tauari e Mirasel vas, no limite com o Município de Capanema, ocorrências de argila de coloração branca, passando a cinza azulada, de brilho sedoso, proveniente da decomposição de filito ou sericita-xisto, da Série Gurupi que ali ocorre. Por suas características, essa argila pode ser classificada como um filito cerâmico, de condições satisfatórias para o uso em cerâmica branca. (Foto 7).

7.2.3 - Trabalhos realizados

Os trabalhos basearam-se na amostragem de todos os depósitos de argila cadastrados na região, procedendo-se a análise das amostras colhidas, a fim de possibilitar o selecionamento e a posterior avaliação, através de uma programação intensificada de sondagens.

Alguns desses depósitos foram abandonados após uma primeira visita, quando foram verificadas as dimensões e as espessuras dos mesmos, porém, em outros, foram efetuadas sondagens e coleta de amostras, que após analisadas, serviram de base para continuação das operações.

Nos trabalhos de pesquisa preliminar para avaliação dos depósitos selecionados, foi seguida uma programação de sondagens num espaçamento de 100m, sendo reduzido para 50m, conforme as condições locais. Concomitantemente, procedeu-se o levantamento topográfico a teodolito, com abertura de picadas, sempre nas direções NS e EW para melhor orientar os tra

balhos e facilitar os cálculos. O ponto inicial do levantamento topográfico, em cada depósito, foi assinalado por marco de concreto, o qual servirá como ponto de referência para o caso de possível conferência ou posteriores detalhamentos.

7.2.4 - Estudos de laboratório

No laboratório de química da CPRM - Agência Belém, foram efetuadas análises termodiferenciais, ensaios com corantes orgânicos, análises químicas e ensaios de queima para agregados leves (Fig. 4).

Aos resultados das análises termodiferenciais foi acrescido o selecionamento preliminar das amostras nos diversos grupos cerâmicos, por comparação de termogramas, baseado no trabalho de Jefferson Vieira e Persio de Souza, "Considerações sobre a aplicação da ATD no estudo de argilas cerâmicas do Brasil". (40). Esse trabalho pode ser apreciado nos quadros de resultados de análises termodiferenciais (Figuras 8 a 12).

Os ensaios para agregados leves, foram executados em forno verticial de combustão a gás e oxigênio, próprio para atingir temperaturas acima de 1.500°C. Nas figuras 22 a 26, referentes aos resultados dos ensaios para agregados leves, observam-se inúmeras amostras com expansão piroplástica entre 1.280°C e 1.400°C, faixa de temperatura que não corresponde ao ideal para uso dessas argilas em agregados leves. Entretanto, através desses ensaios, verifica-se também que muitas dessas amostras apresentaram coloração branca ou amarelada, após a queima a 1.450°C, fato que possibilita seu uso em

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS
RESULTADOS DE ANÁLISES TERMODIFERENCIAIS

FIG. 8

DEPÓSITO	AMOSTRAS ANALISADAS	PROFUNDIDADE (m)	MINERAIS IDENTIFICADOS	APLICAÇÃO PROVÁVEL		
				CERÂMICA VERMELHA	CERÂMICA BRANCA	REFRATÁRIOS
1	1415-DF- 43a	0,50	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-DF- 43b	1,00	Caulinita			▭
	1415-DF- 43c	2,00	Caulinita		▭	
	1415-DF- 43d	3,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita	▭ +		
2	1415-DF- 42a	1,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita		▭	
	1415-DF- 42b	3,00	Caulinita, Montmorilonita	▭		
3	1415-BD- 11a	0,50	Caulinita, Montmorilonita	▭ ++		
	1415-BD- 11b	1,00	Caulinita, Montmorilonita	▭ +		
	1415-BD- 11c	3,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD- 13a	2,00	Caulinita, Ilita (possivelmente)	▭ +		
	1415-BD- 13c	2,90	Caulinita	▭ +		
	1415-BD- 13d	4,00	Caulinita	▭ ++		
	1415-BD- 13e	5,00	Caulinita, Montmorilonita, Ilita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 13f	6,00	Caulinita		▭	
4	1415-AS- 02a	4,00	Caulinita	▭ +		
	1415-AS- 02b	5,70	Caulinita	▭		
	1415-AS- 02c	7,20	Caulinita		▭	
	1415-BD-150a	2,00	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)		▭	
	1415-BD-150b	3,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD-150c	4,00	Caulinita		▭	
	1415-BD-150d	5,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD-150e	6,00	Caulinita		▭	
5	1415-BD- 09a	0,75	Caulinita, Montmorilonita			
	1415-BD- 09b	1,50	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)			
	1415-BD- 10a	2,00	Caulinita			
6	1415-JS- 01a	6,50	Caulinita, Montmorilonita e Ilita	▭		
	1415-JS- 01b	7,50	Caulinita, Montmorilonita	▭		
	1415-JS- 03a	2,50	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente) e/ou Ilita	▭ +		
	1415-JS- 03b	4,50	Caulinita		▭	
	1415-AS- 03a	3,50	Caulinita e Ilita (possivelmente)	▭ +		
	1415-AS- 03b	7,00	Caulinita e Ilita (possivelmente)	▭		
	1415-AS- 03c	8,50	Caulinita e Ilita (possivelmente)	▭ +		
	1415-AS- 04a	2,00	Caulinita e Ilita (possivelmente)		▭	
	1415-AS- 04b	9,50	Caulinita e Ilita (possivelmente)		▭	
	1415-AS- 05a	7,30	Caulinita e Montmorilonita	▭ ++		
	1415-AS- 06a	6,50	Caulinita e Ilita	▭ +		
	1415-AS- 07a	3,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita		▭	
	1415-AS- 07b	4,50	Caulinita e Ilita		▭	
	1415-BD- 01a	1,00	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente) e Ilita	▭ +		
	1415-BD- 01b	2,00	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 01e	6,50	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 01f	7,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD- 01g	8,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita (possivelmente)	▭ +		

\+ Vitrificam a alta temperatura
++ Vitrificam a baixa temperatura

Dos: Hoario Filho 12-4-78

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS
RESULTADOS DE ANÁLISES TERMODIFERENCIAIS

FIG. 9

DEPÓSITO	AMOSTRAS ANALISADAS	PROFUNDIDADE (m)	MINERAIS IDENTIFICADOS	APLICAÇÃO PROVÁVEL: CERÂMICA VERMELHA	CERÂMICA BRANCA	REFRATÁRIOS
6	1415-BD- 02a	1,00	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)	+		
	1415-BD- 02b	2,00	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 02c	3,00	Caulinita, Ilita e Montmorilonita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 03a	2,50	Caulinita, Montmorilonita	+		
	1415-BD- 03b	4,00	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 03c	5,00	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 04a	1,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD- 04b	2,00	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)	+		
	1415-BD- 05b	3,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD- 05c	3,50	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 05d	5,00	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)	▭		
	1415-BD- 05e	6,00	Caulinita		▭	
	1415-BD- 05f	7,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD- 07a	1,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD- 07b	2,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD- 07c	3,00	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)	++		
	1415-BD- 07d	4,00	Caulinita		▭	
	1415-BD- 08a	1,00	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente) e Ilita			
	1415-BD- 08b	2,00	Caulinita	++		
	1415-BD-154a	3,00	Caulinita, Ilita (possivelmente)			
	1415-BD-155a	2,00	Caulinita		▭	
	1415-BD-155b	3,00	Caulinita		▭	
8	1415-BD- 20a	0,30	Caulinita, Montmorilonita e Ilita	++		
9	1415-BD- 19a	0,50	Caulinita, Montmorilonita e Ilita		▭	
	1415-BD- 19b	1,00	Caulinita	+		
15	1415-BD- 22a	0,10	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD- 22b	0,50	Caulinita		▭	
	1415-BD- 22c	1,20	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD- 22d	1,40	Caulinita, Montmorilonita		▭	
17	1415-BD- 26b	1,00	Caulinita	+		
	1415-BD- 26c	2,00	Caulinita, Montmorilonita e Goetita	+		▭
20	1415-BD- 27d	2,00	Caulinita, Montmorilonita, Ilita (possivelmente)	+		
	1415-BD- 27e	6,00	Caulinita		▭	
22	1415-BD- 31a	0,50	Caulinita, Montmorilonita		▭	
25	1415-BD- 32b	1,00	Caulinita, Montmorilonita	+		
	1415-BD- 32c	2,00	Caulinita	+		
27	1415-BD-158a	3,00	Caulinita		▭	
	1415-BD-158b	5,00	Caulinita		▭	
	1415-BD-158c	6,00	Caulinita		▭	
	1415-BD-159a	1,50	Caulinita, Montmorilonita e Ilita		▭	
	1415-BD-159b	6,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita	+		
	1415-BD-160a	1,00	Caulinita e Ilita (possivelmente)		▭	
	1415-BD-160b	1,50	Caulinita, Ilita (possivelmente)		▭	

\+ Vitrificam a alta temperatura
++ Vitrificam a baixa temperatura

Dec: Abeatto/Pais. 17-4-73

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

RESULTADOS DE ANÁLISES TERMODIFERENCIAIS

FIG. 10

DEPÓSITO	AMOSTRAS ANALISADAS	PROFUNDIDADE (m)	MINERAIS IDENTIFICADOS	APLICAÇÃO PROVÁVEL		
				CERÂMICA VERMELHA	CERÂMICA BRANCA	REFRATÁRIOS
27	1415-BD- 160c	4,50	Caulinita, Ilita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 12a	1,20	Montmorilonita e Ilita	▭		
	1415-BD- 12b	3,00	Caulinita, Montmorilonita	▭		
	1415-AS- 12c	6,00	Caulinita, Montmorilonita	▭ +		
	1415-AS- 13a	2,70	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)	▭ +		
	1415-AS- 13b	3,70	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)	▭ +		
	1415-AS- 14a	4,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-AS- 14b	6,00	Caulinita, Montmorilonita e/ou Ilita		▭	
	1415-AS- 14c	7,50	Caulinita, Ilita		▭	
	1415-AS- 15a	4,50	Caulinita, Ilita		▭	
	1415-AS- 15b	8,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
33	1415-BD- 37e	4,00	Caulinita, Montmorilonita, Ilita	▭ ++		
	1415-BD- 39f	7,00	Caulinita, Montmorilonita, Ilita		▭	
	1415-BD- 39g	8,00	Caulinita		▭	
34	1415-BD- 41b	1,00	Caulinita		▭	
35	1415-BD- 40b	1,00	Caulinita		▭	
36	1415-DF- 46a	1,00	Caulinita, Montmorilonita			▭
	1415-DF- 46b	2,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-DF- 46c	3,00	Caulinita, Montmorilonita			▭
37	1415-DF- 44a	1,50	Caulinita	▭ ++		
38	1415-DF- 45a	1,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita	▭ +		
	1415-DF- 45b	2,00	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)	▭ +		
	1415-DF- 45c	3,00	Caulinita, Montmorilonita	▭ +		
	1415-DF- 45d	6,00	Caulinita, Montmorilonita	▭ +		
	1415-DF- 45e	7,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
42	1415-DF- 59a	3,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita (possivelmente)		▭	
	1415-DF- 59b	4,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
43	1415-DF- 50a	3,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita		▭	
	1415-DF- 50b	4,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita		▭	
	1415-DF- 50c	5,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
44	1415-DF- 51a	2,00	Caulinita, Montmorilonita			▭
	1415-DF- 51b	3,00	Caulinita, Montmorilonita	▭		
	1415-DF- 51c	4,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita		▭	
49	1415-DF- 56a	2,00	Caulinita		▭	
140	1415-AS- 16a	6,50	Caulinita e Ilita	▭		
	1415-AS- 16b	7,50	Caulinita, Montmorilonita, Ilita		▭	
	1415-AS- 17a	3,20	Caulinita e Montmorilonita	▭ ++		
	1415-AS- 17b	4,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita	▭ ++		
	1415-AS- 17c	4,70	Caulinita	▭		
	1415-AS- 19a	2,00	Caulinita, Montmorilonita, Ilita		▭	
	1415-AS- 19c	5,50	Caulinita		▭	
	1415-AS- 21a	2,50	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)		▭	
	1415-AS- 21b	5,00	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente) e/ou Ilita	▭ +		

\+ Vitrificam a alta temperatura
++ Vitrificam a baixa temperatura

Dec. Abreu Júnior 12-4-78

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

RESULTADOS DE ANÁLISES TERMODIFERENCIAIS

FIG. 11

DEPÓSITO	AMOSTRAS ANALISADAS	PROFUNDIDADE(m)	MINERAIS IDENTIFICADOS	APLICAÇÃO PROVÁVEL		
				CERÂMICA VERMELHA	CERÂMICA BRANCA	REFRATÁRIOS
140	1415-AS- 22a	5,00	Caulinita, Montmorilonita (possivelmente)	▭ +		
	1415-AS- 23a	3,50	Caulinita		▭	
	1415-AS- 23b	6,00	Caulinita		▭	
	1415-AS- 26a	6,00	Caulinita		▭	
	1415-AS- 26b	7,50	Caulinita		▭	
	1415-AS- 26c	10,30	Caulinita, Montmorilonita e Ilita		▭	
	1415-AS- 28a	4,70	Caulinita, Montmorilonita e Óxidos hidratados		▭	
	1415-AS- 29a	8,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD- 15a	1,00	Caulinita, Goetita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 15b	2,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 15c	3,00	Caulinita, Goetita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 15d	4,00	Caulinita, Ilita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 16a	1,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD- 16b	2,00	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD- 16c	3,00	Caulinita	▭ +		
	1415-BD- 17a	1,00	Caulinita, Ilita	▭		
	1415-BD- 17b	2,00	Caulinita	▭ ++		
	1415-BD- 17c	3,00	Caulinita	▭ ++		
	1415-BD- 17d	4,00	Caulinita, Montmorilonita, Ilita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 17e	5,00	Caulinita	▭ +		
	1415-BD- 17f	6,00	Caulinita	▭ ++		
	1415-BD- 17g	7,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita (possivelmente)	▭		
	1415-BD- 18b	2,00	Caulinita e Ilita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 18c	3,00	Caulinita		▭	
	1415-BD- 18d	4,00	Caulinita		▭	
	1415-BD- 18e	5,00	Caulinita			▭
	1415-BD- 18f	6,00	Caulinita		▭	
	1415-BD- 18g	7,00	Caulinita		▭	
	1415-BD- 18h	8,00	Caulinita	▭ +		
	1415-BD- 181	9,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita (possivelmente)	▭		
141	1415-BD- 23a	0,50	Caulinita, Montmorilonita e Goetita			▭
	1415-BD- 23d	3,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita (possivelmente)		▭	
142	1415-AS- 08a	2,00		▭		
	1415-AS- 08b	7,00	Caulinita e Ilita (possivelmente)	▭ +		
	1415-AS- 09a	3,50	Caulinita e Ilita (possivelmente)		▭	
	1415-AS- 10a	4,20	Caulinita e Ilita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 24a	0,50	Caulinita, Montmorilonita e Goetita			▭
	1415-BD- 24c	2,00	Caulinita	▭ +		
143	1415-BD- 21a	5,50	Caulinita e Ilita (possivelmente)		▭	
	1415-BD- 21b	8,20	Caulinita	▭ +		
	1415-BD- 21c	10,35	Caulinita e Ilita (possivelmente)		▭	
144	1415-BD- 30e	4,00	Caulinita	▭ ++		

\+ Vitrificam a alta temperatura
++ Vitrificam a baixa temperatura

Dec: Abacatéão. 17-4-78

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS
RESULTADOS DE ANÁLISES TERMODIFERENCIAIS

FIG. 12

DEPÓSITO	AMOSTRAS ANALISADAS	PROFUNDIDADE (m)	MINERAIS IDENTIFICADOS	APLICAÇÃO PROVÁVEL		
				CERÂMICA VERMELHA	CERÂMICA BRANCA	REFRATÁRIOS
145	1415-BD- 33c	1,00	Caulinita, Montmorilonita	▭		
	1415-BD- 33d	2,00	Caulinita		▭	
146	1415-BD- 35b	1,00	Caulinita		▭	
148	1415-BD- 37a	0,50	Caulinita, Montmorilonita		▭	
	1415-BD- 37b	1,00	Caulinita Montmorilonita	▭ +		
149	1415-BD- 38b	1,00	Caulinita Montmorilonita		▭	
	1415-BD- 38c	2,00	Caulinita, Montmorilonita	▭ +		
150	1415-DF- 60a	3,00	Caulinita, Montmorilonita e Ilita		▭	
	1415-DF- 60b	4,00	Caulinita	▭ ++		
151	1415-DF- 61a	2,00	Caulinita	▭		
154	1415-DF- 64a	3,00	Caulinita		▭	

\+ Vitrificam a alta temperatura
++ Vitrificam a baixa temperatura

Dac. Abaetéba. 12-4-73

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE QUEIMA

FIG. 13

\+ Fendilhamento
++ Expansão
+++ Pontos escuros

DEPÓSITO	SONDAGEM	PROFUNDIDADE ATINGIDA (m)	AMOSTRAS SELECIONADAS PARA ANALISES	INTERVALO REPRESENTATIVO DA AMOSTRAGEM (m)	ENSAIO DE QUEIMA 110°C R.L. %	110°C CÔR	950°C R.L. %	950°C A.A. %	950°C D.A.	950°C CÔR	1.250°C R.L. %	1.250°C A.A. %	1.250°C D.A.	1.250°C CÔR	1.450°C R.L. %	1.450°C A.A. %	1.450°C D.A.	1.450°C CÔR	PERDA AO FOGO %	REFRATARIEDADE SIMPLES (ABNT-MB-69) PONTO DE FUSÃO DO CONE (°C)	CONE ORTON CORRESPONDENTE	CLASSIFICAÇÃO PRELIMINAR DAS ARGILAS QUANTO AO USO CERÂMICO CERÂMICA VERMELHA	CERÂMICA BRANCA	REFRATÁRIO
03	1415-BD- 11	6,25	1415-BD- 11a	0,00 - 1,00	10,0	Bege	10,8	19,9	1,71	Alaranjado	18,3	0,1	2,42	Vermel.escuro	inchamento	-	inchamento	marrom escuro	8,3	1410	14-15	******		
	1415-BD- 13	6,60	1415-BD- 13a	2,00 - 2,50	6,6	Rosa	6,6	20,7	1,74	Rosa	12,5	8,7	2,21	Rosa	Bolhas 15,0	-	bolhas	marrom escuro	6,0	1600	26-27	******		
			1415-BD- 13e	5,00 - 6,00	10,0	Cinza-escuro	10,8	18,2	1,77	Branco-Rosado	Bolha pq. 17,5	-	2,56	Bege esverdeado	Bolhas 13,3	-	bolhas	esverdeado	8,7	1640	29			
04	1415-BD-150	6,20	1415-BD-150a	1,50 - 2,50	0,8	Rosa-cinza	3,3	24,8	1,66	Rosa-escuro	8,2	14,5	1,97	Bege escuro	9,8	12,4	2,02	marrom alaranj +++	8,8			******		
			1415-BD-150b	2,50 - 3,50	1,6	Cinza-claro	2,5	24,1	1,65	Branco rosado	6,6	19,6	1,76	Amarelo claro	6,6	17,1	1,83	amarelo claro	7,1				******	******
			1415-BD-150c	3,50 - 4,50	1,6	Lilás	3,3	27,6	1,58	Lilás rosado	8,2	16,9	1,76	Bege escuro	9,0	12,7	2,01	+++ amarelo queim.	8,3					******
			1415-BD-150d	4,50 - 5,25	1,6	Bege	3,3	27,3	1,59	Bege rosado	10,7	12,4	2,01	Amarelo queim.	12,3	9,6	2,12	amarelo queim. +++	9,3					******
			1415-BD-150e	5,25 - 6,20	1,6	Bege	3,3	31,3	1,51	Rosa	8,2	13,4	2,02	Marrom claro	9,8	9,9	2,14	marrom alaranj +++	8,6			******		
	1415-AS- 02	10,00	1415-AS- 02a	3,50 - 4,00	0,0	Lilás	4,1	25,9	1,67	Rosa escuro	13,1	9,2	2,27	Marrom rosado	16,4	4,6	2,50	+++ castanho amar.	10,1			******		
			1415-AS- 02b	6,00 - 6,50	1,6	Cinza azulado	4,1	26,1	1,60	Lilás rosado	11,5	11,6	2,11	Bege escuro	13,1	7,5	2,14	amarelo queim. +++	9,5			******		
			1415-AS- 02c	7,50 -10,00	0,8	Cinza	4,9	26,0	1,62	Bege	11,5	7,2	2,26	Bege esverdeado	15,6	3,9	2,37	marrom alaran. +++	11,9				******	******
05	1415-BD- 09	5,70	1415-BD- 09a	0,00 - 0,80	8,3	Bege	8,3	19,3	1,72	Alaranjado	14,2	4,8	2,29	Verm. escuro	inchamento	-	inchamento	marrom escuro	6,1	1330	13- 4	******		
06	1415-BD- 01	8,60	1415-BD- 01a	0,50 - 1,50	6,6	Rosa	6,6	23,5	1,44	Rosa	15,0	11,0	2,07	Bege rosado	16,7	8,8	2,15	alaranjado +++	8,6	1660	30-31		******	******
			1415-BD- 01b	1,50 - 2,50	5,0	Branco	6,6	24,0	1,61	Bco.acinzentado	13,3	13,4	2,05	Creme	16,7	8,6	2,12	amarelo +++	8,1	1700	32		******	******
			1415-BD- 01c	2,50 - 3,50	3,3	Rosa	3,3	18,1	1,80	Rosa claro	3,3	17,5	1,82	Amarelo claro	5,0	16,0	1,84	amarelo queim. +++	3,5	1650	30		******	******
			1415-BD- 01g	7,50 - 8,60	6,3	Rosa	8,3	20,9	1,71	Rosa claro	13,3	4,3	2,33	Amarelo	bolhas 11,7	-	bolha	cinza	6,7	1600	26-27		******	******
	1415-BD- 02	4,00	1415-BD- 02a	0,00 - 1,00	5,0	Bco. Acinzent.	6,6	23,5	1,64	Bco. rosado	13,3	12,0	2,03	Amarelo claro	15,0	8,4	2,15	amarelo queim. +++	8,4	1650	30		******	******
			1415-BD- 02b	1,00 - 2,00	6,6	Bco. Acinzent.	8,3	25,4	1,57	Bco. rosado	18,3	16,1	2,24	Amarelo	20,0	3,9	2,34	amarelo +++	9,5	1730	32-33		******	******
			1415-BD- 02c	2,00 - 3,00	5,0	Branco	5,0	18,2	1,83	Creme claro	8,3	13,5	2,04	Creme	10,0	7,2	2,22	amarelo +++	5,3	1630	28-29		******	******
	1415-BD- 03	5,50	1415-BD- 03b	2,00 - 2,50	8,3	Rosa	11,7	25,6	1,60	Rosa	22,5	3,2	2,40	Bege rosado	25,0	1,4	2,48	amarelo +++	10,7	1705	32-33		******	******
			1415-BD- 03c	4,50 - 5,00	8,3	Rosa	10,0	25,7	1,59	Rosa claro	22,5	3,8	2,40	Amarelo	trincas 25,0	2,0	trincas	amarelo +++	11,2	1705	32-33		******	******
	1415-BD- 04	4,50	1415-BD- 04a	0,00 - 1,00	5,0	Bco.acinzent.	5,0	22,8	1,65	Bco. Acinzentado	10,0	15,6	1,89	Creme	11,7	12,2	1,99	amarelo +++	7,2	1650	30		******	******
			1415-BD- 04b	1,00 - 2,00	3,3	Branco	3,3	17,4	1,82	Bco.Acinzentado	5,0	16,1	1,89	Creme	5,0	4,0	1,90	amarelo +++	4,2	1655	30-31		******	******
	1415-BD- 05	8,00	1415-BD- 05c	3,00 - 3,50	3,3	Branco	5,0	20,1	1,73	Bco. Acinzentado	8,3	15,6	1,89	Creme	8,3	13,5	1,94	amarelo +++	7,3	1690	31-32		******	******
			1415-BD- 05d	4,00 - 5,00	6,6	Bco. Acinzent.	6,6	20,1	1,74	Rosa claro	11,7	10,4	2,05	Creme	11,7	5,8	2,16	amarelo queim.	6,3	1630	28-29		******	******
			1415-BD- 05f	6,00 - 7,00	6,6	Rosa	8,3	24,6	1,62	Rosa	16,6	9,3	2,13	Amarelo	18,3	5,7	2,26	amarelo queim. +++	8,8	1700	32		******	******
	1415-BD- 07	4,00	1415-BD- 07b	1,00 - 2,00	6,6	Branco	6,6	23,7	1,61	Bco.Acinzent.	13,3	12,4	2,00	Creme	13,3	10,2	2,07	amarelo +++	8,1	1705	32-33		******	******
			1415-BD- 07c	2,00 - 3,00	6,6	Branco	6,6	20,3	1,72	Bco.Acinzentado	8,3	18,3	1,80	Creme	8,3	17,2	1,81	amarelo +++	5,2	1685	31-32		******	******

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE QUEIMA

+ Fendilhamento
++ Expansão
+++ Pontos escuros

FIG. 14

DEPÓSITO	SONDAGEM	PROFUNDIDADE ATINGIDA (m)	AMOSTRAS SELECIONADAS PARA ANÁLISES	INTERVALO REPRESENTATIVO DA AMOSTRAGEM (m)	ENSAIO DE QUEIMA 110°C R.L. %	110°C CÔR	950°C R.L. %	950°C A.A. %	950°C D.A.	950°C CÔR	1.250°C R.L. %	1.250°C A.A. %	1.250°C D.A.	1.250°C CÔR	1.450°C R.L. %	1.450°C A.A. %	1.450°C D.A.	1.450°C CÔR	PERDA AO FOGO %	REFRATARIEDADE SIMPLES (ABNT-MB-69) PONTO DE FUSÃO DO CONE (°C)	CONE ORTON CORRESPONDENTE	CLASSIFICAÇÃO PRELIMINAR DAS ARGILAS QUANTO AO USO CERÂMICO CERÂMICA VERMELHA	CERÂMICA BRANCA	REFRATÁRIO
06	1415-BD-08	2,00	1415-BD-08a	0,00 - 1,00	3,3	Bege amarelo	3,3	24,5	1,74	Alaranjado	3,3	18,3	1,86	Vermelho	Furos 1,7	-	Furos	marrom +++	4,5	1540	20-23		******	******
	1415-BD-154	9,50	1415-BD-154a	3,00 - 4,50	0,8	Rosa Acinzent.	3,3	25,6	1,64	Rosa claro	8,2	12,8	2,04	Bege	9,8	11,1	2,10	amarelo queim. +++	9,1			******		
	1415-BD-155	5,10	1415-BD-155a	2,00 - 2,50	0,8	Rosa Acinzent.	3,3	23,6	1,71	Rosa escuro	8,2	13,9	2,02	Bege escuro	9,0	11,9	2,08	marrom alaran. +++	9,0					
			1415-BD-155b	2,50 - 3,00	1,6	Bco. rosado	4,1	23,6	1,68	Branco rosado	11,5	8,3	2,22	Amarelo claro	12,3	5,7	2,29	amarelo queim.	10,0				******	******
	1415-AS-03	9,00	1415-AS-03a	3,50 - 4,00	0,8	Rosa acinzent.	1,6	20,2	1,79	Rosa acinzent.	++	++	++	Bege escuro	++	++	++	amarelo queim. +++	5,7					******
			1415-AS-03b	7,00 - 7,50	1,6	Cinza azulado	3,3	23,9	1,68	Cinza rosado	10,7	11,8	1,96	Bege	10,7	10,0	1,97	amarelo queim. +++	9,4					******
			1415-AS-03c	8,50 - 9,00	0,8	Branco	4,1	27,9	1,57	Branco rosado	11,5	11,4	2,08	Amarelo claro	11,5	11,1	2,08	amarelo claro	9,4				******	******
	1415-AS-04	10,80	1415-AS-04a	2,00 - 4,50	1,6	Bege rosado	3,3	25,7	1,64	Rosa acinzentado	5,8	17,6	1,86	Bege escuro	6,6	17,6	1,84	amarelo queim. +++	8,1			******		
			1415-AS-04b	9,50 -10,00	0,8	Lilás	4,1	27,8	1,60	Lilás rosado	12,3	11,6	2,07	Rosa acinzent.	14,8	5,6	2,36	amarelo queim. +++	10,2					******
	1415-AS-05	8,50	1415-AS-05a	7,50 - 8,50	0,8	Cinza azulado	4,1	27,0	1,59	Cinza rosado	10,7	11,8	2,07	Bege	12,3	9,3	2,17	amarelo queim. +++						
	1415-AS-06	7,10	1415-AS-06a	6,00 - 6,50	0,0	Lilás	2,4	23,4	1,67	Lilás rosado	9,7	9,9	2,23	Bege rosado	12,1	6,5	2,31	amarelo queim. +++	1,4					******
	1415-AS-07	5,50	1415-AS-07a	3,00 - 3,50	0,8	Cinza claro	3,3	23,5	1,68	Bco. Amarelado	9,8	10,4	2,11	Amarelo claro	10,7	8,4	2,20	amarelo claro	9,8				******	******
			1415-AS-07b	4,00 - 4,50	1,6	Branco	4,9	26,8	1,59	Bco. rosado	12,3	10,5	2,11	Amarelo claro	13,1	8,6	2,20	amarelo claro	10,2				******	******
	1415-JS-01	10,00	1415-JS-01a	6,30 - 6,60	1,6	Cinza azulado	4,9	23,5	1,66	Cinza rosado	7,4	15,1	1,93	Bege	8,2	12,7	2,00	amarelo queim. +++	7,8					******
			1415-JS-01b	7,50 - 8,20	1,6	Cinza claro	4,9	26,9	1,59	Bco. Amarelado	12,3	7,9	2,23	Amarelo claro	13,9	7,1	2,26	amarelo claro	9,6				******	******
	1415-JS-02	6,50	1415-JS-02a	5,00 - 5,50	2,5	Lilás	6,4	29,8	1,52	Lilás rosado	13,9	7,0	2,30	Rosa Acinzent.	17,2	6,4	2,34	amarelo queim. +++	10,9			******		
			1415-JS-02b	5,50 - 6,00	2,5	Cinza claro	6,4	23,7	1,65	Bco. amarelado	12,3	9,4	2,15	Amarelo claro	13,9	8,2	2,22	amarelo claro	10,2				******	******
	1415-JS-03	7,50	1415-JS-03a	2,00 - 3,50	1,6	Cinza azulado	5,6	28,6	1,55	Lilás rosado	9,0	15,6	1,93	Rosa acinzent.	11,5	13,8	1,98	marrom amarel. +++	8,8			******		
			1415-JS-03b	4,50 - 5,00	1,6	Cinza claro	3,2	26,2	1,59	Bco. alaranjado	+	+	+	Amarelo	+	+	+	amarelo queim. +++	10,7				******	
	1415-JS-04	9,50	1415-JS-04a	8,00 - 8,70	1,6	Lilás	5,6	30,8	1,49	Lilás rosado	5,7	17,8	1,84	Cinza rosado	11,3	17,1	1,86	amarelo queim. +++	8,5					******
15	1415-BD-22	1,40	1415-BD-22c	0,50 - 1,20	10,8	Bege	12,5	14,6	2,93	Alaranjado	Bolhas peq. 15,8	-	1,96	Marrom averm.	incha-mento	-	incha-mento	marrom claro (marrom)	6,1	1370	13-14	******		
			1415-BD-22d	1,20 - 1,40	7,5	Cinza escuro	8,3	20,1	1,66	Alaranjado claro	13,3	3,3	2,10	Bege escuro	incha-mento	-	incha-mento	marrom	8,0	1340	12-13		******	
27	1415-BD-158	6,50	1415-BD-158a	3,00 - 4,00	0,0	Cinza claro	1,6	22,6	1,66	Bege rosado	6,4	14,5	1,94	Bege amarelado	8,1	13,5	1,98	amarelo queimado	7,6					******
			1415-BD-158b	4,00 - 5,25	0,0	Cinza claro	2,4	29,6	1,51	Bco. Amarelado	+	+	+	Amarelo	+	+	+	amarelo claro	10,9				******	
			1415-BD-158c	5,25 - 6,50	0,0	Rosa arroxeado	2,4	28,8	1,58	Rosa escuro	+	+	+	Marrom	+	+	+	marrom averm. +++	10,1			******		
	1415-BD-159	7,10	1415-BD-159a	1,00 - 2,00	0,0	Rosa acinzent.	0,8	22,4	1,70	Rosa acinzentado	3,2	15,9	1,90	Bege escuro	4,8	13,6	1,94	marrom amarel. +++	6,7			******		
			1415-BD-159b	5,50 - 6,50	0,0	Bco. rosado	3,2	30,6	1,50	Bco. rosado	+	+	+	Amarelo claro	+	+	+	amarelo claro	11,1				******	
	1415-BD-160	7,50	1415-BD-160a	1,00 - 1,50	0,0	Marrom claro	1,6	24,9	1,66	Vermel. claro	6,4	17,5	1,86	Verm.Alaranj.	6,4	15,6	1,89	marrom +++	6,7			******		

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE QUEIMA

+ Fendilhamento
++ Expansão
+++ Pontos escuros

FIG. 15

DEPÓSITO	SONDAGEM	PROFUNDIDADE ATINGIDA (m)	AMOSTRAS SELECIONADAS PARA ANÁLISES	INTERVALO REPRESENTATIVO DA AMOSTRAGEM (m)	ENSAIO DE QUEIMA 110°C R.L. %	110°C CÔR	950°C R.L. %	950°C A.A. %	950°C D.A.	950°C CÔR	1 250°C R.L. %	1 250°C A.A. %	1 250°C D.A.	1 250°C CÔR	1 450°C R.L. %	1 450°C A.A. %	1 450°C D.A.	1 450°C CÔR	PERDA AO FOGO %	REFRATARIEDADE SIMPLES (ABNT-MB-69) PONTO DE FUSÃO DO CONE (°C)	CONE ORTON CORRESPONDENTE	CLASSIFICAÇÃO PRELIMINAR DAS ARGILAS QUANTO AO USO CERÂMICO: CERÂMICA VERMELHA	CERÂMICA BRANCA	REFRATÁRIO
27	1415-BD-160	7,50	1415-BD-160b	4,00 - 5,00	0,0	Rosa acinzent.	2,4	26,6	1,63	Rosa acinzentado	12,9	6,9	2,39	Bege escuro	15,3	0,2	2,53	Verm.escuro	10,6			******		
			1415-BD-160c	6,00 - 7,00	0,0	Rosa escuro	1,6	27,6	1,60	Rosa Escuro	7,3	18,8	2,08	Marrom rosado	12,1	1,8	2,38	Verm.escuro	8,1			******		
	1415-AS- 12	6,50	1415-AS- 12a	1,00 - 2,50	0,0	Vermelho claro	1,6	24,0	1,68	Verm. Claro	4,0	15,8	1,93	Verm.Alaranj.	7,3	10,2	2,07	Marrom Averm.	6,6			******		
			1415-AS- 12b	2,50 - 4,50	0,0	Cinza Claro	1,6	25,5	1,62	Bco.Alaranjado	5,6	15,3	1,92	Amarelo claro	6,4	13,0	2,00	Amarelo claro +++	8,0				******	******
			1415-AS- 12c	5,50 - 6,50	0,0	Bege	1,6	27,9	1,58	Rosa Acinzentado	8,1	13,3	2,04	Bege escuro	12,1	6,4	2,31	Amarelo queim. +++	9,4			******		
	1415-AS- 13	7,50	1415-AS- 13a	1,50 - 3,00	0,0	Bege	0,8	24,0	1,66	Vermelho claro	4,8	15,3	1,94	Bege escuro	8,1	9,0	2,14	Marrom alaranj. ++	7,5			******		
			1415-AS- 13b	3,70 - 5,50	0,0	Cinza claro	0,8	21,4	1,72	Bco. Alaranjado	1,6	15,7	1,90	Amarelo claro	2,4	14,7	1,92	Amarelo claro +++	5,8				******	******
	1415-AS- 14	7,50	1415-AS- 14a	2,70 - 4,70	0,0	Marrom rosado	3,2	25,2	1,73	Rosa Escuro	12,9	9,3	2,40	Marrom rosado	16,1	2,8	2,79	Castanho avermelhado	10,4			******		
			1415-AS- 14b	4,70 - 6,70	0,0	Cinza claro	1,6	26,6	1,57	Branco Rosado	4,8	18,0	1,82	Amarelo claro	4,8	17,8	1,83	Amarelo claro	7,6				******	******
			1415-AS- 14c	7,00 - 7,50	0,0	Lilás	1,4	23,4	1,58	Lilás Rosado	9,7	9,9	1,91	Bege Rosado	12,1	6,5	1,94	Amarelo queim.	8,4					******
	1415-AS- 15	8,50	1415-AS- 15a	4,50 - 6,00	0,0	Bco. rosado	3,2	29,1	1,53	Rosa claro	+	+	+	Bege	16,1	2,1	2,52	Amarelo queim. +++	10,8					******
			1415-AS- 15b	7,00 - 8,50	0,0	Rosa escuro	3,2	25,9	1,70	Rosa escuro	8,9	14,0	2,12	Marrom rosado	10,5	12,4	2,20	Castanho averm.	9,9			******		
138	1415-BD- 19	2,00	1415-BD- 19a	0,50 - 1,00	8,3	Bege escuro	10,8	18,9	1,77	Alaranjado claro	17,0	1,0	2,44	Marrom	Bolhas	-	Bolhas	Marrom	7,7	1450	15-16	******		
	1415-BD- 15	6,00	1415-BD- 15b	2,00 - 3,00	6,6	Bege	6,6	19,1	1,76	Branco rosado	8,3	16,1	1,92	Creme	Furos 9,2	-	Furos	Alaranjado +++	5,2	1670	30-31		******	******
			1415-BD- 15d	4,00 - 5,00	0,0	Marrom	0,0	16,9	1,87	Verm.Alaranjado	0,0	-	1,95	Vermelho	Furos 0,0	-	Furos	Marrom escuro	2,3	1470	15-16	******		
140	1415-BD- 16	4,00	1415-BD- 16b	1,00 - 2,00	10,0	Cinza escuro	11,7	21,6	1,59	Alaranjado claro	Bolhas gd.15,0	-	Bolhas	Verm.escuro	Inchamento	-	Inchamento	Marrom escuro	11,7	1360	13	******		
	1415-BD- 17	8,00	1415-BD- 17a	1,00 - 2,00	2,5	Amarelo	2,5	15,6	1,88	Alaranjado	2,5	15,6	1,92	Verm.Alaranjado	Furos 1,7	-	Furos	Marrom claro +++	3,1	1570	20-23	******		
			1415-BD- 17d	4,00 - 5,00	1,7	Bege	1,7	16,0	1,85	Branco Rosado	1,7	15,2	1,92	Creme	Furos 0,8	-	Furos	Alaranj.claro +++	3,2	1610	27-28		******	******
			1415-BD- 17g	7,00 - 8,00	1,7	Bege	1,7	16,4	1,84	Branco Rosado	1,7	15,5	1,91	Creme	Trincas 1,7	-	Trincas	Alaranj.claro +++	3,0	1610	27-28		******	******
	1415-BD- 18	10,50	1415-BD- 18b	2,00 - 3,00	3,3	Rosa	3,3	18,7	1,84	Avermelhado	5,0	16,1	1,99	Vermelho	Furos 3,0	-	Furos	Marrom escuro	5,2	1470	16-17	******		
			1415-BD- 18e	5,00 - 6,00	2,5	Rosa	2,5	19,1	1,77	Rosa	2,5	17,2	1,89	Rosa	Furos 1,7	-	Furos	Marrom claro +++	3,7	1530	20	******		
			1415-BD- 18g	7,00 - 8,00	1,7	Alaranjado	1,7	18,5	1,80	Alaranjado	Bolhas peq.1,7	-	Bolhas	Vermelho	Furos 0,0	-	Furos	Marrom claro	3,5	1505	18-19	******		
			1415-BD- 18L	9,00 -10,00	2,5	Bege	2,5	17,0	1,82	Creme	3,3	15,7	1,92	Creme	Furos 3,3	-	Furos	Alaranj.claro +++	3,9	1610	27-28		******	******
	1415-AS- 16	10,00	1415-AS- 16a	6,00 - 7,00	0,0	Bege	0,0	21,6	1,71	Vermelho Claro	0,0	16,7	1,74	Bege Rosado	++	++	++	Amarelo queim. +++	2,5					******
			1415-AS- 16b	7,00 - 8,00	0,0	Bco. Rosado	0,0	24,0	1,64	Bco.Rosado	0,8	19,9	1,72	Bco.Amarelado	0,8	18,4	1,73	Amarelo claro	2,8				******	******
	1415-AS- 17	7,00	1415-AS- 17a	2,70 - 3,20	0,0	Rosa Alaranj.	0,0	22,7	1,70	Vermelho claro	0,8	18,4	1,75	Bege Avermel.	0,8	17,6	1,72	Marrom Alaranj.	4,2					******
			1415-AS- 17b	3,20 - 4,20	0,0	Bege	0,8	21,9	1,71	Bege rosado	3,2	16,0	1,91	Bege Rosado	4,8	11,3	1,99	Marrom Alaranj. +++	6,0					******
			1415-AS- 17c	4,20 - 4,70	0,0	Cinza claro	0,8	21,2	1,72	Bege claro	1,6	17,4	1,82	Amarelo	1,6	15,5	1,83	Amarelo queim.	5,4					******

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE QUEIMA

+ Fendilhamento
++ Expansão
+++ Pontos escuros

FIG. 16

DEPÓSITO	SONDAGEM	PROFUNDIDADE ATINGIDA (m)	AMOSTRAS SELECIONADAS PARA ANÁLISES	INTERVALO REPRESENTATIVO DA AMOSTRAGEM (m)	ENSAIO DE QUEIMA 110°C R.L. %	110°C CÔR	950°C R.L. %	950°C A.A. %	950°C D.A.	950°C CÔR	1.250°C R.L. %	1.250°C A.A. %	1.250°C D.A.	1.250°C CÔR	1.450°C R.L. %	1.450°C A.A. %	1.450°C D.A.	1.450°C CÔR	PERDA AO FOGO %	REFRATARIEDADE SIMPLES (ABNT-MB-69) PONTO DE FUSÃO DO CONE (°C)	CONE ORTON CORRESPONDENTE	CLASSIFICAÇÃO PRELIMINAR DAS ARGILAS QUANTO AO USO CERÂMICO CERÂMICA VERMELHA	CERÂMICA BRANCA	REFRATÁRIO
140	1415-AS- 19	9,00	1415-AS- 19a	1,00 - 3,50	0,0	Branco	0,0	19,8	1,76	Bco. Rosado	0,0	18,1	1,81	Bco.Amarelado	0,8	16,0	1,84	Bco.Amarelado	4,4				******	******
			1415-AS- 19c	5,50 - 7,00	0,0	Bege	0,0	17,7	1,83	Bege claro	++	++	++	Bco.Amarelado	++	++	++	Bco.Amarelado	2,7				******	******
	1415-AS- 21	7,50	1415-AS- 21a	2,50 - 3,50	0,0	Bege claro	0,0	18,5	1,81	Branco Rosado	0,0	15,8	1,88	Bege claro	++	++	++	Amarelo claro	2,4				******	******
			1415-AS- 21b	4,80 - 6,50	0,0	Bege claro	0,0	19,5	1,78	Rosa claro	0,0	17,2	1,83	Bege claro	++	++	++	Amarelo claro	3,1				******	******
	1415-AS- 22	7,00	1415-AS- 22a	4,50 - 6,00	0,0	Cinza claro	0,0	18,8	1,79	Bco. Amarelado	0,0	17,5	1,82	Bco.Amarelado	+	+	++	Branco amarelado	3,5				******	******
	1415-AS- 23	8,50	1415-AS- 23a	2,00 - 4,50	0,0	Bege claro	0,0	19,4	1,78	Rosa claro	0,0	18,0	1,82	Bco.Alaranjado	+	+	++	Amarelo claro	4,1				******	******
			1415-AS- 23b	6,00 - 7,00	0,0	Branco rosado	0,0	18,4	1,80	Branco rosado	0,0	17,7	1,82	Bco.Amarelado	0,0	15,3	1,85	Bco.Amarelado	3,3				******	******
	1415-AS- 26	10,30	1415-AS- 26a	5,50 - 6,50	0,0	Bege rosado	0,0	22,6	1,73	Rosa acinzentado	0,0	19,4	1,78	Bege rosado	++	++	++	Marrom alaranj. +++	3,9					******
			1415-AS- 26b	7,50 - 8,50	0,0	Bege	0,0	20,1	1,76	Rosa claro	0,0	19,2	1,73	Bco.Amarelado	++	++	++	Bco.Amarelado	3,0				******	******
			1415-AS- 26c	9,00 -10,30	0,0	Bege claro	0,0	18,6	1,80	Bco.Alaranjado	0,0	17,8	1,81	Bco.Amarelado	0,0	15,5	1,86	Bco.Amarelado	2,8				******	******
	1415-AS- 28	6,00	1415-AS- 28a	4,50 - 5,00	0,0	Rosa acinzenta	0,0	20,3	1,76	Cinza rosado	1,6	16,6	1,88	Bege	1,6	14,8	1,87	Marrom amarelado +++	4,9					******
	1415-AS- 29	9,00	1415-AS- 29a	7,00 - 8,00	0,0	Rosa escuro	0,0	20,1	1,77	Rosa escuro	0,0	17,9	1,82	Rosa Acinzent.	++	++	++	Amarelo queim.	3,3					******
141	1415-BD- 23	3,00	1415-BD- 23d	2,00 - 3,00	6,6	Rosa	7,5	18,1	1,81	Rosa	10,0	14,7	1,97	Vermelho	Furos 10,0	-	Furos	Marrom +++	5,3	1490	18	******		
142	1415-AS- 08	7,50	1415-AS- 08a	2,00 - 3,00	-	Bege rosado	0,8	20,2	1,78	Vermelho claro	5,3	19,9	1,79	Verm.claro	7,3	13,5	1,92	Marrom alaranj. +++	6,2			******		
			1415-AS- 08b	7,00 - 7,50	0,0	Cinza claro	0,0	18,1	1,85	Bco.Amarelado	0,0	17,4	1,82	Amarelo claro	0,8	16,4	1,83	Amarelo claro +++	3,3				******	******
	1415-AS- 09	7,00	1415-AS- 09a	3,50 - 4,50	0,0	Rosa arroxeado	1,6	20,6	1,81	Rosa escuro	4,8	13,9	2,05	Marrom rosado	10,5	1,4	2,41	Cast.Avermelh.	6,8			******		
	1415-AS- 10	6,00	1415-AS- 10a	2,50 - 4,00	0,0	Bege	0,0	18,6	1,83	Bege rosado	1,6	16,2	1,88	Bege escuro	4,0	11,7	1,97	Marrom Averm.	5,5					******
	1415-AS- 11	5,50	1415-AS- 11a	3,70 - 4,70	0,0	Marrom	0,8	23,4	1,79	Vermelho	2,4	19,2	1,95	Verm. escuro	3,2	15,4	1,95	Cast.Avermel.	6,0			******		
143	1415-BD- 21	10,30	1415-BD- 21a	5,00 - 5,50	3,3	Rosa	3,3	20,4	1,75	Rosa	5,0	16,3	1,88	Amarelo	Furos 5,0	-	Furos	Marrom claro +++	5,9	1610	27-28			******
			1415-BD- 21c	10,00 -10,35	4,2	Amarelo	4,2	20,8	1,75	Alaranjado	8,3	14,5	2,02	Amarelo queim.	Furos 8,3	-	Furos	Marrom claro +++	6,1	1505	18-19	******		

cerâmica branca ou refratários.

Através do laboratório da CPRM - Rio de Janeiro, foram recebidos, do Instituto Nacional de Tecnologia - INT, 104, resultados de amostras de argila nos quais foram realizados ensaios de queima para selecionamento e classificação em grupos cerâmicos. Esses resultados destacam as amostras dos depósitos 06, 27 e 140 como favoráveis ao uso em cerâmica branca e refratários, podendo ser apreciados nos quadros dos resultados dos ensaios de queima (Fig. 13 a 16).

7.2.5 - Depósitos avaliados

7.2.5.1 - Depósito 4

Localiza-se no Município de Colares, furo Guajará-Mirim, no local denominado Porto do Bacuri, em terreno de propriedade de Alfredo Ribeiro (Anexo 6).

Neste depósito, foram executadas 4 sondagens com espaçamento de 50m entre os furos, totalizando 25,0m de perfuração, abertura de 300m de picada, para levantamento topográfico a teodolito (Anexos 7 e 8).

Resultou dos trabalhos a constatação de uma camada de 5,2m em média, de argila varicolorida, com predomínio do vermelho, do acastanhado e do creme amarelado no topo, passando a cinza escuro e preto na base, contendo ainda nódulos de pirita na camada preta. O capeamento de areia branca foi medido em 3,5m em média, sendo a relação de espessura entre o capeamento e a camada útil 1:1,5. O cálculo do volume indicado, revelou 30.150m^3 de argila, o que representa 75.375 tone

ladas, considerando a densidade 2,5 (Fig. 17).

Pelos resultados das análises, esta argila pode ser empregada na fabricação de cerâmica vermelha, cerâmica branca e refratários.

7.2.5.2 - Depósito 6

Localiza-se no Município de Santo Antônio do Tauá, a 3km da Cidade do mesmo nome, à margem direita do Rio Tauá, na fazenda de Minervino Oliveira (Anexo 9).

Foram executadas 18 sondagens a trado motorizado e sonda rotativa de pequeno porte, obedecendo um espaçamento de 50m, totalizando 128,6m de perfuração, e abertura de 1.133 metros de picada para levantamento topográfico a teodolito. (Anexos 10 a 16).

Os trabalhos de sondagem revelaram um volume indicado de 96.670m^3 de argila, que totalizou 241.677 toneladas considerando a densidade 2,5. A espessura média da camada útil é de 2,3m, enquanto a camada média de esteril está em torno de 3,6m, sendo a relação de espessura entre o capeamento e a camada útil aproximadamente 1:0,6. (Fig. 18).

Pelos resultados dos ensaios de queima, sabe-se que essa argila pode ser satisfatoriamente usada em cerâmica branca de baixa e alta temperatura e refratários.

7.2.5.3 - Depósito 27

Localiza-se no Município de Igarapé-Miri, à margem direita do Rio Itanimbuca, local denominado Pau da Andorinha,

terreno de Julião Oliveira (Anexo 17).

Neste depósito, foram executadas 8 sondagens, com espaçamento de 100 m entre si, totalizando 53,8 m de perfuração e abertura de 700 m de picada para levantamento topográfico (Anexos 18 a 20).

Com os trabalhos de sondagem foi verificada uma camada de argila de 6,5 m de espessura, de coloração cinza azulada no topo, passando a cinza acastanhada na base. O capeamento é incipiente.

O cálculo de reserva indicou um volume de 479.510m^3, ou seja 1.198.775 toneladas considerando a densidade 2,5. (Fig. 19).

Esse material, segundo os testes de laboratório, pode ser utilizado na fabricação de cerâmica vermelha (se misturado com material de maior teor de ferro), cerâmica branca de baixa temperatura e refratários.

7.2.5.4 - Depósito 140

Localiza-se no Município de Vigia, na Rodovia PA-22, junto ao Igarapé Açaí, a 2 km da confluência das rodovias PA-16 e PA-22 (Anexo 21).

Neste depósito, foram realizadas 19 sondagens a trado motorizado, obedecendo um espaçamento de 100 m, perfazendo 141,5 m lineares de perfuração, com abertura de 1.442 m de picada para levantamento topográfico (Anexos 22 a 28).

O resultado dos trabalhos foi a verificação de uma camada média de argila creme de 5,1 m de espessura e um capeamento constituído de silte argiloso de 2,1 m em média, sendo a relação entre o capeamento e a camada útil 1:2,6.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
Agência Belém
PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

CÁLCULO DE RESERVA — DEPÓSITO Nº 04

SONDAGEM	CAMADA UTIL	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m^2)		VOLUME (m^3)		RESERVA (t)		RESERVA TOTAL	CAPEAMENTO
Nº	(m)	MEDIDA	INDICADA	MEDIDO	INDICADO	MEDIDA	INDICADA	(t)	(m)
BD- 150	4,5	3.100		13.950		34.875		34.875	1,5
BD- 151									3,0
AS- 01									5,6
AS- 02	6,0	2.700		16.200		40.500		40.500	4,0
	med. 5,2								med. 3,5
TOTAL		5.800		30.150		75.375		75.375	

OBSERVAÇÕES: Densidade da argila 2,5

FIG. 17

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
Agência Belém
PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

CÁLCULO DE RESERVA									DEPÓSITO Nº 06
SONDAGEM	CAMADA UTIL	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m^2)		VOLUME (m^3)		RESERVA (t)		RESERVA TOTAL	CAPEAMENTO
Nº	(m)	MEDIDA	INDICADA	MEDIDO	INDICADO	MEDIDA	INDICADA	(t)	(m)
BD- 01	6,2		2.500		15.500		38.750	38.750	0,5
BD- 02	2,0		1.350		2.700		6.750	6.750	1,0
BD- 03	3,3		2.150		7.095		17.738	17.738	2,0
BD- 04	2,5		2.250		5.625		14.063	14.063	0,0
BD- 05	3,5		2.500		8.750		21.875	21.875	4,1
BD-153	2,0	1.250	1.250	2.500	2.500	6.250	6.250	12.500	4,0
BD-154	3,0		2.500		7.500		18.750	18.750	1,0
BD-155	3,0	1.250	1.250	3.750	3.750	9.375	9.375	18.750	0,0
BD-152	2,0								4,0
AS- 03	2,0		2.500		5.000		12.500	12.500	7,0
AS- 04	0,5		2.500		1.250		3.125	3.125	10,3
AS- 05	1,5		2.500		3.750		9.375	9.375	7,0
AS- 06	0,5		2.500		1.250		3.125	3.125	6,5
AS- 07	1,0	1.250	1.250	1.250	1.250	3.125	3.125	6.250	4,0
JS- 01	1,5	1.250	1.250	1.875	1.875	4.688	4.688	9.376	6,0
JS- 02	1,8	1.250	1.250	2.250	2.250	5.625	5.625	11.250	4,2
JS- 03	3,0	1.250	1.250	3.750	3.750	9.375	9.375	18.750	2,0
JS- 04	3,0	1.250	1.250	3.750	3.750	9.375	9.375	18.750	2,0
	med. 2,3								med. 3,6
TOTAL		8.750	32.000	19.125	77.545	47.813	193.864	241.677	

OBSERVAÇÕES: Densidade da argila 2,5

FIG. 18

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
Agência Belém
PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

CÁLCULO DE RESERVA								DEPÓSITO Nº 27	
SONDAGEM	CAMADA UTIL	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m^2)		VOLUME (m^3)		RESERVA (t)		RESERVA TOTAL	CAPEAMENTO
Nº	(m)	MEDIDA	INDICADA	MEDIDO	INDICADO	MEDIDA	INDICADA	(t)	(m)
BD- 27	2,7		3.800		10.260		25.650	25.650	0,0
BD-158	6,5		10.000		65.000		162.500	162.500	0,0
BD-159	7,0		10.000		70.000		175.000	175.000	0,0
BD-160	7,0		8.250		57.750		144.375	144.375	0,0
AS- 15	8,0		10.000		80.000		200.000	200.000	0,5
AS- 14	7,5		10.000		75.000		187.500	187.500	0,0
AS- 13	7,0		9.000		63.000		157.500	157.500	0,5
AS-12	6,5		9.000		58.500		146.250	146.250	0,0
	med. 6,5								med. 0,1
TOTAL			70.050		479.510		1.198.775	1.198.775	

OBSERVAÇÕES: Densidade da argila 2,5

Fig. 19

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
Agência Belém
PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

CÁLCULO DE RESERVA								DEPÓSITO Nº 140	
SONDAGEM	CAMADA UTIL	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m^2)		VOLUME (m^3)		RESERVA (t)		RESERVA TOTAL	CAPEAMENTO
Nº	(m)	MEDIDA	INDICADA	MEDIDO	INDICADO	MEDIDA	INDICADA	(t)	(m)
AS- 19	7,0	8.400		58.800		147.000		147.000	0,5
AS- 20	2,7	10.000		27.000		67.500		67.500	0,5
AS- 21	7,0	10.000		70.000		175.000		175.000	0,0
AS- 22	5,0	10.000		50.000		125.000		125.000	1,5
AS- 23	6,0	10.000		60.000		150.000		150.000	2,0
AS- 24	2,0	7.800		15.600		39.000		39.000	4,0
AS- 25	0,5	7.200		3.600		9.000		9.000	7,5
AS- 26	4,8	10.000		48.000		120.000		120.000	5,5
AS- 27									6,0
AS- 28	4,8	10.000		48.000		120.000		120.000	1,2
AS- 29	7,8	10.000		78.000		195.000		195.000	1,2
AS- 18	7,1	6.400		45.440		113.600		113.600	0,0
AS- 16	4,7	9.000		42.300		105.750		105.750	2,8
AS- 17	2,3	5.328		12.254		30.635		30.635	2,7
BD- 14									1,2
BD- 15	3,5		5.800		20.300		50.750	50.750	1,5
BD- 16	4,0		8.000		32.000		80.000	80.000	0,0
BD- 17	7,0		7.000		49.000		122.500	122.500	1,0
BD- 18	9,0		9.400		84.600		211.500	211.500	1,0
	med. 5,1								med. 2,1
TOTAL		114.128	30.200	558.994	185.900	1.397.485	464.750	1.862.235	

OBSERVAÇÕES: Densidade da argila 2,5

FIG. 20

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
Agência Belém
PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

CÁLCULO DE RESERVA								DEPÓSITO Nº 142	
SONDAGEM	CAMADA UTIL	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m^2)		VOLUME (m^3)		RESERVA (t)		RESERVA TOTAL	CAPEAMENTO
Nº	(m)	MEDIDA	INDICADA	MEDIDO	INDICADO	MEDIDA	INDICADA	(t)	(m)
AS- 08	6,5		5.410		35.165		87.913	87.913	
AS- 09	7,0		5.800		40.600		101.500	101.500	
AS-10	6,0		5.000		30.000		75.000	75.000	
AS- 11	5,0		5.060		25.300		63.250	63.250	
BD-156	3,2		6.400		20.480		51.200	51.200	
BD-157	2,4		6.500		15.600		39.000	39.000	
	med. 5,0								
TOTAL			34.170		167.145		417.863	417.863	

OBSERVAÇÕES: **Densidade da argila 2,5**

FIG. 21

O volume calculado foi de 744.894m^3, num total de 1.862.235 toneladas, considerando a densidade 2,5 (Fig. 20).

Este material, de acordo com os testes de laboratório, pode ser utilizado para a fabricação de cerâmica vermelha, cerâmica branca e refratários.

7.2.5.5 - Depósito 142

Localiza-se no Município de Belém, na Ilha Sacinema, local do barreiro da Cerâmica Marajó. (Anexo 29).

Foram efetuadas 6 sondagens, espaçadas entre si de 80m aproximadamente, distância essa condicionada às irregularidades do terreno. As sondagens totalizaram 38,3m de perfuração, sendo abertos 838m de picada para levantamento topográfico. (Anexos 30 a 33).

Dos trabalhos de sondagem, resultou uma camada média de argila de 5,0m, sem capeamento.

O cálculo de reserva indicou 167.143m^3 de material, ou 417.863 toneladas considerando-se a densidade 2,5. (Fig. 21).

Pelos resultados dos ensaios de laboratório, esse material pode ser usado na fabricação de cerâmica vermelha e cerâmica branca.

7.2.5.6 - Depósitos 28 e 47

Localizam-se no Município de Bragança, respectivamente, na várzea do Rio Quatipuru, arredores de Miraselvas e a 9km, a norte de Tracuateua, pela estrada Tracuateua-Vila San

ta Maria.

Observa-se, em ambos os depósitos, uma camada de 0,5 m de espessura de argila preta, mole, com muita matéria orgânica. Esta camada forma o capeamento superficial dos campos naturais existentes naquelas regiões. (Anexo 34, fotos 6, 15 e 16).

No mapa topográfico executado pela F.A.O. para a antiga SPVEA, referente à região entre os Rios Caeté e Maracassumé, na escala 1:200.000, foram delimitadas quatro áreas de campos naturais ao norte de Tracuateua e Miraselvas, medindo todas 46.400.000 m^2. Estas áreas poderão conter uma reserva apreciável de argila.

Em testes de laboratório, esse material apresentou cor branca, após a queima, a 900°C, tornando-se extremamente leve e pulverulento. Os resultados das análises termodiferenciais não foram satisfatórios, porém, a análise mineralógica por difração de raios-x, revelou mineral do grupo caulinita e quartzo, com a seguinte observação:

1 - Os picos de reflexões dos raios-x pelo mineral do grupo da caulinita estão mal definidos no difratograma, indicando que este mineral se encontra na amostra, em baixo grau de cristalinidade e/ou baixa concentração.

2 - O quartzo ocorre em baixa concentração na amostra.

3 - Parte da amostra é constituída por matéria orgânica.

4 - Outros constituintes, se presentes, estão na

forma amorfa, não podendo ser detectados pelo método de difração de raios-x.

Suas características sugerem o uso em cerâmica branca, havendo necessidade de outros ensaios mais específicos.

7.2.5.7 - Depósito 170

Está localizado no Município de Capanema, na estrada Miraselvas-Tauari, Vila S. Domingos, 1km da margem desta.

Trata-se de uma argila caulínica de coloração branca e cinza azulada, brilho sedoso, macio ao tato. É possivelmente uma argila residual proveniente da decomposição da sericita-xisto ou filito da Série Gurupi. Aparece formando extensa camada de aproximadamente 30m de espessura, com direção geral NW-SE, praticamente verticalizada. Está coberta por um incipiente capeamento de 0,6 m de solo areno-argiloso.

Algumas vezes, nas bordas dessa camada são observados pequenos cristais de quartzo e pedaços de filito lateritizado de coloração avermelhada.

A análise química de uma amostra dessa rocha revelou:

SiO_2	60,0 %
Fe_2O_3	0,13%
Al_2O_3	22,0 %
MgO	2,0 %

A análise mineralógica, por difração de raios-x, identificou mineral do grupo da caulinita, muscovita e quartzo.

Esse material está sendo lavrado atualmente por Azulejos do Pará S.A. - AZPA. (Foto 7).

7.3 - Argilas para agregados leves

7.3.1 - Histórico

É bastante comum, toda vez que há necessidade de comprovar novos processos e novas técnicas para emprego em engenharia, procurar suas origens. No caso dos agregados leves, verifica-se, com surpresa, que os romanos já conheciam o concreto leve e estavam perfeitamente familiarizados com as vantagens que seu uso podia lhes porporcionar.

Quem passeia hoje pela Via Appia, pode ver construções nas quais foi usado concreto de agregado pozolânico natural. O Pantheon, edificado no centro de Roma, possui uma arrojada cúpula de 43 metros de diâmetro, executada com concreto de pomes, leve e termicamente isolante. Ao se admirar esse monumento, ainda perfeito em sua integridade estrutural, percebe-se que mui frequentemente, intuição e espírito prático sabem aproveitar as propriedades dos materiais que a própria natureza oferece, muito antes que a tecnologia consiga fazê-lo em termos racionais e objetivos.

Enquanto os pomes e a escória vulcânica continuaram nos séculos posteriores a ser usados em vários países da Europa, outro povo, em outro continente, os aztecas, também souberam tirar partido das propriedades de certas rochas vulcânicas para construir monumentos arquitetônicos, pirâmides e edifícios que ainda desafiam o tempo, a testemunharem

do gênio e da habilidade desses antigos habitantes da América.

Devemos, entretanto, chegar até a segunda metade do século XVIII, para termos notícias de outros agregados leves. São desta feita resíduos industriais (escórias de alto-fornos e fornalhas), que após sofrerem adequado tratamento, passam a apresentar propriedades semelhantes às dos agregados vulcânicos já mencionados. Abre-se assim um novo campo de pesquisas tecnológicas e em 1919, coube ao americano Stephen J. Hayde registrar o invento de um agregado artificial, concebido exclusivamente em função de determinada finalidade de uso, e, não para atender à necessidade da utilização de resíduos industriais. Nasce, assim, a argila expandida. No mesmo ano, em Kansas City, uma grande usina começa a operar em escala industrial para produzir o novo material.

Desde então, as propriedades extraordinárias e a grande versatilidade de uso deste agregado provocaram uma rápida e acentuada expansão de demanda, e, hoje, temos grande número de usinas em operação em todo o mundo, a maioria delas localizadas nos Estados Unidos.

7.3.2 - Ocorrências

A sudeste da área do Projeto, na Rodovia Pará-Maranhão (BR-316), foram constatadas 4 grandes manchas de um argilito, considerado como pertencente ao Eopaleozóico?, juntamente com grauvacas, também aflorantes naquela região. Trata-se de um argilito de coloração cinza esverdeada, duro, mostrando fraturamento conchoidal, e algumas vezes incipiente estratifi

cação. Estende-se, desde as proximidades da Vila do km 74, ou mais precisamente no km 75, até o km 115, próximo ao Rio Gurupi, fazendo parte das baixadas dos rios Piriá e Gurupi, estando subordinado, portanto, às baixas altitudes do terreno.

Entre os rios Pedral e Piriá, a ocorrência de argilito estende-se por 10,2km ao longo da rodovia, não sendo observada, somente, no km 85 devido ao aparecimento de filito da Série Gurupi. Esta ocorrência corresponde aos depósitos 151 e 152 (Anexo 2).

Entre os rios Piriá e Macaco, outra mancha de 4,7km de extensão ao longo da rodovia, corresponde ao depósito 153.

Após o povoado de Cachoeira, indo na direção do Rio Gurupi, entre o km 100 e o km 115 da mesma rodovia, ocorre o argilito tendo sido cadastrado como depósito 154.

7.3.3 - Trabalhos realizados

Para a delimitação aproximada e amostragem dos depósitos, foram realizadas, inicialmente, sondagens a trado motorizado ao longo do trecho compreendido entre os km 75 e 115 da rodovia, em intervalos de 3km entre si, a partir do Rio Piriá, para ambos os lados (Anexo 35). Em seguida, foram realizadas quatro transversais de direção NS, nos intervalos de 6km, para ambos os lados da rodovia, tomando para ponto de amarração a ponte sobre o Rio Piriá. Essas transversais, alcançando uma distância de 500m cada, tiveram o objetivo de verificar a extensão do argilito em ambas as margens da rodovia, sendo executadas sondagens nas distâncias de 250 e 500m (Ane

xos 36 a 39).

Dos trabalhos realizados, resultaram 24 sondagens e coleta de 36 amostras de testemunho e 11 de superfície, para testes de laboratório.

Foram programados ainda trabalhos de sondagem com levantamento topográfico a teodolito em uma área de 10.000ha, selecionada de acordo com a qualidade da rocha, condições geológicas e posição geográfica favorável. Esta área fica localizada na porção mais a oeste da região, consequentemente mais próximo dos centros urbanos.

O objetivo desse trabalho foi o de cobrir a referida área com poços de mão, espaçados, entre si, de 2,5km, como fase de reconhecimento, a fim de verificar o melhor material, e em seguida fechar a malha em torno do mesmo para cubar a reserva mínima necessária à implantação de uma indústria de agregados leves.

Os trabalhos iniciais de levantamento topográfico, compreenderam a execução de 4,5km de picada, com levantamento a teodolito, tomando para marco inicial, a ponte sobre o Rio Piriá, na interseção com a Rodovia BR-316.

Durante os trabalhos iniciais na Rodovia BR -316, foi realizado o perfil geológico do trecho Rio Piritoró- Rio Gurupi, com o auxílio de bússola, odômetro e altímetro. (Anexo 40).

7.3.4 - Estudos de laboratório

Nos laboratórios de petrografia da CPRM - Agência Belém e Rio de Janeiro, foram efetuadas análises de algumas

amostras, revelando uma rocha composta de leitos de material argiloso, como sericita, clorita, caulinita e biotita, impregnados de óxido de ferro e leitos mais claros, constituídos predominantemente de quartzo e feldspato, semi-angulosos, apresentando ainda grãos esparsos um pouco maiores destes mesmos minerais. O óxido de ferro, além de impregnar as frações argilosas micáceas, se concentra em manchas arredondadas. Foram observados alguns grãos de epidoto.

No laboratório de química da CPRM - Agência Belém, foram efetuados os primeiros ensaios no argilito, daí constatando-se a sua expansão piroplástica, através dos ensaios de queima.

As amostras, pesando em torno de 1kg, foram preliminarmente secas no ar, sendo posteriormente desagregadas, pulverizadas, quarteadas e peneiradas em peneiras Tyler de 80 mesh.

A preparação de cada pelota para teste obedeceu ao seguinte esquema:

Amostra com água: 10 g de amostra pulverizada e 3 a 5 ml de água, em seguida, homogeneizada, para tornar-se uma massa moldável à mão em corpos de prova arredondados de 1,0 a 1,5 cm de diâmetro. Feitos os corpos de prova, estes eram secos ao ar, durante 48 horas.

Amostra com óleo: 10 g da amostra pulverizada, 3 a 5 ml de água e 0,2 ml de óleo, seguindo-se o procedimento acima referido.

Os ensaios de queima foram realizados em forno de combustão a gás e oxigênio, num ciclo de 2 horas aproximada

mente, levando 60 a 90 minutos para atingir 1.100°C e permanecendo 30 minutos nesta temperatura (Fotos 17 e 18).

Os ensaios para agregados leves apresentaram excelentes resultados. À temperatura de 1.100°C, as amostras tornaram-se extremamente expansivas, resistentes e com densidade em torno de 0,6 (Fig. 22 a 26; Fotos 19, 20 e 21).

Foram efetuadas análises químicas em algumas amostras de argilito, que, de uma maneira geral, apresentaram bons resultados, se comparados com o material usado em agregados leves pela Construção Industrializada Nacional S.A. - CINASA, em Jundiaí, São Paulo.

Para esta empresa, foram enviadas 9 amostras para testes de agregados leves, obtendo-se igualmente resultados excelentes da expansão piroplástica.

A seguir, são apresentados os resultados da análise química de duas amostras de argilito da Rodovia BR-316 e uma amostra da CINASA para comparação. A amostra da CINASA é usada na fabricação de agregados leves e a análise foi realizada no Instituto Nacional de Tecnologia.

An. quantitativa	BD-145	BD-146	CINASA (am.padrão)
P.F. (900°C)	6,99%	6,27%	6,64%
SiO_2	52,12%	59,60%	55,20%
Fe_2O_3	10,10%	7,31%	8,37%
Al_2O_3	21,02%	13,37%	20,80%
TiO_2	0,35%	0,50%	0,94%
CaO	1,70%	2,10%	traços
MgO	1,41%	1,81%	3,30%

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
AGÊNCIA BELÉM
PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

QUADRO DE RESULTADOS DOS ENSAIOS PARA AGREGADOS LEVES

FIG. 22

DEPÓSITO	AMOSTRA SELECIONADA PARA ENSAIO	INTERVALO REPRESENTATIVO DA AMOSTRA (m)	ENSAIO PARA AGREGADO LEVE										RESULTADO DO ENSAIO			OBS:
			PREPARAÇÃO COM ÁGUA					PREPARAÇÃO COM ÁGUA ÓLEO					EXPANSÃO		TEMPERATURA DE EXPANSÃO °C	
			ANTES DA QUEIMA		APÓS A QUEIMA a 1450°C			ANTES DA QUEIMA		APÓS A QUEIMA a 1450°C			ÁGUA	ÓLEO		
			DIÂM (cm)	CÔR	DIÂM. (cm)	DENS.	CÔR	DIÂM (cm)	CÔR	DIÂM (cm)	DENS.	CÔR				
01	1415-DF- 42a	1,00 - 2,50	0,96	Amarelo	1,56	0,53	Marrom	1,18	Amarel.queim.	1,76	0,42	Marrom	sim	sim	1.360	
	1415-DF- 42b	2,50 - 3,50	1,01	Cinza	1,68	0,51	Marrom	1,05	Cinza	1,84	0,57	Marrom	sim	sim	1.360	
	1415-DF- 43a	0,50 - 1,00	1,09	Amarelo queim	1,66	0,43	Marrom	1,05	Amarel.queim.	1,60	0,50	Marrom	sim	sim	1.300	
	1415-DF- 43b	1,00 - 1,50	1,10	Marrom	1,42	0,57	Marrom amarel	1,19	Marrom	1,51	0,63	Marrom amarel	sim	sim	1.300	
	1415-DF- 43c	1,50 - 2,50	1,06	Marrom	1,26	1	Marrom amarel	1,14	Marrom	1,49	>1	Marrom amarel	não	sim	1.300	
	1415-DF- 43d	2,50 - 3,50	1,16	Preto	1,17	>1	Marrom	1,11	Preto	1,16	>1	Marrom	não	não	1.300	
03	1415-BD- 11a	0,50 - 1,00		Amarela										sim	1.450	I.N.T.
	1415-BD- 11b	1,00 - 2,50	1,10	Amar.queim.	1,90	0,31	Marrom	1,06	Amarel.queim.	2,06	0,36	Marrom	sim	sim	1,280	
	1415-BD- 11c	2,50 - 3,50	1,10	Rosa	1,00	>1	Cinza	1,08	Rosa	0,96	>1	Cinza	sim	não	1.400	
	1415-BD- 13c	2,50 - 3,50	1,11	Rosa claro	1,11	>1	Creme	1,40	Rosa escuro	1,39	>1	Creme	não	não	---	
	1415-BD- 13d	3,50 - 4,50	1,14	Cinza	1,78	0,48	Marrom averm.	1,10	Preto	1,62	0,51	Marrom	sim	sim	1.280	
	1415-BD- 13f	5,50 - 6,60	1,01	Branco	1,00	>1	Cinza amarel.	1,24	Branco	1,23	>1	Cinza amarel.	não	não	1.280	
04	1415-BD-150a	1,50 - 2,50	1,24	Marrom	1,24	>1	Amarelo	1,14	Marrom	1,14	>1	Amarelo	não	não	---	
	1415-BD-150b	2,50 - 3,50	1,00	Cinza	1,06	>1	Amarelo	1,01	Cinza	1,01	>1	Amarelo	não	não	---	
	1415-BD-150c	3,50 - 4,50	1,10	Roxo	1,11	>1	Amarelo	1,00	Rosa	0,98	>1	Amarelo	não	não	---	
	1415-BD-150d	4,50 - 5,50	1,00	Rosa	1,06	>1	Esverdeado	1,01	Rosa	1,01	>1	Esverdeado	não	não	---	
	1415-BD-150e	5,50 - 6,00	1,00	Marrom	1,00	>1	Cinza	1,10	Marrom	1,15	>1	Cinza	não	não	---	
05	1415-BD- 09a	0,50 - 1,00		Creme										sim	1.450	I.N.T.
	1415-BD- 09b	1,50 - 2,50	1,16	Preto	1,37	0,69	Marrom amarel	1,03	Preto	-	-	Marrom amar.	sim	sim	1.400	

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

AGÊNCIA BELÉM

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

QUADRO DE RESULTADOS DOS ENSAIOS PARA AGREGADOS LEVES

FIG. 23

DEPÓSITO	AMOSTRA SELECIONADA PARA ENSAIO	INTERVALO REPRESENTATIVO DA AMOSTRA (m)	ENSAIO PARA AGREGADO LEVE										RESULTADO DO ENSAIO			OBS:
			PREPARAÇÃO COM ÁGUA					PREPARAÇÃO COM ÁGUA ÓLEO					EXPANSÃO		TEMPERATURA DE EXPANSÃO °C	
			ANTES DA QUEIMA		APÓS A QUEIMA a 1450°C			ANTES DA QUEIMA		APÓS A QUEIMA a 1450°C			ÁGUA	ÓLEO		
			DIÂM (cm)	CÔR	DIÂM (cm)	DENS.	CÔR	DIÂM (cm)	CÔR	DIÂM (cm)	DENS	CÔR				
"07	1415-BD- 01g	7,50 - 8,50	1,21	Rosa claro	1,12	>1	Marrom amarel.	1,34	Rosa claro	1,28	>1	Marrom amarel.	não	não	---	
	1415-BD- 02b	1,50 - 2,50	1,21	Branco cinza	1,12	>1	Marrom	1,12	Branco cinza	0,92	>1	Cinza	não	não	---	
	1415-BD- 03a	2,50 - 3,50	1,17	Rosa claro	1,07	>1	Marrom	1,24	Rosa claro	1,06	>1	Cinza	não	não	---	
	1415-BD- 03c	4,50 - 5,50	1,48	Rosa claro	1,18	>1	Cinza amarel.	1,36	Rosa claro	1,10	>1	Cinza	não	não	---	
	1415-BD- 04a	0,50 - 1,50	1,41	Cinza claro	1,16	>1	Branco acinz.	1,38	Cinza claro	1,42	>1	Creme	não	não	---	
	1415-BD- 05b	2,50 - 3,50	1,33	Marrom averm.	1,18	>1	Marrom	1,52	Marrom averm.	0,97	>1	Amarelo	não	não	---	
	1415-BD- 05e	5,50 - 6,50	1,27	Marrom averm.	1,17	>1	Marrom amarel.	1,16	Marrom claro	1,00	>1	Marrom amarel.	não	não	---	
	1415-BD- 05f	6,50 - 7,50	1,28	Rosa claro	1,14	>1	Marrom amarel.	1,18	Rosa claro	1,15	>1	Marrom amarel.	não	não	---	
	1415-BD- 07d	3,50 - 4,00	1,30	Cinza	1,06	>1	Marrom amarel.	1,36	Cinza claro	-	-	-	não	não	---	
	1415-BD- 08b	1,50 - 2,00	1,00	Cinza	1,46	0,62	Marrom	1,16	Cinza claro	1,56	0,61	Marrom	sim	sim	1.400	
	1415-BD-154a	2,50 - 3,50	1,01	Rosa	0,98	>1	Amarelado	1,06	Rosa	1,09	>1	Amarelado	não	não	---	
08	1415-BD- 20a	0,30 - 1,00	1,34	Amarelo escur	1,36	>1	Cinza esverd.	1,24	Amarel.esc.	1,24	>1	Cinza esverd.	não	não	---	
15	1415-BD- 22a	0,10 - 0,50	1,12	Esverdeado	1,43	0,64	Marrom	1,16	Esverdeado	1,55	0,47	Marrom	sim	sim	1.360	
	1415-BD- 22b	0,50 - 1,20	1,04	Esverdeado	1,39	0,67	Marrom	1,18	Esverdeado	1,84	0,37	Marrom	sim	sim	1.360	
	1415-BD- 22c	0,50 - 1,00		Amarela										sim	1.450	I.N.T.
17	1415-BD- 26b	1,00 - 1,50	0,80	Amarelo queim	2,10	0,36	Marrom	1,18	Amarelo queim	-	-	-	sim	sim	1.360	
	1415-BD- 26c	1,50 - 3,00	1,00	Amarel.queim.	1,35	0,68	Marrom	1,04	Amarel.queim.	1,10	0,53	Marrom averm.	sim	sim	1.360	
20	1415-BD- 27d	1,50 - 2,50	1,18	Cinza	1,56	0,75	Marrom	1,18	Cinza	1,34	0,40	Marrom averm.	sim	sim	1.280	
	1415-BD- 27e	5,50 - 6,50	1,21	Cinza esverd.	1,76	0,66	Marrom	1,16	Cinza esverd.	1,84	0,48	Marrom	sim	sim	1.300	
25	1415-BD- 32b	1,00 - 1,50	1,41	Cinza	-	>1	Cinza esverd.	1,34	Cinza	-	>1	Cinza esverd.	não	não	---	
	1415-BD- 32c	1,50 - 2,50	1,10	Amarelo esc.	1,15	>1	Marrom averm.	1,07	Amarel.escuro	1,16	>1	Marrom averm.	não	não	---	
33	1415-BD- 39e	3,50 - 4,50	1,24	Cinza	1,48	0,85	Marrom averm.	1,18	Cinza	1,52	0,86	Marrom averm.	sim	sim	1.300	
	1415-BD- 39f	6,50 - 7,50	1,06	Cinza	1,46	0,70	Marrom averm.	1,24	Cinza	1,68	0,62	Marrom averm.	sim	sim	1.300	
	1415-BD- 39g	7,50 - 8,30	1,28	Cinza	1,68	0,65	Marrom averm.	1,19	Cinza	-	0,65	Marrom averm.	sim	sim	1.300	
34	1415-BD- 40b	1,00 - 1,50	1,09	Amarel.queim.	1,22	>1	Marrom averm.	1,11	Amarel.queim.	-	0,86	Marrom	sim	sim	1.300	
	1415-BD- 41b	1,50 - 2,50	1,08	Marrom claro	1,34	>1	Cinza	1,02	Marrom claro	1,18	>1	Cinza	sim	sim	1.360	

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

AGÊNCIA BELÉM

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

QUADRO DE RESULTADOS DOS ENSAIOS PARA AGREGADOS LEVES

FIG. 24

DEPÓSITO	AMOSTRA SELECIONADA PARA ENSAIO	INTERVALO REPRESENTATIVO DA AMOSTRA (m)	ENSAIO PARA AGREGADO LEVE										RESULTADO DO ENSAIO			OBS:
			PREPARAÇÃO COM ÁGUA					PREPARAÇÃO COM ÁGUA ÓLEO					EXPANSÃO		TEMPERATURA DE EXPANSÃO °C	
			ANTES DA QUEIMA		APÓS A QUEIMA a 1450°C			ANTES DA QUEIMA		APÓS A QUEIMA a 1450°C			ÁGUA	ÓLEO		
			DIÂM (cm)	CÔR	DIÂM. (cm)	DENS	CÔR	DIÂM (cm)	CÔR	DIÂM (cm)	DENS.	CÔR				
36	1415-DF- 46a	0,50 - 1,50	1,12	Esverdeado	1,18	>1	Marrom	1,24	Esverdeado	1,52	0,71	Marrom	não	não	—	
	1415-DF- 46b	1,50 - 2,50	1,12	Esverdeado	1,19	>1	Marrom	1,18	Esverdeado	2,02	0,28	Marrom	não	sim	1.360	
	1415-DF- 46c	2,50 - 3,50	1,22	Cinza	1,19	>1	Esverdeado	1,12	Cinza	1,12	>1	Esverdeado	não	não	—	
37	1415-DF- 44d	0,50 - 2,00	1,16	Cinza	1,13	1	Amarelado	1,24	Cinza	1,20	1	Amarelado	não			
38	1415-DF- 45a	0,50 - 1,50	1,14	Esverdeado	1,28	>1	Cinza	1,11	Esverdeado	1,54	0,65	Cinza	não	sim	1.300	
	1415-DF- 45b	1,50 - 2,50	1,16	Preto	1,50	>1	Marrom	1,22	Preto	1,18	0,44	Marrom	não	não	—	
	1415-DF- 45c	2,50 - 5,50	1,12	Esverdeado	1,06	>1	Esverdeado	1,23	Esverdeado	1,02	>1	Marrom	não	não	—	
	1415-DF- 45d	5,50 - 6,50	1,24	Esverdeado	1,46	0,99	Marrom	1,21	Esverdeado	1,40	>1	Marrom	sim	não	1.380	
	1415-DF- 45e	6,50 - 7,00	1,21	Esverdeado	1,24	>1	Marrom	1,24	Esverdeado	1,38	>1	Marrom	não	sim	1.360	
42	1415-DF- 59a	2,50 - 3,50	1,06	Amarelo	1,22	>1	Marrom	1,10	Amarelo	2,12	0,28	Marrom	sim	sim	1.360	
43	1415-DF- 50a	2,50 - 3,50	1,20	Amarel.queim.	1,08	>1	Amarelo	1,14	Amarel.queim	1,04	>1	Amarelo	não	não	—	
	1415-DF- 50b	3,50 - 4,50	1,12	Amarel.queim.	1,05	>1	Cinza	1,11	Amarel.queim	1,64	0,52	Marrom	não	sim	1.360	
	1415-DF- 50c	4,50 - 5,00	1,20	Amarel.queim.	1,14	>1	Cinza averm.	1,22	Amarel.queim.	1,18	>1	Cinza	não	não	—	
44	1415-DF- 51a	1,50 - 2,50	1,12	Amarel.queim.	1,18	-	Marrom	1,34	Amarel.queim.	1,63	-	Marrom	sim	sim	1.360	
	1415-DF- 51b	2,50 - 3,50	1,16	Amarel.queim.	1,11	>1	Cinza	1,12	Amarel.queim.	1,11	>1	Cinza	não	não	—	
49	1415-DF- 56a	1,00 - 2,00	1,14	Cinza	0,96	>1	Amarelo	1,14	Cinza	0,90	>1	Amarelo	não	não	—	
135	1415-AS- 70c	6,00 - 6,50	1,12	Cinza escuro	1,93	0,40	Marrom	1,16	Cinza escuro	1,85	0,71	Marrom	sim	sim	1.100	
	1415-AS- 68d	6,50 - 7,50	1,10	Amarelo	-	-	Marrom	1,14	Amarelo	-	-	Marrom	sim	sim	1.100	
138	1415-BD- 19b	1,00 - 1,50	1,16	Marrom	1,38	>1	Marrom esc.	1,11	Marrom	1,32	0,96	Marrom esc.	sim	sim	1.380	

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
AGÊNCIA BELÉM
PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

QUADRO DE RESULTADOS DOS ENSAIOS PARA AGREGADOS LEVES

FIG. 25

DEPÓSITO	AMOSTRA SELECIONADA PARA ENSAIO	INTERVALO REPRESENTATIVO DA AMOSTRA (m)	ENSAIO PARA AGREGADO LEVE										RESULTADO DO ENSAIO			OBS:
			PREPARAÇÃO COM ÁGUA					PREPARAÇÃO COM ÁGUA ÓLEO					EXPANSÃO		TEMPERATURA DE EXPANSÃO °C	
			ANTES DA QUEIMA		APÓS A QUEIMA a 1450°C			ANTES DA QUEIMA		APÓS A QUEIMA a 1450°C			ÁGUA	ÓLEO		
			DIÂM (cm)	CÔR	DIÂM. (cm)	DENS.	CÔR	DIÂM (cm)	CÔR	DIÂM (cm)	DENS.	CÔR				
140	1415-BD- 16a	0,50 - 1,50	1,02	Amarel.queim.	1,27	0,94	Marrom escuro	1,12	Amarel.queim.	1,58	0,60	Marrom esc.	sim	sim	1.360	
	1415-BD- 16b	1,50 - 2,50		Cinza										sim	1.450	I.N.T.
	1415-BD- 16c	2,50 - 4,00	1,00	Preto	1,00	>1	Cinza azulado	1,10	Preto	-	-	Cinza azulado	não	não	—	
	1415-BD- 17b	1,50 - 2,50	1,00	Branco cinz.	1,00	>1	Cinza azulado	1,23	Branco cinza	1,23	>1	Cinza azulado	não	não	—	
	1415-BD- 17c	2,50 - 3,50	1,21	Creme	1,21	>1	Creme	1,28	Cinza	1,26	>1	Cinza	não	não	—	
	1415-BD- 17e	4,50 - 5,50	1,10	Cinza	1,10	>1	Creme	1,14	Cinza	1,14	>1	Creme	não	não	—	
	1415-BD- 17f	5,50 - 6,50	1,26	Cinza	1,22	>1	Creme	1,32	Cinza	1,33	>1	Creme	não	não	—	
	1415-BD- 18d	3,50 - 4,50	1,00	Marrom averm.	1,00	>1	Marrom	1,12	Marrom	1,10	>1	Marrom	não	não	—	
	1415-BD- 18f	5,50 - 6,50	1,19	Marrom averm.	1,19	>1	Amarelo	1,23	Marrom	1,22	>1	Amarelo	não	não	—	
	1415-BD- 18h	7,50 - 8,50	1,20	Creme	1,20	>1	Amarelo	1,28	Creme	1,18	>1	Amarelo	não	não	—	
142	1415-BD- 24c	1,50 - 2,50	0,90	Marrom	0,90	>1	Amarelo	1,10	Marrom	1,04	>1	Amarelo	não	não	—	
143	1415-BD- 21b	8,20 - 9,50	1,06	Roxo	0,93	>1	Esverdeado	1,20	Roxo	1,03	>1	Esverdeado	não	não	—	
144	1415-BD- 30e	3,50 - 4,50	1,42	Cinza	1,38	>1	Marrom averm.	1,44	Cinza	1,44	>1	Marrom	não	não	—	
145	1415-BD- 33c	1,00 - 1,50	1,13	Cinza	1,14	>1	Esverdeado	1,12	Cinza	1,14	>1	Esverdeado	não	não	—	
	1415-BD- 33d	1,50 - 2,50	1,09	Cinza	1,09	>1	Esverdeado	1,19	Cinza	1,16	>1	Esverdeado	não	não	—	
146	1415-BD- 34a	Superfície	1,10	Amarel.queim.	1,16	>1	Marrom averm.	1,11	Amarel.queim.	1,20	>1	Marrom averm.	sim	sim	1.300	
	1415-BD- 35b	1,00 - 1,50	1,07	Cinza	1,12	>1	Amarelado	1,16	Cinza	1,24	>1	Amarelado	não	não	—	
148	1415-BD- 37a	0,50 - 1,00	1,14	Amarel.queim.	1,62	0,82	Marrom averm.	1,06	Amarel.queim.	2,11	0,27	Marrom averm.	sim	sim	1.300	
149	1415-BD- 38b	1,00 - 1,50	1,16	Amarel.queim.	1,62	0,27	Marrom averm.	1,22	Amarel.queim.	-	0,63	Marrom averm.	sim	sim	1.300	
	1415-BD- 38c	1,50 - 2,50	1,05	Cinza	1,44	0,76	Marrom averm.	1,18	Cinza	1,86	0,47	Marrom averm.	sim	sim	1.300	
151	1415-AS- 49a	1,20 - 2,00	1,14	Creme	1,58	>1	Marrom averm.	1,16	Creme	1,50	0,60	Marrom	sim	sim		
	1415-AS- 51a	0,50 - 1,50	1,10	Cinza	1,31	1	Marrom	1,12	Cinza	1,60	0,61	Marrom	sim	sim	1.100	
152	1415-AS- 46a	1,50 - 2,50	1,12	Creme	1,38	>1	Marrom	1,20	Creme	1,80	0,54	Cinza esverd.	sim	sim	1.360	
	1415-AS- 48a	1,00 - 2,00	1,40	Creme	1,36	>1	Marrom	1,14	Creme	1,32	>1	Cinza	não	não	1.360	
	1415-BD-161c	Superfície		Cinza averm.									sim	sim		CINASA
153	1415-BD-166	Superfície		Lilás									sim	sim		"

Dos. Abreu Sá

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
AGÊNCIA BELÉM
PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

QUADRO DE RESULTADOS DOS ENSAIOS PARA AGREGADOS LEVES

FIG. 26

DEPÓSITO	AMOSTRA SELECIONADA PARA ENSAIO	INTERVALO REPRESENTATIVO DA AMOSTRA (m)	ENSAIO PARA AGREGADO LEVE										RESULTADO DO ENSAIO			OBS.
			PREPARAÇÃO COM ÁGUA					PREPARAÇÃO COM ÁGUA ÓLEO					EXPANSÃO		TEMPERATURA DE EXPANSÃO °C	
			ANTES DA QUEIMA		APÓS A QUEIMA a 1450°C			ANTES DA QUEIMA		APÓS A QUEIMA a 1450°C			ÁGUA	ÓLEO		
			DIÂM (cm)	CÔR	DIÂM. (cm)	DENS.	CÔR	DIÂM (cm)	CÔR	DIÂM (cm)	DENS	CÔR				
154	1415-AS- 30b	1,50 - 2,50		Cinza amarel									sim	sim		CINASA
	1415-AS- 31b	1,50 - 2,50		Esverdeada									sim	sim		"
	1415-AS- 32d	3,50 - 4,50		Cinza esverd									sim	sim		"
	1415-AS- 33b	2,00 - 2,50		Amarel.averm.									sim	sim		"
	1415-AS- 47	2,00 - 3,00		Esverdeado									não	não		
	1415-AS- 48	0,70 - 1,50		Esverdeado									-	sim		CINASA
	1415-AS- 49	1,20 - 2,00		Esverdeado									-	sim		"
	1415-AS- 50	0,00 - 1,00		Esverdeado									-	sim		"
	1415-AS- 52	5,00 - 5,50		Esverdeado									-	sim		"
	1415-BD-R146	Superfície	1,30	Creme	3,34	0,23	Cinza	1,32	Creme	2,80	0,91	Cinza	sim	sim	1.100	I.N.T.
	1415-BD-163	Superfície		Avermelhado									-	-		CINASA
	1415-BD-165	Superfície		Esverdeado									-	-		"
	1415-BD-167	Superfície		Avermelhada									não	não		"
	1415-BD- 19a	0,50 - 1,00		Cinza									-	sim	1.450	I.N.T.
158	1415-BD- 22c	1,00 - 1,50		Amarela									-	sim	1.450	I.N.T.

Na_2O	1,16%	1,70%	0,13%
K_2O	1,95%	2,50%	4,50%

7.3.5 - Tentativa de avaliação dos depósitos

Numa tentativa preliminar de avaliar os depósitos de argilito da Rodovia BR-316, foram considerados os espaçamentos entre as ocorrências referentes aos depósitos 151, 152, 153 e 154. Para medida da área, foram considerados apenas 500 m para cada margem da rodovia, distância essa correspondente ao levantamento das seções transversais realizadas (Anexo 35).

Entre os rios Pedral e Piriá, foram verificados ao longo da rodovia, 10.200 m de argilito correspondentes aos depósitos 151 e 152, e 500 m para cada margem da rodovia, obtendo-se uma área de 10.200.000 m^2. Considerando a espessura do material útil intemperizado em torno de 2,0 metros, e 50% da área verificada, calcula-se um volume de 10.200.000 m^3, ou seja, 25.500.000 toneladas, com densidade 2,5 (Fig. 27).

Entre os rios Piriá e Macaco, outra ocorrência de 4.700 m, correspondente ao depósito 153, revelou 4.700.000 m^3 de material, pesando 11.750.000 toneladas, em condições similares à anterior (Fig. 28).

Entre os km 100 e 115 da mesma rodovia, foi medida uma extensão de 15 km de argilito, correspondente ao depósito 154. Tomando para cálculo o mesmo condicionamento referido, tem-se um volume de 15.000.000 m^3, pesando 37.500.000 toneladas de material (Fig. 29).

Considerando agora os 3 depósitos calculados, so

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
Agência Belém
PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

CÁLCULO DE RESERVA								DEPÓSITO Nº 151 152	
SONDAGEM	CAMADA UTIL	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m^2)		VOLUME (m^3)		RESERVA (t)		RESERVA TOTAL	CAPEAMENTO
Nº	(m)	MEDIDA	INDICADA	MEDIDO	INDICADO	MEDIDA	INDICADA	(t)	(m)
AS- 50	0,7		15.225		10.657		26.642	26.642	0,0
AS- 51	0,7		15.225		10.657		26.642	26.642	0,3
AS- 52	1,5		15.225		22.837		57.092	57.092	4,0
	med. 0,9								med. 1,4
TOTAL			45.675		44.151		110.376	110.376	

OBSERVAÇÕES: **Densidade da argila 2,5**

FIG. 27

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
Agência Belém
PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

CÁLCULO DE RESERVA								DEPÓSITO Nº 153	
SONDAGEM	CAMADA UTIL	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m^2)		VOLUME (m^3)		RESERVA (t)		RESERVA TOTAL	CAPEAMENTO
Nº	(m)	MEDIDA	INDICADA	MEDIDO	INDICADO	MEDIDA	INDICADA	(t)	(m)
AS- 46	1,2		15.225		18.270		45.675	45.675	1,0
AS- 47	2,0		15.225		30.450		76.125	76.125	2,0
AS- 48	1,8		15.225		27.405		68.512	68.512	0,7
	med. 1,6								med. 1,2
TOTAL			45.675		76.125		190.312	190.312	

OBSERVAÇÕES: **Densidade da argila 2,5**

FIG. 28

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
Agência Belém
PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

CÁLCULO DE RESERVA									DEPÓSITO Nº 154
SONDAGEM	CAMADA UTIL	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m^2)		VOLUME (m^3)		RESERVA (t)		RESERVA TOTAL	CAPEAMENTO
Nº	(m)	MEDIDA	INDICADA	MEDIDO	INDICADO	MEDIDA	INDICADA	(t)	(m)
AS- 37	3,5		15.225		58.287		133.217	133.217	1,5
AS- 38	5,2		15.225		79.170		197.925	197.925	1,0
AS- 39	2,5		15.225		38.062		95.155	95.155	2,5
AS- 42	2,5		15.225		38.062		95.155	95.155	1,5
AS- 43	2,0		15.225		30.450		76.125	76.125	2,0
AS- 44	3,3		15.225		50.242		125.606	125.606	1,7
	med. 3,2								med. 1,7
TOTAL			91.350		289.273		723.183	723.183	

OBSERVAÇÕES: Densidade da argila 2,5

FIG. 29

ma-se um volume mínimo de 29.900.000 m^3, correspondendo a 74.750.000 toneladas de material próprio para fabricação de agregados leves ou mesmo para cerâmica vermelha. Vale esclarecer, porém, que a espessura tomada para cálculo, foi relacionada com a profundidade atingida pelas sondagens, que, em nenhuma vez, ultrapassou a camada de argilito, como também, há possibilidades de este material estender-se por vários quilômetros para o interior, nas margens norte e sul da rodovia, ampliando consideravelmente as reservas.

7.3.6 - Fatores que determinam a praticabilidade de industrialização da argila expandida.

Os fatores mais importantes a considerar na avaliação econômica da industrialização de uma argila expansiva são a matéria prima, os aditivos orgânicos, o transporte e o mercado. É fundamental que a maioria desses fatores sejam favoráveis e estejam dentro de certos limites, a fim de estabelecer o sucesso da operação econômica. Hollenbeck, 1968 (18).

A matéria prima, como fator essencial, deve obedecer a certos requisitos na composição química e mineralógica:

1 - Devem ser argilas ricas em ilita, montmorilonita, vermiculita, clorita, atapulgita e sepiolita.

2 - Conter um mínimo de 5% de composto de ferro, de metais alcalinos e alcalinos terrosos.

3 - Conter menos de 25% de Al_2O_3.

4 - Deve apresentar normalmente pH superior a 5,

em solução aquosa.

A textura da argila ou folhelho é fundamental no processo de inchamento piroplástico. O material mais adequado tem uma textura densa e compacta, muito impermeável e resistente à formação de trincas durante a queima.

A industrialização requer o investimento de um grande capital inicial para ser aplicado em construções, montagem do forno rotativo e equipamentos complementares, como máquinas, caminhões etc.

O raio máximo econômico entre o centro consumidor e a fábrica deve ser em torno de 230 km através de via rodoviária e 300 km através de via fluvial.

O limite inferior de dimensionamento econômico, para a industrialização de agregados leves, situa-se em torno de 200 m^3/dia ou 60.000 m^3/ano. Evidentemente, uma maior produção redundaria em custo unitário mais baixo.

7.3.7 - Características do agregado leve

O agregado leve é apresentado sob a forma de grãos arredondados de tamanhos variáveis até 2 cm de diâmetro. A massa específica aparente do agregado no estado solto varia entre 0,5 t/m^3 para o material graúdo e 0,75 t/m^3 para o material miúdo. A casca, que envolve o grão, reduz a absorção d'água a índices muito baixos, daí dizer-se que a superfície do grão é praticamente impermeável. Trata-se, portanto, de porosidade fechada, característica esta muito importante na determinação do volume de água necessária para cada traço.

Deste modo, nos agregados com porosidade aberta, que se caracterizam por absorção elevada de 40 a 120%, não tem sentido a aplicação do fator água/cimento, preferindo-se usar o fator água/sólidos. Em contraposição, o agregado encapado apresenta uma absorção superficial da ordem de 4 a 10% em peso.

Em decorrência da sua estrutura física peculiar, a argila expandida é um material que possui uma elevada capacidade de isolamento térmico.

Cabe também assinalar que, as frações mais finas deste agregado moído, acusam uma certa atividade pozolânica, isto é, a capacidade de reagir e combinar com o hidróxido de cálcio, formando compostos estáveis de poder aglomerante. Reagindo com o hidróxido liberado, durante a hidratação do cimento, a pozolana melhora e acentua algumas propriedades do concreto.

7.3.8 - Propriedades do concreto leve

- Peso específico

A substituição dos agregados leves normais (areia, pedra britada ou cascalho), por agregado leve, dá lugar a uma massa sob vários aspectos semelhantes ao concreto comum. De fato, aparência, resistência mecânica, estabilidade de volume e durabilidade permanecem praticamente os mesmos. Duas características físicas são, entretanto, modificadas, favorecendo o concreto leve: a massa específica aparente e a condutibilidade térmica. A massa específica aparente do concreto estrutural de argila expandida é da ordem de 1,6 t/m^3, podendo variar em função do traço, da granulometria e da própria mas

sa específica aparente do grão. Pode-se assim, obter concretos com massa específica aparente de 1,0 a 1,1 t/m^3, para isolamento térmico e até 1,7 a 1,8 t/m^3, para finalidades estruturais, com resistência à compressão da ordem de 300 kg/cm^2.

- Isolamento térmico

Em decorrência de sua estrutura física peculiar, os concretos leves de argila expandida apresentam excelentes qualidades como isolantes térmicos. Concretos, destinados ao isolamento térmico, deverão, ser dosados com uma porcentagem de agregado graúdo, porque um maior volume de vazios no interior da massa é sempre vantajoso, pois é a porosidade que proporciona ao material essa propriedade.

O coeficiente de condutibilidade térmica é também, neste caso, proporcional à massa específica aparente e portanto, quanto mais leve for o concreto, maior será a sua capacidade isolante.

- Isolamento acústico

Ensaios realizados, na Escola Superior de Arquitetura de Bruxelas, revelaram que painés, fabricados com concreto de argila expandida, encapados com 0,75 t/m^3 de massa específica aparente e 68 mm de espessura, acusaram, para freqüências de 160 a 4.000 Hz, uma redução acústica média de 44 dB. Esse fato, decorrendo provavelmente da estrutura celular fechada do grão. A redução acústica ocasionada pelo concreto de

argila expandida é semelhante à que apresenta materiais com o dobro do seu peso.

- Inércia química

Em decorrência do processo tecnológico utilizado na sua fabricação, a argila expandida é absolutamente inerte aos ataques de ácidos e álcalis. Além disso, tem resistência ao fogo até a temperatura da ordem de 1.000°C.

- Estabilidade dimensional

Tanto o agregado, como o concreto de argila expandida, apresentam uma ótima estabilidade dimensional. No concreto, a retratação, por secagem, é pouco superior à do concreto comum. Seus efeitos, embora desprezíveis, são neutralizados pelo menor módulo de elasticidade.

7.3.9 - Exemplos notáveis de aplicação

Desde a sua descoberta, por S. J. Hayde, os agregados argilosos expandidos conquistaram os mercados dos Estados Unidos, tendo a produção de agregados alcançado marcas inesperadas, chegando hoje, somente neste país, à casa dos 14 a 18 milhões de toneladas anuais. A aplicação desse material é hoje generalizada, podendo-se citar como exemplos notáveis, algumas centenas de pontes, das quais várias em concreto protendido, destacando-se as pênseis de Oakland Bay em S. Francisco e de Vincent Thomas em Los Angeles; vários navios construídos,

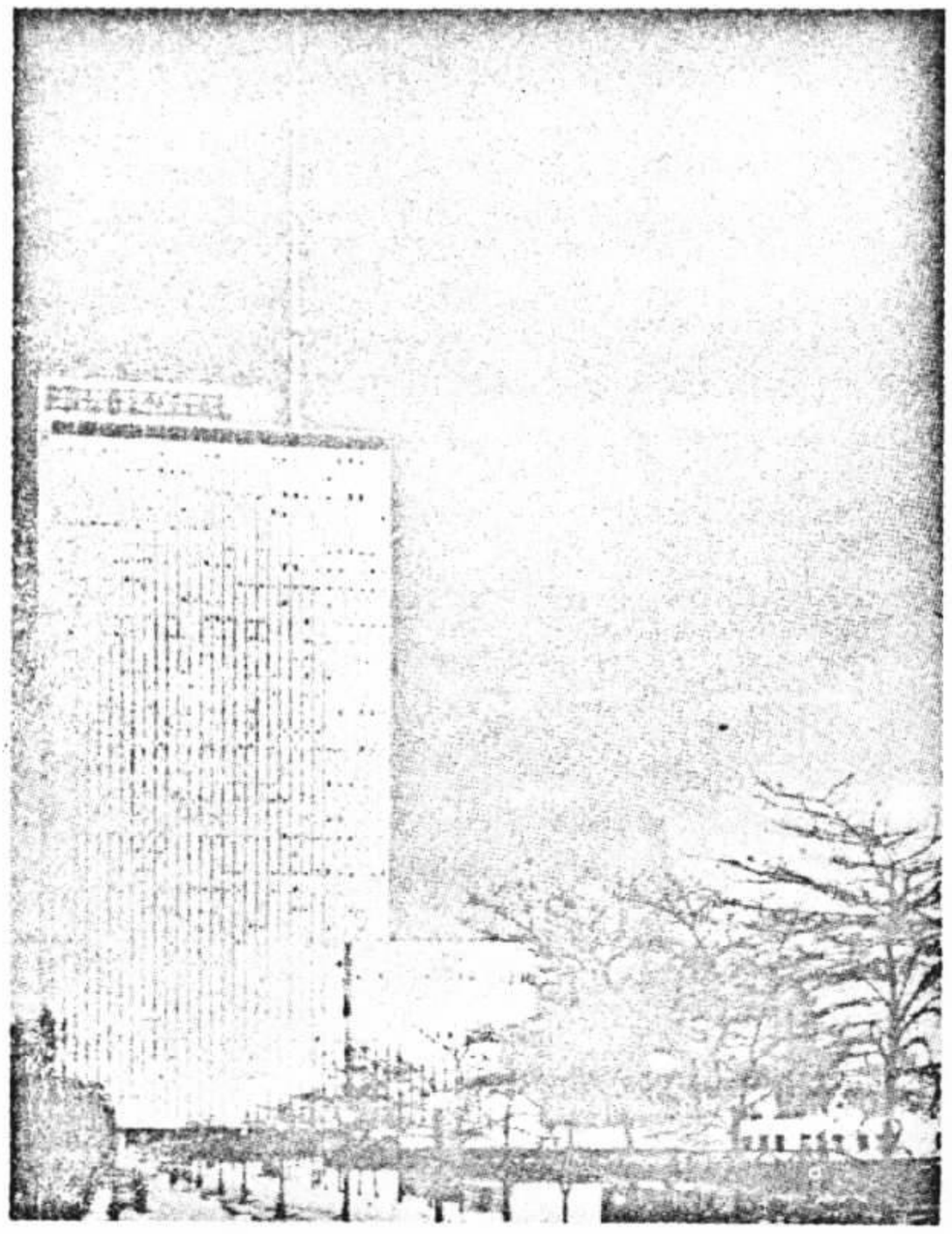
principalmente, para atender às exigências bélicas nos Estados Unidos, no Reino Unido e na Alemanha.

Merecem também ser registrados o edifício "1.000 Lake Shore Plaza" de Chicago com 58 andares, o conjunto Marina City, também em Chicago, com duas torres de 65 andares, a cobertura da estação do aeroporto Twin Cities, Minneapolis, em casca prismática delgada, com 65 m^2 de área coberta, a cúpula do auditório da Universidade de Illinois, com 120 m de diâmetro, a cobertura do novo "Metropolitan Opera House" de New York em cascas cilíndricas delgadas, o heliporto da "Port of New York Authority", a LTV Tower de Dallas, o maior edifício do Texas, com 31 andares, o terminal do aeroporto de Denver etc. (Figs. 30 a 32).

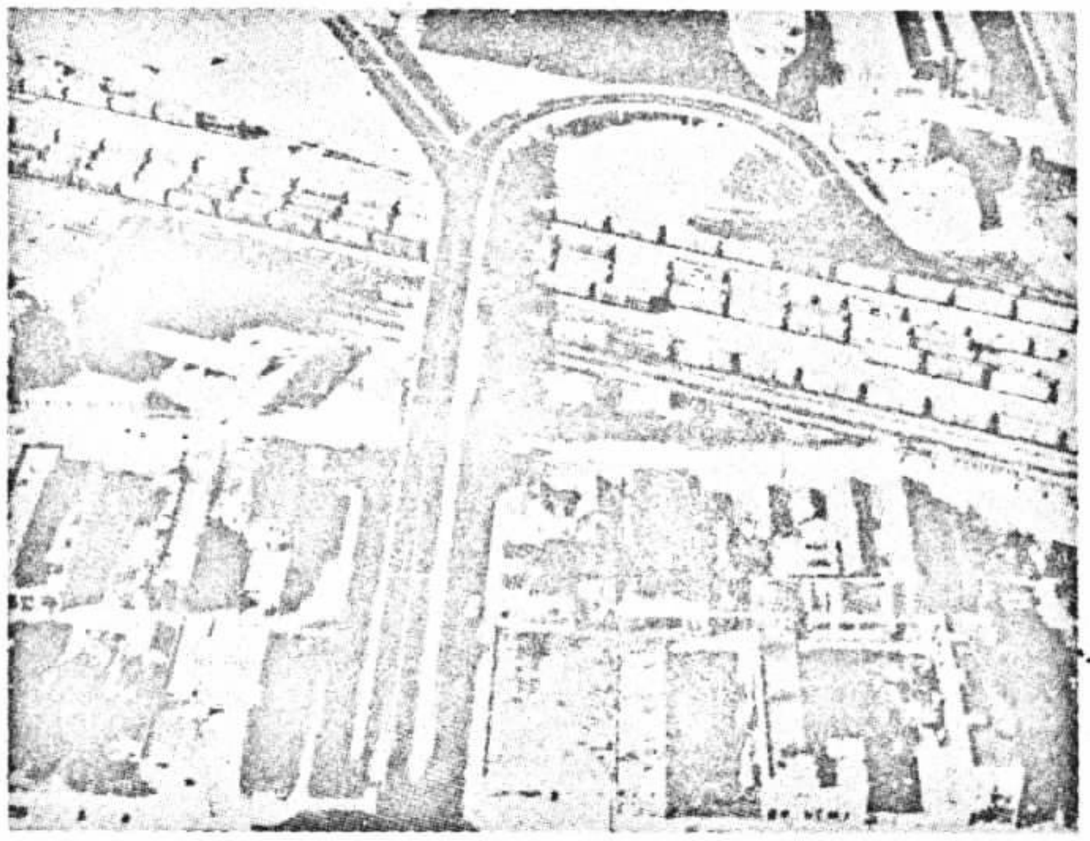
A respeito de navios construídos com concreto armado de argila expandida, é interessante notar que uma das primeiras realizações que utilizou este tipo de material foi o cargueiro Selma, construído em 1919. Este representa, hoje, uma importante referência histórica, pois serviu, embora acidentalmente, para a análise do comportamento do concreto leve em condições particularmente adversas. Este navio, após sulcar os mares durante 3 anos, foi avariado numa colisão e afundou. Em 1953, isto é, decorridos 30 anos, o "Expanded Shale e Clay and Slate Institute" procedeu à sua recuperação e o exame da estrutura. Constatou-se que a armadura não apresentava nenhum sinal de corrosão. Estes resultados são tanto mais notáveis pelo fato de as paredes do costado possuírem somente 4 polegadas de espessura e a parte submersa do casco 5 polegadas. Registrou-se que a penetração da umidade no concreto não era superior a 6 mm e que o recobrimento de 1,5 cm

FIGURA 30

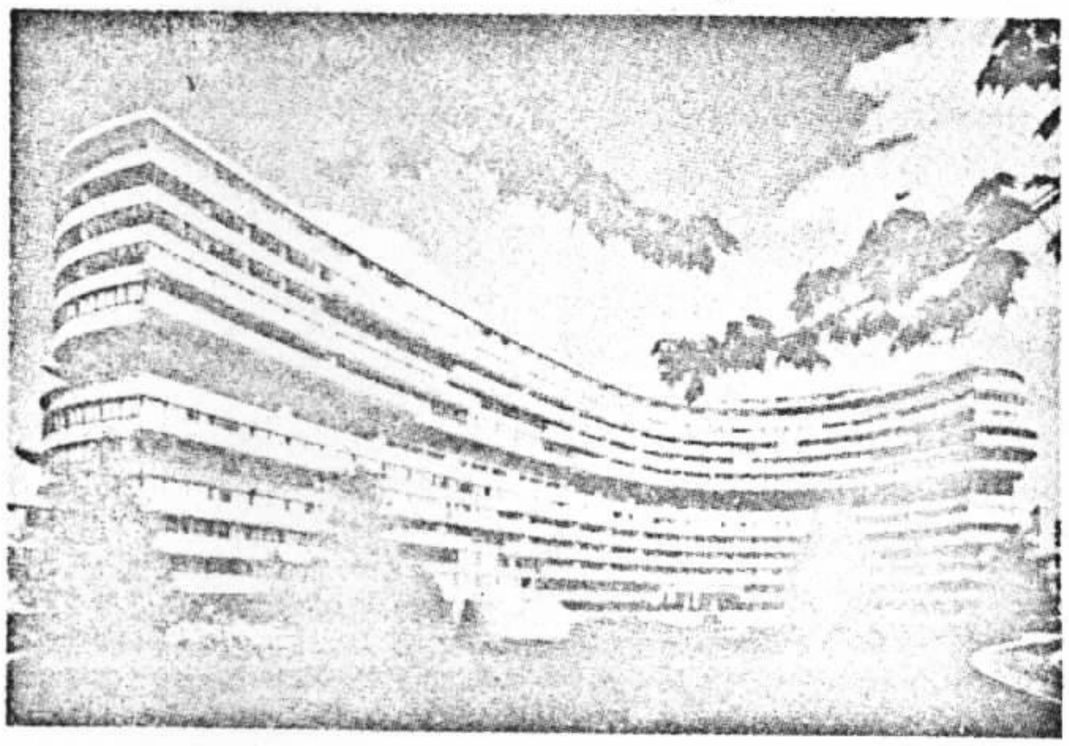
APLICAÇÕES DE CONCRETO LEVE ESTRUTURAL



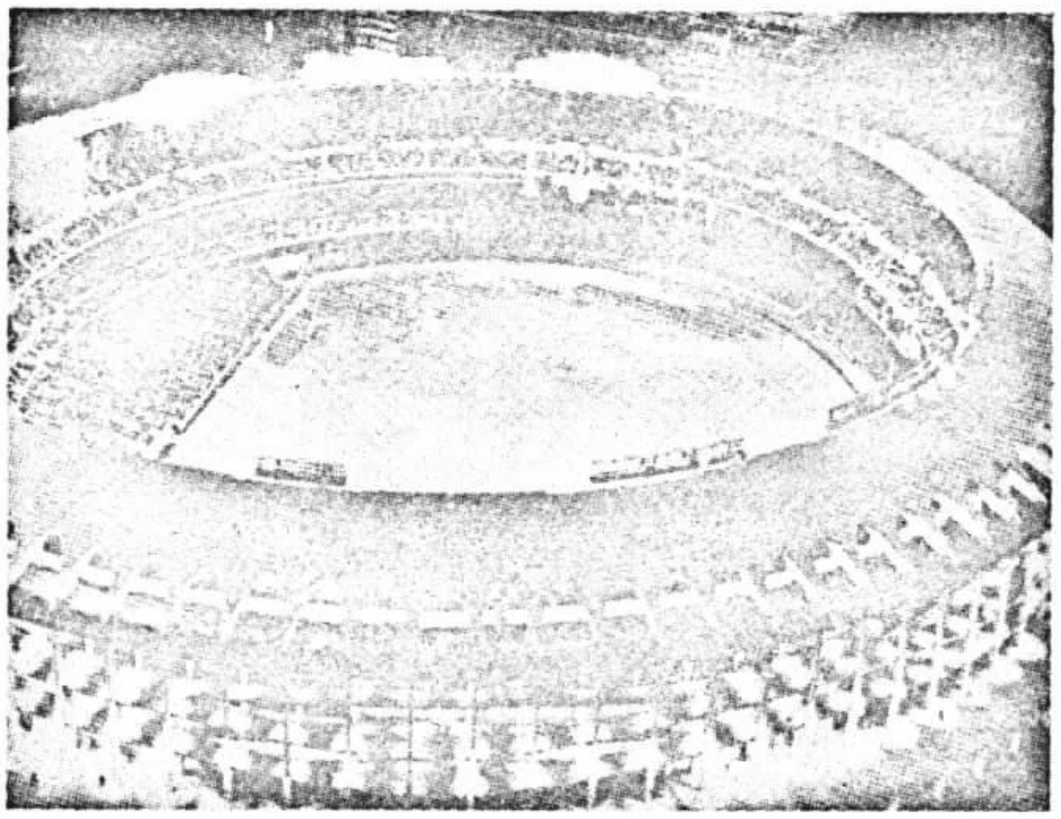
Prudential Building
Chicago
42 andares 1955



Heatley Avenue Overpass
Vancouver, B.C.
10 peças protendidas
Vão livre de 27 m 1963

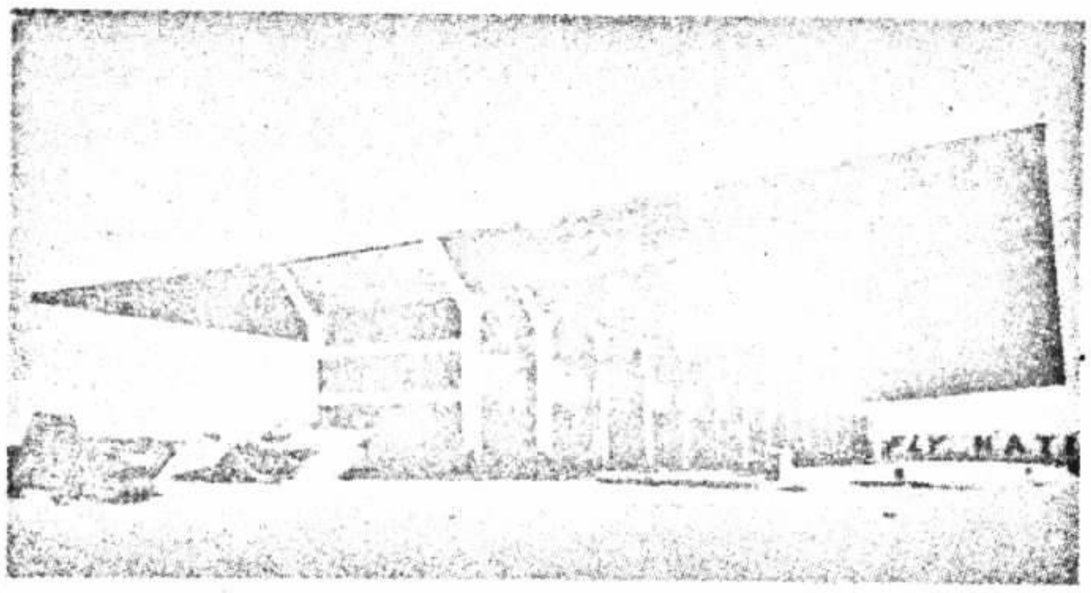


Watergate East Apartments
Washington, D.C. 1966

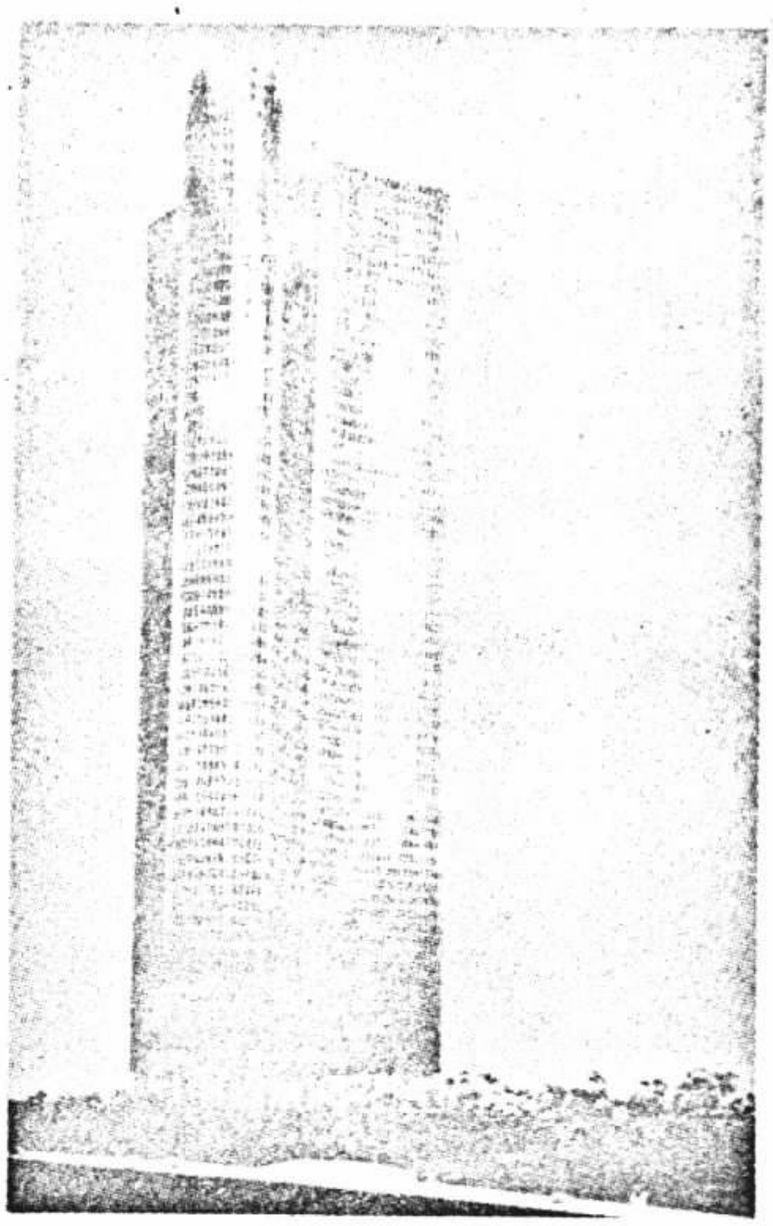


Busch Memorial Stadium
St. Louis
Capacidade de 55.000 pessoas
1966

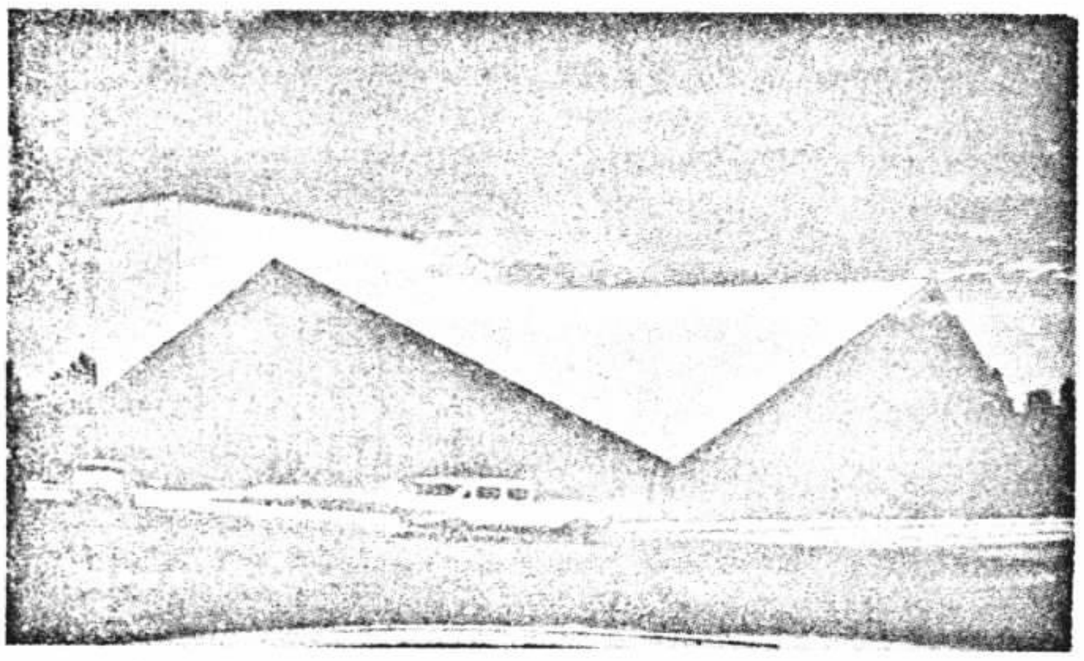
FIGURA 31



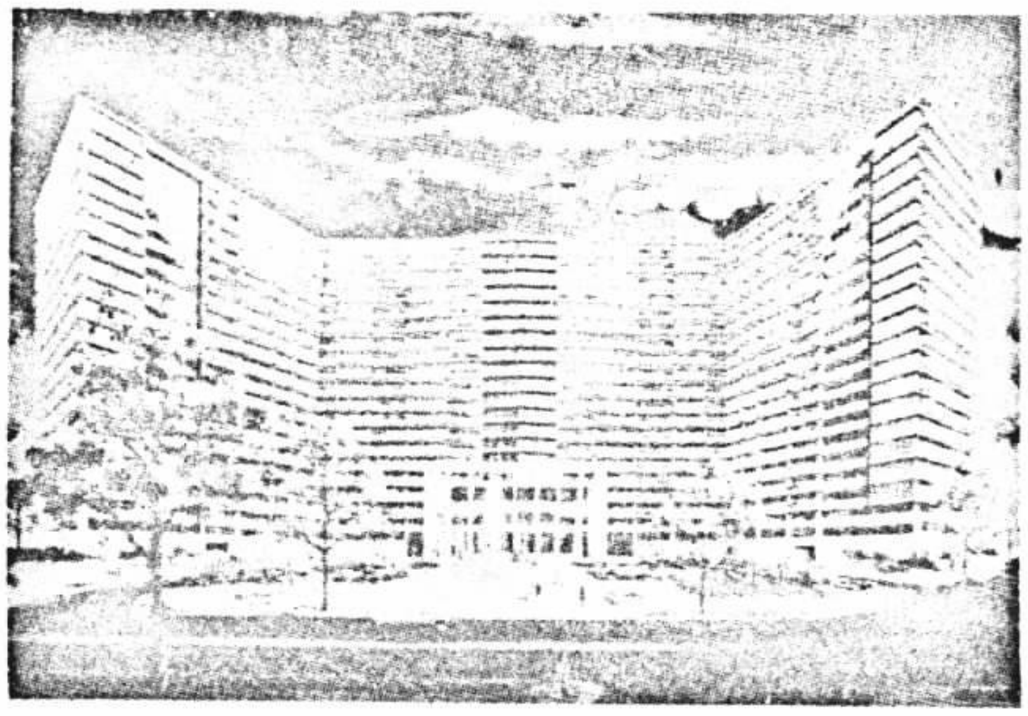
National Airlines Hangar
Miami
33,6 m de balanço 1958



Lake Point Tower
Chicago
70 andares 1968

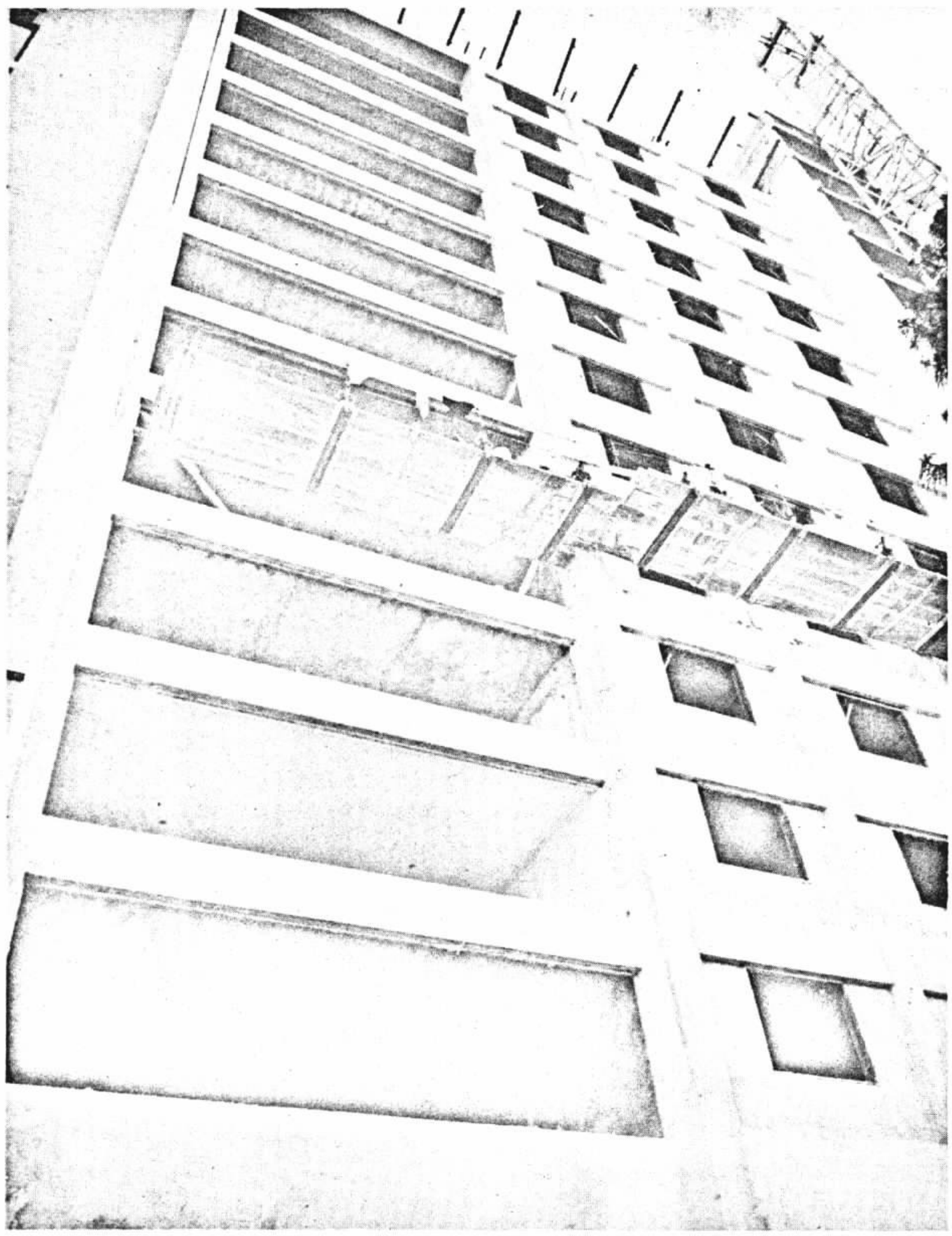


Broadmoor International Center
Colorado Springs
Cobertura hiperbolóide parabólica
56 m x 58 m 1961



The Philadelphian
Philadelphia
20 andares 1962

FIGURA 32



Edifício de 15 andares, na Capital paulista, onde a Sociedade Latino Americana de Serviços de Engenharia usou argila expandida na concretagem da estrutura

tinha desempenhado perfeitamente sua função, pois o aço não tinha sofrido qualquer alteração.

Outro caso digno de menção, é o da Oakland Bay Bridge, com tabuleiro de concreto de argila expandida, executada em 1935/36. A manutenção esteve a cargo da Washington Tall Bridge Authority, que, em relatório apresentado em 1962, afirmava que no decorrer de 16 anos nenhum inconveniente fora registrado. CINASA (42).

7.4 - Calcário

7.4.1 - Considerações

Os sedimentos calcíferos que constituem a Formação Pirabas, se distribuem largamente dentro da área estudada, desde o litoral até ao sul do Rio Guamá.

A natureza das ocorrências é muito diversa. No litoral se apresentam formando escarpas intensamente desagregadas, ou mais raramente resistindo à erosão, além de formarem terraços contínuos e planos para dentro do oceano, sendo visíveis com a baixamar. No continente, aparecem quase sempre recobertos por sedimentos mais recentes, não formando feições topográficas características.

A espessura total dos sedimentos da Formação Pirabas é muito variável. Os dados existentes demonstram que atingem cerca de 30 m. Isto pode ser comprovado na frente de trabalho da jazida Olaria, em Capanema, onde há indícios de uma sedimentação completa desta unidade. De modo geral, há variações locais e regionais de espessura.

As relações de contato, nos locais onde afloram os sedimentos Pirabas, são facilmente observados e destacados. Até recentemente, um arenito calcífero, repousando sobre uma camada de argila escura, com níveis arenosos, muito comum em Capanema, era considerado a lapa dos sedimentos calcíferos. Isto não se mantém mais como afirmativa. Assim é que, na localidade de Olaria, em Capanema, tais sedimentos repousam aparentemente sobre rocha granítica. Na localidade de Tauari, ficou demonstrado o contato discordante entre rochas do embasamento e os sedimentos Pirabas. Na Ilha Fortaleza, encontra-se capeado por argila vermelha do Grupo Barreiras, num estágio franco de laterização.

Outro tipo de material calcífero de interesse econômico, principalmente para a indústria de cal virgem e fertilizante é encontrado na região, sob a denominação de "mina de sernambi". São concheiros naturais constituídos de exoesqueletos calcários de animais marinhos, entre outros, brachiópodos, pelecipodos, ostreas e crustáceos, localizados principalmente na Costa Atlântica entre Salinópolis e Quatipuru.

A primeira notícia sobre a existência de concheiros na costa paraense foi dada pelo Dr. Ferreira Penna, em 1876 (32), que observou um grande número deles, quase todos destruídos pela mão do homem.

Pelo que foi possível observar nos concheiros localizados próximos a São João de Pirabas e Quatipuru, no Município de Primavera, com relação à espessura, a área do depósito e a disposição em camadas sucessivas de conchas inteiras ou em pedaços, intercaladas em finas camadas argilo-arenosas, concluiu-se pela deposição natural de conchas marinhas, sendo

muito improvável que eles tenham se formado somente pela deposição de restos de alimentação de grupos humanos. É mais fácil admitir a participação dos silvícolas na formação dos concheiros, supondo que por motivos de fertilidade dos solos, e proximidade da pesca fácil, procuravam sempre ocupar as áreas de deposição marinha de conchas. Em alguns concheiros, foram encontrados pedaços de ossos e de cerâmica indígena o que prova a presença constante desses indígenas.

Nos depósitos estudados, foram verificadas áreas de até 40.000 m^2 e camadas de 1 a 2 metros de espessura. Somente num depósito, às proximidades de Quatipuru, foi observado, em um poço escavado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, uma camada com espessura de 4 metros, e ainda continuando em profundidade (Foto 22).

Esses depósitos têm sido explotados há muito tempo para fabricação de cal. Dessa explotação, resultou a quase extinção de alguns, principalmente, aqueles localizados na região de Marapanim e Maracanã. A explotação é feita por métodos muito rudimentares, sendo retirado o material com pás, passado em peneiras para uma ligeira limpeza e deste modo, transportado em pequenas embarcações, acondicionado em latas, para o local de estocagem (Foto 23).

Atualmente, a explotação tem se limitado a atender os pedidos de agricultores que utilizam o material com grande vantagem na calagem de solos.

7.4.2 - Ocorrências e trabalhos realizados

Sabe-se que a sedimentação do Mioceno Inferior, re

presentada pela Formação Pirabas, se estendeu muito além do que se conhecia anteriormente.

São encontrados restos de foraminíferos desta idade, tanto na Bacia de Barreirinha, no Maranhão, como na Ilha de Marajó. Ao sul do Rio Guamá, foram verificadas ocorrências de calcário até 20 km da Rodovia Belém-Brasília.

A Formação Pirabas ocorre em vários locais da área do Projeto, destacando-se sobretudo as circunvizinhanças, em torno de 20 km da Cidade de Capanema, e o litoral Atlântico, onde se situam as melhores exposições.

Dentre as ocorrências cadastradas, foram verificadas de interesse econômico as situadas no Município de Marapanim, ocorrência 113; Município de Primavera, ocorrências 123, 159, 160, 161, 162 e 163; Município de Capanema, ocorrência 136; Município de Bragança, ocorrências 131 e 135; e Município de São Miguel do Guamá, ocorrência 133. Destas, as de números 159, 160, 161, 162 e 163 são de concheiros naturais, encontrados somente na orla marítima, as demais são de calcário da Formação Pirabas (Anexo 4).

Foi feita uma triagem das ocorrências cadastradas, a fim de selecionar as de maior importância sob o ponto de vista da natureza do material, condições topográficas e dimensões.

Os trabalhos programados para as ocorrências de calcário, excluíam a área de atuação da Cimentos do Brasil S.A. - CIBRASA, que é de 20 km em torno da Cidade de Capanema, onde essa empresa conhece todas as ocorrências e possui pedidos de pesquisa e concessão de lavra das mesmas.

Foram executados trabalhos de sondagem nos depósi

tos 135 - Vila Campinho e 131 - Vila Piabas, no Município de Bragança. Neste trabalho, para localização das sondagens e controle topográfico da área, foram inicialmente abertas picadas no sentido NS e EW, partindo de um ponto geográfico de fácil localização no terreno.

As sondagens obedeceram inicialmente a uma malha com espaçamento de 100 m, sendo posteriormente reduzida para 50 m, em vista da pequena extensão das lentes de calcário encontradas nos primeiros depósitos trabalhados.

Foram executados 10 poços, totalizando 58,6 m de perfuração, abertura de 885 m de picada para levantamento topográfico a teodolito e coleta de 9 amostras para análises químicas (Fig. 33).

7.4.3 - Depósitos avaliados

O depósito 131 está localizado na Vila Piabas, 1 km ao sul da Rodovia PA-25, terreno de Raimunda Figueiredo, Município de Bragança (Anexo 41).

Em apenas um poço, foi verificado calcário argiloso cinza esverdeado, de 2,0 m de espessura. Esse calcário não foi encontrado nos poços seguintes, espaçados de 100 m. Numa área de 10.000 m^2 em torno desse poço, foi calculado um volume de 20.000 m^3 de material, estimando-se em 1,0 m de espessura média a camada útil e 5,2m, o capeamento. A relação entre o capeamento e a camada útil correspondeu a 1:0,2. A densidade do carbonato de cálcio é 2,95 (Anexo 42, Fig.34, Foto 8).

No depósito 135, localizado na Vila Campinho, 1 km ao sul do Rio Cairará, pela estrada PA-12, no Município de

FIG. 33

PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE CALCÁRIO

LOCALIZAÇÃO	AMOSTRA	P.F.	R.I.	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	R_2O_3	FONTE
Margem direita do Rio Guamá, Vila Urucuriteua - S. Miguel do Guamá.	1415-AS-61a	36,88		17,57	36,69	0,64			7,57	Lab. Quimica da CPRM - Agência Belém
Margem direita do Rio Guamá, Vila Urucuriteua - S. Miguel do Guamá.	1415-AS-61b	29,42		31,12	25,13	0,48			12,66	"
Margem direita do Rio Marapanim, Localidade S. Vicente-Marapanim.	1415-AS-64a	41,47		6,42	27,82	15,00			7,83	"
Margem direita do Rio Marapanim, Localidade Recreio -Marapanim	1415-AS-66a	36,38		11,52	46,45	0,97			2,83	"
Ponta da Fazenda, Ilha Fortaleza - Primavera.	1415-BD-176	35,22		17,64	42,64	1,13			2,56	"
Idem, Ponta do Castelo.	1415-BD-177	46,46		1,24	42,52	5,72			2,32	"
Concheiro natural da foz do Rio Axindeua, S. João de Pirabas- Primavera	1415-BD-178	21,72		49,70	17,95	traços			10,64	"
Afloramento a 2 Km.a leste de Quatipurú - Primavera	1415-BD-179	38,20		13,62	41,06	0,56			5,94	"
Concheiro natural da ilha da Mina, estrada Quatipurú - Boa Vista-Primavera.	1415-BD-180	37,56		8,36	43,98	0,40			0,32	"

FIG 33

Des: Abrahão

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
Agência Belém
PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

CÁLCULO DE RESERVA — DEPÓSITO Nº 131

SONDAGEM	CAMADA UTIL	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m^2)		VOLUME (m^3)		RESERVA (t)		RESERVA TOTAL	CAPEAMENTO
Nº	(m)	MEDIDA	INDICADA	MEDIDO	INDICADO	MEDIDA	INDICADA	(t)	(m)
AS- 75	0,0								3,2
AS- 72	2,0		10.000		20.000		59.000	59.000	4,0
AS- 73									6,5
AS- 74									7,0
	med. 1,0								med. 5,2
TOTAL			10.000		20.000		59.000	59.000	

OBSERVAÇÕES: Densidade do $CaCO_3$ 2,95

FIG. 34

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
Agência Belém
PROJETO MATERIAIS INDUSTRIAIS

CÁLCULO DE RESERVA								DEPÓSITO Nº 135	
SONDAGEM	CAMADA UTIL	ÁREA DE INFLUÊNCIA (m^2)		VOLUME (m^3)		RESERVA (t)		RESERVA TOTAL	CAPEAMENTO
Nº	(m)	MEDIDA	INDICADA	MEDIDO	INDICADO	MEDIDA	INDICADA	(t)	(m)
AS- 67									5,0
AS- 68	3,3	5.000	5.000	16.500	16.500	48.675	48.675	97.350	2,2
AS- 69									5,5
AS- 70	1,5		9.600		14.400		42.480	42.480	5,0
AS- 78									6,0
AS- 71	0,5		4.300		2.150		6.342	6.342	4,0
	med. 1,8								med. 4,6
TOTAL		5.000	18.900	16.500	33.050	48.675	97.497	146.172	

OBSERVAÇÕES: Densidade $CaCO_3$ 2,95

FIG. 35

Bragança foi verificada uma lente de calcário amarelo, duro, fossilífero, intercalado com lentes de calcário cinza escuro, argiloso. Foi delimitada uma área de aproximadamente 23.900m^2, com a espessura média da camada útil em torno de 1,8m. Calculou-se o volume de 49.500m^3. Com a espessura média da camada estéril, em torno de 4,6m, obteve-se a relação entre o capeamento e a camada útil 1:0,4 (Anexos 43 a 46, Fig. 35).

7.5 - Bauxita

7.5.1 - Considerações

Os depósitos de bauxita na região NE do Estado do Pará e NW no Estado do Maranhão são conhecidos há muitos anos e constituem jazimentos apreciáveis, principalmente levando em consideração os diversos platôs conhecidos.

Fora do âmbito da área do Projeto são assinalados inúmeros platôs com mineralizações de bauxita, como a Serra do Piriá, no Pará, e Serra Pirocaua, Serra Tiracambu, Morro Tromai, Ilha Trauira, no litoral Maranhense. Estas últimas, com a peculiaridade de serem fosfatadas.

Na área do Projeto, ocorre bauxita na região SE, ao longo do Rio Piriá, Serra Cansa Perna e alto Rio Guamá, Serra Estirão das Antas.

Todos os platôs constituem elevações da ordem de menos de uma centena de metros sobre os terrenos adjacentes e são considerados resíduos de outras formações, onde uma capa laterítica conservou-os até nossos dias. Eles evidenciam a intensa erosão sofrida em épocas pós-Pliocênicas, que provo

cou a destruição quase total das Barreiras nestas regiões.

Esses platôs são provavelmente formados pelo fundamento Arqueano e pelos resíduos da Série Gurupi do Algonquiano. Abreu, 1935 (1). O processo de bauxitização, entretanto, remonta do Mioceno ou de idade um pouco anterior, decorrente do clima temperado e úmido deste período, constatado pela presença de caulinita detrítica nos sedimentos estudados. Almaraz, 1971 (6).

7.5.2 - Depósitos estudados

Foram estudados somente os depósitos localizados dentro da área do Projeto, como sejam, o da Serra Cansa Perna, no Rio Piriá e o da Serra Estirão das Antas, no Rio Guamá (Anexo 47).

7.5.2.1 - Depósito da Serra Estirão das Antas

Localiza-se na margem esquerda do Rio Guamá, trecho compreendido entre os Igarapés Jararaca e Narcisa, aproximadamente entre os paralelos $1^{o}30'$ e $1^{o}50'$ sul e a oeste do meridiano $47^{o}00'$.

Observa-se uma topografia ondulada, com inúmeros platôs destacando-se no horizonte, em ambas as margens do rio. Esses platôs são denominados localmente de Serra Estirão das Antas, na margem esquerda e Serras Altamira, Conde, Jutaiaponga, na margem direita. O desnível da Serra Estirão das Antas, em relação ao Rio Guamá, é de 90m em média.

- Prospecção por escavações

Foram realizadas escavações de cachimbos a partir do topo da Serra Estirão das Antas com 2,0 m de profundidade cada, alcançando 13 m de desnível total. O último cachimbo escavado no desnível de 12 m, alcançou uma plataforma existente na encosta, somente com 1,0 m de profundidade (Anexo 48, Fotos 9 e 10).

Devido ao espesso eluvião, de aproximadamente 1,5 metros, não foi possível atingir a camada bauxítica, através dos cachimbos dispostos de tal maneira, fato esse comprovado pela extrema semelhança dos sedimentos encontrados em todo o perfil. Deste modo, foram aprofundadas as escavações de cada cachimbo, até atingir a profundidade do cachimbo subsequente, e assim amostrado a camada de nódulos bauxíticos.

- Aspectos econômicos

Dos trabalhos efetuados na encosta da Serra Estirão das Antas, foi observada uma camada de 2,0 metros de espessura, de nódulos bauxíticos inseridos numa matriz areno-argilosa de cor vermelha arroxeada, na profundidade de 9,0 metros. É possível que esta camada se estenda para um nível mais alto, mais próximo ao topo do platô, visto que os primeiros cachimbos escavados não ultrapassaram o espesso eluvião, e por serem encontrados nódulos bauxíticos juntamente com pedaços de canga laterítica. No topo do platô, assenta uma camada de 2,0 metros de canga laterítica.

Uma amostra tomada a 9,5 m, incluindo nódulos late

ríticos e matriz, revelou um teor de 39,8% de Al_2O_3. Da camada situada mais próxima ao topo, foram coletadas duas amostras médias, contendo nódulos lateríticos e nódulos bauxíticos, cujas análises revelaram teores de 30,9% e 20,7% de Al_2O_3. Essas amostras foram analisadas ao natural, sem nenhum tratamento prévio.

7.5.2.2 - Depósito da Serra Cansa Perna

A Serra Cansa Perna está localizada a 2 km ao norte do povoado Cachoeira, e a leste do cruzamento do Igarapé Macaco com a Rodovia BR-316, local onde hoje se ergue a torre repetidora da EMBRATEL.

Esta serra é formada de inúmeros platôs alongados, de aproximadamente 60 metros de altura, disposto na direção geral NS, separando as bacias dos Rios Gurupi e Piriá. Nesses platôs, foram observados níveis bauxíticos juntamente com canga laterítica. Um poço, perfurado no local, mostrou até a profundidade de 10 m uma rocha de estrutura cavernosa, sendo estas constituídas de sílica coloidal e preenchidas por bauxita.

A amostra BD-164, coletada a 200 m a leste de Cachoeira, num corte de estrada no alto de um platô, é uma rocha de coloração vermelha arroxeada, constituída de argila enriquecida de alumínio e nódulos de ferro hematítico (especularita). Esta amostra revelou teor de 21,05% de Al_2O_3, sem nenhum beneficiamento prévio.

7.6 - Cascalho

7.6.1 - Considerações

Os depósitos de cascalho, cadastrados na região, constituem preferencialmente as baixadas marginais dos Rios Guamá, Caeté, Quatipuru e Piriá, cobrindo uma faixa de ocorrência de direção geral NE-SW. São depósitos de dimensões economicamente aproveitáveis, com a camada de cascalho variando entre 0,4 a 2,5 m de espessura e os seixos nos tamanhos variáveis entre 0,5 a 15 cm, sendo esta variação notada mais em função da distância da fonte. Considera-se a fonte geradora desse material, as rochas cristalinas aflorantes na região, e principalmente os veios de quartzo fraturados encontrados nos filitos da Série Gurupi.

Esses depósitos são considerados de idade Quaternária, produzidos por retrabalhamento do Grupo Barreiras, intercalados em sedimentos pós-Barreiras. Francisco, 1971 (16). De fato, eles são encontrados, ora formando os depósitos lavados das faixas marginais dos rios, ora inseridos numa matriz areno-argilosa, formando camadas variando de 10 a 30 cm de espessura, intercalados, por sua vez, em sedimentos areno-argilosos de coloração laranja amarelada a creme, como podem ser observados na entrada da Cidade de Bragança, num corte de estrada dissecado pela erosão, na margem da Rodovia PA-25, trecho compreendido entre a ponte sobre o Rio Quatipuru e a estrada do ramal para Miraselvas e na Rodovia BR - 316, próximo a ponte sobre o Rio Caeté. Nesta última ocorrência, verifica-se junto com os seixos de quartzo esfumaçado e quartzito,

cristais de feldspato decomposto e de turmalina preta (afrizita).

Em outros locais de ocorrência do Grupo Barreiras, podem ser observados leitos de conglomerado contendo seixos de quartzo leitoso ou esfumaçado de tamanhos aproveitáveis, porém, sendo menores que os encontrados na faixa de ocorrência citada, podendo-se afirmar que eles também fazem parte integrante desse Grupo, considerado a provável fonte supridora dos depósitos de cascalho atuais.

O cascalho, encontrado na região, tem grande aceitação na indústria de construção, em Belém e sua procura é intensa nos locais de ocorrência, chegando mesmo a competir com a brita em produção e preço. Pode ser usado tanto como agregado graúdo para concreto, como para ornamentação de residências, calçadas, pavimentação de estradas etc. É explorado na região por métodos muito rudimentares, prejudicando em muito sua produção e preço.

7.6.2 - Ocorrências

Foram inicialmente cadastradas durante o desenvolvimento do Projeto, doze ocorrências de cascalho ao longo dos cursos do Rio Caeté e médio Rio Guamá, porém, na última fase do trabalho de campo, foram cadastradas e estudadas mais seis ocorrências, sendo cinco localizadas em diversos igarapés da bacia do Rio Quatipuru e uma localizada no Rio Atoleiro, ao norte de Bragança (Anexo 5).

CPRM

7.6.3 - Trabalhos realizados

Foram iniciados os trabalhos de verificação e seleção das ocorrências de cascalho cadastradas. No município de Bragança, foram estudados seis depósitos localizados na várzea e afluentes do Rio Quatipuru e Rio Atoleiro, todos sendo explorados, com produção destinada exclusivamente a Belém.

7.6.3.1 - Depósito 109

Localizado na margem da Rodovia PA-25, entre o ramal de Miraselvas e a ponte sobre o Rio Quatipuru. O cascalho está sendo explotado pelo DER-PA, numa área de 200 x 100 metros. Apresenta uma fina camada de cascalho de 0,5m de espessura, acima da qual se encontra 3,0 metros de arenito argiloso avermelhado. O cascalho é grosseiro no topo, diminuindo para a base. Abaixo da camada de cascalho, aparece um arenito argiloso caulínico.

7.6.3.2 - Depósito 164

Localizado na margem do Rio Atoleiro, à 10 km ao norte de Bragança. Neste depósito, encontram-se seixos de quartzo de tamanho, variando entre 1 e 8cm. O cascalho se encontra sob uma camada de areia branca, grossa, de 0,8m. Está sendo lavrada uma área de 500 x 500m, existindo ainda uma vasta região para exploração. A camada de cascalho varia entre 0,5 a 1,5m de espessura. Calcula-se na área explotada um volume de 250.000m^3.

7.6.3.3 - Depósito 165

Localizado no Rio Açaiteua, afluente da margem esquerda do Rio Quatipuru, a 3,9 km da margem da estrada Tauari-Miraselvas, local denominado S. Caetano (Tabocal). O cascalho estende-se por toda a margem do Rio Açaiteua, apresentando uma camada de 2,2m de espessura, quase sem capeamento.

Estima-se uma reserva de 550.000m^3, numa área de 250.000m^2.

7.6.3.4 - Depósito 166

Localizado na margem do Rio Quatipuru, a 3,8km ao norte da rodovia PA-25, no local denominado Piquiá, de propriedade de Pereira Silva. O depósito corresponde a uma área de 500 x 300m, apresenta uma camada de 0,4m de cascalho aproveitável, misturado à areia grossa, branca, e sob uma camada de areia grossa de 0,8m. A produção média por homem é 1 m^3/dia. O cascalho é vendido do depósito para o proprietário do terreno a razão de Cr$-15,00/m^3 e deste para o transportador a Cr$20,00/m^3, chegando a Belém em torno de Cr$60,00/m^3.

Observa-se que a camada de cascalho é contínua por toda a margem do Rio Quatipuru, desde a rodovia PA-25 até o local do depósito. É explotada também em diversos outros locais desta região como Prainha, mais próximo à rodovia PA-25 e Campina, na margem direita e a 3 km ao norte da rodovia PA-25.

7.6.3.5 - Depósito 167.

Localizado na margem sul da rodovia PA-25 e na margem esquerda do Rio Quatipuru, sendo conhecido por Pedreira Progresso. Observa-se uma camada de 0,5m de espessura de cascalho de tamanho, variando em torno de 0,8 a 10cm (faixa de tamanho aproveitável) e sob uma camada de areia grossa de 1,0 m de espessura. Há, entretanto, locais de variação de espessura, tanto da camada de cascalho como do capeamento. Estima-se um volume de 20.000m^3 de cascalho na área lavrada. É possível que esse cascalho se estenda por toda a margem do Rio Quatipuru.

7.6.3.6 - Depósito 168

Localizado na margem do Rio Quatipuru, a 6,4 km ao sul da Vila Fátima (Piabas). No local, observa-se uma camada de cascalho, variando entre 1 a 2m de espessura, com capeamento de areia grossa de 1,0m de espessura. Está sendo explotado há 2 anos, tem uma produção mensal de 120m^3 e é vendido no local a Cr$15,00/m^3.

7.7 - Areia

7.7.1 - Considerações

Segundo os estudos do Prof. J.J. Bigarella, 1966 (11), a maioria das ocorrências de areia, encontradas na região costeira do país, são dunas fósseis. Na região do Proje

to, elas estão geralmente situadas nas cristas dos pontos mais elevados, os quais se situam em torno de 50 metros. Apresentam granulometria homogênea, variando de fina a média, com grãos bem arredondados e foscos. Apresentam ainda a extensão maior de deposição na direção geral EW.

Em outros locais, sobretudo na porção sul da área, como nas baixadas dos Rios Guamá e Acará, são encontrados depósitos de areia de paleocanais. Estes estão sempre associados ao cascalho, apresentando granulometria heterogênea, variando de média a grosseira.

De uma maneira geral, os depósitos de areia encontram-se muito espalhados na região, desde o litoral Atlântico, até 40 km ao sul do Rio Guamá.

Os melhores depósitos estão localizados na micro-região Bragantina e foram estudados durante os trabalhos do Projeto Argila, tendo sido selecionados alguns, em função dos resultados das amostras nos testes de laboratório, dimensões e espessura e por estarem localizados próximos aos principais eixos rodoviários. Foram realizadas sondagens, a trado manual, para coleta de amostras, num espaçamento distribuído caoticamente na área dos mesmos, mas, de tal maneira, que pudesse fornecer uma idéia aproximada da distribuição granulométrica, tanto lateral como verticalmente. O número de sondagens em um determinado depósito foi função direta de sua extensão em área.

Os resultados dos ensaios efetuados nas amostras de areia da região são mostrados no relatório do Projeto Argila. Pode-se dizer, entretanto, que o material é de boa qualidade para fabricação de vidros óticos, vidros planos, vidros

decorativos de cristal, vidro verde e vidro ambar. Arantes, 1972 (8).

7.7.2 - Ocorrências

Foram cadastradas 46 ocorrências de areia, das quais 19 foram consideradas de maior interesse, de acordo com as condições expostas. No mapa de ocorrências (Anexo 3), podem ser observados os depósitos seguintes:

- Depósitos 60 e 61, Município de Vigia, Rodovia PA-16, km 20 e 40, respectivamente.
- Depósito 69, Município de Castanhal, Rodovia BR-316, km 90.
- Depósito 81, Município de Peixe-Boi, Rodovia PA-24, km 28.
- Depósito 52, Município de Belém, Rodovia Augusto Montenegro.
- Depósitos 53 e 54, Município de Ananindeua, Rodovia BR-316 e PA-30, respectivamente.
- Depósitos 72, 73 e 98, Município de Sta. Maria, Rodovia BR-010, km 4, 5 e 13, respectivamente.
- Depósito 58, Município de Sta. Izabel, Rodovia PA-16, km 5.
- Depósito 59, Município de Sto. Antonio do Tauá, Rodovia PA-32.
- Depósito 91, Município de Maracanã, Rodovia PA-14, km 67.
- Depósitos 86 e 87, Município de Capanema, Rodovia BR-316, km 160 e 167, respectivamente.
- Depósitos 65 e 96, Município de Curuçá, Rodovia PA-15, km 27 e 35, respectivamente.

- Depósitos 83 e 97, Município de Peixe-Boi, Rodovia PA-7, km 25 e 26, respectivamente.

Entre estes, foram selecionados para estudo, os de números 59, 60, 61, 65, 69, 72, 81, 83, 91, 96 e 98.

8. CONCLUSÕES

Foram concluídos os trabalhos de pesquisa preliminar nos depósitos de argila, localizados nas margens continentais e ilhas da costa paraense, banhada pelas Baías de Guajará e Marajó, estimando-se para os depósitos 6, 27 e 140, respectivamente 249.926, 1.202.775 e 1.832.485 toneladas. Os resultados dos testes de laboratório revelaram argila de boa qualidade para uso em cerâmica branca e refratários.

A argila dos depósitos 28 e 47, do Município de Bragança, são de uso provável para cerâmica branca (faltando somente testes mais específicos para comprovação). A análise de raios-x, revelou argila caulínica e pequena porcentagem de quartzo, enquanto, no ensaio de queima, apresentou coloração branca entre 900° e 1.400°C. Uma estimativa de cálculo de reserva inferida, baseada na espessura da camada e delimitação da área de ocorrência em mapa, mostrou um valor de 29.000.000 de toneladas de material, considerando apenas 50% da área e densidade igual a 2,5.

O argilito da rodovia Pará-Maranhão (BR-316), reveste-se da maior importância econômica, em vista dos resultados apresentados nos testes de laboratório, como sendo próprio para fabricação de agregados leves. Os ensaios foram realizados no laboratório da CPRM-Agência Belém, e no laboratório da CINASA, em São Paulo.

Os depósitos são bastante grandes, tendo sido calculadas, com base nos trabalhos de sondagem, reservas inferidas de 25.500.000, 11.750.000 e 37.500.000 toneladas respectivamente para os depósitos 151 e 152, 153 e 154. Em função da

localização geográfica e condições locais, os depósitos 151 e 152, são os mais cotados para futuros trabalhos de pesquisa de detalhe.

Constatou-se ocorrência de bauxita na Serra Estirão das Antas, no alto Rio Guamá. Essa ocorrência justifica um estudo mais detalhado, uma vez que as análises químicas das amostras coletadas apresentaram teores elevados de alumina, considerando que as mesmas não sofreram nenhum tratamento inicial. Além disso, as demais serras encontradas naquela região, como Jutaiaponga, Conde, Altamira etc., podem conter também níveis bauxíticos e constituirem no todo, uma grande reserva desse material.

9. RECOMENDAÇÕES

É de importância capital a continuação dos trabalhos programados para o argilito da rodovia BR-316, que constam da execução de sondagens nos depósitos 151 e 152, nos quais foram selecionadas duas áreas de 1.000 ha cada, sendo uma, na margem norte e outra, na margem sul da rodovia, tendo para ponto de amarração de ambas, o cruzamento da estrada com o Rio Pedral, aproximadamente, no km 75. Trabalhos como esse, são de extrema necessidade, uma vez que visam à pesquisa detalhada de um material que poderá vir a ser explotado economicamente.

Os trabalhos que vinham sendo executados, ultimamente, relacionados ao calcário, estavam em fase inicial de pesquisa, fato que não permitiu apresentar resultados satisfatórios sem a conclusão dos mesmos. Seria necessário, portanto, para a determinação geral das ocorrências de calcário, a continuação das pesquisas a fim de poder realizar a avaliação final das reservas.

Esse calcário reveste-se de grande importância, dada as necessidades prementes da indústria de cimento instalada na região, além de poder ser usado com grande vantagem na preparação de fertilizantes e corretivo de solos, dando margem à implantação de uma indústria dessa natureza.

Recomenda-se para trabalhos futuros, um estudo mais detalhado das ocorrências de argila caulínica de coloração preta, da região de Tracuateua e Miraselvas, no Município de Bragança e das ocorrências de argila caulínica de coloração branca, localizadas ao longo da estrada Tauari-Miraselvas,

no Município de Capanema.

Em vista dos resultados obtidos nas amostras de argila caulínica no Município de Bragança, faz-se necessário trabalhos de pesquisa para conhecimento de seu potencial.

É conveniente também, a continuação dos trabalhos de prospecção geoquímica ao longo da faixa de metamorfitos que se estende com direção geral NW-SE, desde o Rio Piriá, no Pará, até o Rio Maracassumé, no Maranhão, a fim de obter maiores conhecimentos sobre as mineralizações de ouro naquela região.

CPRM

10. BIBLIOGRAFIA

1. ABREU, S.F. - Observações sobre a Guiana Maranhense, Rev. Bras. de Geografia, Rio de Janeiro, 50p., 1936.

2. ACKERMANN, F.L. - Geologia e Fisiologia da Região Bragantina (Estado do Pará), in Cadernos da Amazônia, Manaus, Inst. Nac. Pesq. da Amazônia, Vol. 2, 90 p., il., 1964.

3. ACKERMANN, F.L. - A BR-14, suas relações com a Região Bragantina no Estado do Pará e a Bacia Tocantins-Araguaia, SPVEA, Rio de Janeiro, 24 p., tab., 1966.

4. ACKERMANN, F.L. - Esboço para geologia entre a Cidade de Belém-Rio Gurupi e o Atlântico-Rio Guamá, Belém, map., il., 1969.

5. AGUIAR, G.A. de - Revisão geológica da Bacia Paleozóica do Maranhão, Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo, Vol. 3, pp. 113-122, Set. 1971.

6. ALMARAZ, J.S.U. e FORMOSO, M.L.L. - Contribuição ao ambiente da Formação Pirabas - Mineralogia de Argilas. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia. São Paulo, Vol. 2, pp. 247-65, Set. 1971.

7. ARANTES, J.L.G., et alii - Projeto Grão Pará - 2ª Fase DNPM - Distrito Norte, Rel. Inédito, 16 p., mapa, il., 1969.

8. ARANTES, J.L.G., DAMASCENO, B.C. e KREBS, A.S.J. - Projeto Argila - Belém. DNPM, Convênio DNPM/CPRM, Rel. Final, 2 Vol., 40 p., il., mapas, 1972.

9. BERG, E.A.T. - Estudo Tecnológico de Argilas do Estado do Paraná. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 133 p., tab., il., fev. 1970.

10. BIGARELLA, J.J. e ANDRADE, G.O. - Considerações sobre a Estratigrafia dos Sedimentos Cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Recife, PE. Arq. do Inst. Ciên. da Terra, Vol. 2, pp. 2-14, Out. 1964.

11. BIGARELLA, J.J., FREIRE, S.S., SALAMUNI, R. e VIANA, R. - Contribuição ao estudo dos sedimentos praiais recentes. Bol. da Univ. Fed. do Paraná, vol. 6, maio 1966.

12. CARVALHO, P.F. de - Reconhecimentos geológicos entre a Costa Atlântica de Maracanã a Pirabas e a Estação Experimental na Estrada de Ferro de Bragança, in Reconhecimentos Geológicos e Sondagens na Bacia do Amazonas. SGM Rio de Janeiro, Bol. 15, pp. 115-24, mapa, 1926.

13. DNPM - 5º DISTRITO NORTE - Contribuição do Departamento Nacional da Produção Mineral no Desenvolvimento Geo-Econômico da Região Norte, Rio de Janeiro, Publ. Esp. nº 7, 105 p., mapas, 1969.

14. DAMASCENO, B.C. - Resultados obtidos no desenvolvimento do Projeto Grão-Pará, DNPM - 5º Distrito Norte, Rel. Inédito, 27 p., mapas, mai/jun. 1970.

15. FERREIRA, E.O. - Carta Tectônica do Brasil - Notícia Explicativa. DNPM, Publ. Preliminar, Rio de Janeiro, 37 p., 1970.

16. FRANCISCO, B.R. et alii - Contribuição à geologia da Folha de São Luís (SA-23), no Estado do Pará, III Estratigrafia, IV - Recursos Minerais. CNPq-M.P. Emílio Goeldi, Belém, Geologia nº 17, 40 p., il., mapa, 1971.

17. GUIMARÃES, G.A. e SANTOS, J.M.S. - Os calcários do Estado do Pará e suas possibilidades de utilização na calagem dos solos. Inst. Pesq. e Exp. Agropecuárias do Norte - IPEAN, Circular nº 11, 24 p., Tab., mapa, jul. 1968.

18. HOLLENBECK, R.P. e TYRREL M.E. - Shales for lightwight aggregate in appalachian region, Kentucky and Tennessee. U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Mines, 54p., il., tab., 1968.

19. IBGE - Sinópse preliminar do Censo Demográfico - VIII Recenseamento Geral, 1970 - Pará. Instituto Brasileiro de Estatística, 1972.

20. KOSCHLAU, K. - Zwischen Ozean und Guamá. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Mem. 2, 1900.

21. LISBOA, M.A. - A Bacia do Rio Gurupi e as suas minas de ouro. DNPM - Serviço de Fomento da Produção Mineral, Rio de Janeiro, Bol. 7, 1935.

22. LOCZY, L. de - Contribuições à Paleogeografia e História do Desenvolvimento Geológico da Bacia do Amazonas. DNPM - Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro, 96 p., il., tab., 1966.

23. MANESOONE, J.M., SILVA, A.C. e BEURLEN, K. - Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Rev. Bras. de Geociências, Vol.

2, nº 3, pp. 173-188, il., mapa, set. 1972.

24. MAURY, C. - Fósseis Terciários do Brasil. Serviço Geológico e Mineralógico, Rio de Janeiro, Monografia nº 4, 1943.

25. MOLNAR, A.B. e ALMARAZ U., J.S. - Reconhecimento geológico entre as Bacias do Amazonas e Maranhão, Petrobrás, Rel. Inédito 50-G, 1966.

26. MOURA, P. de - Rio Gurupi. Serviço Geológico e Mineralógico, Rio de Janeiro, Bol. 78, 1936.

27. OLIVEIRA, A.I. e GOMES, L.M.A. - Reconhecimento geológico dos Rios Guajará e Capim. in Reconhecimentos Geológicos e Sondagens na Bacia do Amazonas. Serviço Geológico e Mineralógico, Rio de Janeiro, Bol. 15, pp. 124 - 128, 1926.

28. PAES LEME, A.B. - História Física da Terra - Rio de Janeiro, 1.020 p., il., 1943.

29. PAIVA, G., CAPPER, H.A. de S., ABREU, S.F. - Ouro e Bauxita na Região do Gurupi (Pará-Maranhão). DNPM - SFPM, Rio de Janeiro, Bol. 13 - 1937.

30. PANDOLFO, C.M. - Minério de Bauxita Fosforosa do Maranhão. SPVEA - Comissão de Planejamento, Belém, tomo 2, nº 5, 1959.

31. PANDOLFO, C.M. - A Amazônia e seus problemas. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM, Belém, 25 p., 1972.

32. PENNA, D.F. - Breve notícia sobre os sambaquis do Pará.

Arq. do Museu Nacional, Rio de Janeiro, Vol. 1, 1876.

33. PETRI, S. - Foraminíferos fósseis da Bacia de Marajó. Fac. de Fil. Cien. e Letras da Univ. de S. Paulo. São Paulo, Bol. 11, 1952.

34. REZENDE, W.M. e PAMPLONA, H.R.P. - Estudo do Desenvolvimento do Arco Ferrer-Urbano Santos. Petrobrás, Rio de Janeiro, Bol. Tec. 13, pp. 5-14, jan/jun. 1970.

35. REZENDE, W.M. e FERRADAES, J.O. - Integração geológica regional da Bacia Sedimentar da foz do Amazonas. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia, S. Paulo, Vol. 3, pp. 203-14, mapas, set. 1971.

36. SANTOS, P.S. - Tecnologia de Argilas, Instituto Tecnológico da Universidade Federal da Paraíba, S. Paulo, 3 Vols, tab., il., 1966.

37. SCHALLER, H., VASCONCELOS, D.N. e CASTRO, J.C. - Estratigrafia preliminar da Bacia Sedimentar da foz do Rio Amazonas - Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia, S. Paulo, Vol. 3, pp. 189-202, mapas, set. 1971.

38. SOARES, L.C. - Amazônia, Guia da excursão nº 8, do XVIII Congresso Internacional de Geografia, Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, 341 p., il., 1963.

39. SOUZA, H.C.A. de - Rochas da região de Bragança a Turiassú. DNPM - Serv. Fom. Prod. Mineral, Rio de Janeiro, Bol. 32, 1938.

40. TOWSE, D. e VINSON, P.E. - Lateritas aluminosas do Baixo Amazonas, Rev. Eng. Mineração e Metalurgia, Rio de Ja

neiro, Vol. XXX, nº 177. il., mapa, set. 1959.

41. VIEIRA, J. e SOUZA, P. de - Considerações sobre a aplicação da ATD no estudo de argilas cerâmicas do Brasil. Rev. Cerâmica, Vol. 10, nº 39, 1964.

42. CINASA - Cinasita, Informações Técnicas. Bol. 1, 1970.

ADENDO

PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA NO RIO GURUPI

1. GENERALIDADES

A faixa de metamorfitos que atravessa as bacias do Rio Maracassumé (Maranhão), Rio Gurupi (Maranhão-Pará) e Rio Piriá (Pará), é potencialmente significativa para um reconhecimento geoquímico por meio de coleta e análise de amostras de sedimento de corrente, concentrado de bateia e rocha. Nesta faixa, bem delimitada por alinhamentos NW-SE, com largura média de 50 km, ocorrem mineralizações de ouro nativo e sulfetos em tipos variados de silexitos. Ela é constituída por rochas félsicas e máficas (riolitos, pórfiros, silexitos, granitóides, xistos verdes, filitos, arcósios, etc.).

Na região do médio Rio Gurupi, a mineralização de ouro, bastante citada na bibliografia (Arrojado Lisboa, Glycon de Paiva, Pedro de Moura, H. Capper de Souza e outros), ocorre em filões de quartzo (silexitos?) encaixados e concordantes em filitos e talco-sericita-xistos, por vezes bem silicificados.

Foi selecionada uma faixa de em média 30 km de largura, ao longo do Rio Gurupi, curso médio, sendo prevista a coleta em torno de 250 amostras de sedimento de corrente, somente na drenagem secundária e a intervalos de 2,5 km, compreendida entre os paralelos $1^{o}30'$ a $2^{o}30'$ de longitude Oeste.

Foi prevista a coleta de concentrado de bateia

para cada cinco amostras de sedimento de corrente e ainda amostras de rocha não intemperizada representativas das diversas litologias existentes.

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS DO CURSO MÉDIO DO RIO GURUPI

Na região do curso médio do Rio Gurupi afloram rochas do Quaternário, do Terciário, do Paleozóico e do Pré-Cambriano. (Anexo 49).

2.1 - Quaternário (Qh)

É representado por aluviões de areia e cascalho em áreas restritas ao vale do Rio Gurupi e alguns de seus afluentes maiores. Constituem as zonas de mangue próximo à costa. Por vezes se apresentam em terraços formados por depósitos silicosos e argilosos, distinguíveis dos depósitos terciários por serem pouco consistentes, pela presença de matéria orgânica e por apresentarem cores menos vivas. Moura, 1936 (26).

2.2 - Terciário - Formação Alter do Chão (Tac)

Arenitos médios, grosseiros, conglomeráticos, amarelos e róseos, mosqueados, friáveis, com estratificações cruzadas, níveis de concreções argilo-limoníticas e arenitos ferruginosos.

Argilitos brancos e róseos avinhados, com manchas cromáticas de ferro. Molnar, 1966 (25).

2.3 - Paleozóico (?) (P?)

Folhelhos vermelho tijolo a cinza escuros, laminados, micáceos, síltícos.

Arenitos cinza escuros, duros, folhelhos síltícos, fratura conchoidal. Molnar, 1966 (25).

2.4 - Pré-Cambriano

Para efeito de interpretação geoquímica e devido ao caráter composicional, o complexo Pré-Cambriano foi dividido em dois grupos:

Grupo A (pЄg A)

Intercalações de rochas laminadas félsicas (pórfiros, riolitos, silexitos, arcósios, arenitos, granitos, dioritos, etc.) e máficos, também laminados (filitos, filitos hematíticos). Este conjunto destaca-se na paisagem por apresentar alinhamentos estruturais bem nítidos com a direção NW-SE. Foi denominado por H. Capper Souza, Pedro de Moura e Glycon Paiva (1936-1938) como Série Gurupi, atribuída ao Algonquiano, tendo sido tentativamente correlacionado com a Série Minas.

Grupo B (pЄg B)

Pacote de rochas máficas laminadas e por vezes bem milonitizadas. Estas rochas parecem ser as mais velhas e

afloram nas margens NE e SW do "belt" xistoso, mantém uma orientação geral NW-SE. São constituídas de piroxênio - diorito, anfibólio-granito, anfibolitos, anfibólio-gnaisse e principalmente xistos verdes (anfibólio-xisto, clorita - xisto, biotita-clorita-xisto, etc.), além de granito-gnaisses e migmatitos.

Em ambos os grupos, particularmente nas rochas cristalofilianas, o quartzo apresenta forte extinção ondulante.

3. DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS

Foram coletadas um total de 307 amostras, sendo 244 de sedimentos de corrente para análise geoquímica, 33 de rochas para petrografia, 22 de rochas em duplicata para ensaios geoquímicos, 4 concentrados de bateia e 4 de argilas para identificação mineralógica.

As amostras de sedimento de corrente foram coletadas nas calhas das drenagens secundárias, mantendo um espaçamento em torno de 2,5km (Anexo 50).

Foram observados e coletados para análise petrográfica, vários tipos litológicos, descritos no campo como gnaisse, granitóide, diorito, quartzo-diorito, arcósio, mica xisto (clorita e sericita-xisto), além de riolito e pórfiro-riolito, todos silicificados, cizalhados e de aspecto bastante xistificado.

As rochas, particularmente as xistosas, apresentam alinhamentos nítidos NW-SE, variando de 10° a 50°NW, geralmente verticais ou com profundo mergulho 70° - 80°SW. No

bordo sudeste desse pacote metamórfico, as rochas estão bem mais xistificadas, encontrando-se sobretudo migmatitos.

Algumas amostras de rocha, como dioritos e gnaisses de composição diorítica, apresentam sulfetos disseminados em pequena proporção, particularmente em amostras coletadas no Gurupi-Mirim e outros afluentes próximos ao citado rio.

Foram observados e amostrados nas proximidades de Itamauari, chapéus de ferro, com presença de seixos de quartzo rolado, sendo localmente muito ricos em pisolitos de hidróxido de ferro e manganês.

Nos arredores da conhecida Mina da Beira, próximo a Ilha Chatão, e num ponto desta mesma ilha, foi observada uma rocha intensamente cizalhada, silicificada, com pórfiros de quartzo de 1 a 3 mm, identificada como riolito pórfiro. Segundo dados de bibliografia, essa rocha corresponde ao chamado "filão" e é portadora de mineralização de ouro. Estende-se desde as margens do Rio Maracassumé, no Maranhão, onde estão as antigas minas Montes Áureos, até cruzar a rodovia Pará-Maranhão (BR-316), na altura da bacia do Rio Piriá, numa extensão superior a 100 km, onde ocorrem, num alinhamento retilíneo bem característico, diversos veios lavrados, como Montes Áureos, Monte Cristo, Chega Tudo, Mina do Americano, Mina da Beira, no Maranhão, e Alegre, Flechal, Cachoeira, etc, no Pará. O chamado "filão" apresenta-se na região com um relevo bem nítido, caracterizado por morros alongados na direção N 40°W e variando de 30 a 50 metros de desnível.

4. TRATAMENTO DOS DADOS

Nas amostras coletadas, foram efetuadas análises

petrográficas, mineralógicas, colorimétricas, espectrográficas semi-quantitativa e espectrofotométricas de absorção atômica, entretanto, em face da paralização dos trabalhos do projeto, não foram concluídos os estudos estatísticos, que permitiriam uma interpretação geoquímica da região.

Para que esses trabalhos possam ser concluídos é necessário que seja feita uma extensão do presente Projeto.

CPRM

Foto 1 - Acampamento montado na área das sondagens para pesquisa de argila.

Foto 2 - Abertura de picada para levantamento topográfico e locação de sondagens.

Foto 3 - Sondagem a trado motorizado usado na pesquisa de argila.

Foto 4 - Sonda rotativa em operação sobre depósito de calcário.

Foto 5 - Sondagem por poço usado também na pesquisa de calcário.

Foto 6 - Campo natural ao norte de Tracuateua, sob o qual se encontra importante depósito de argila caulínica.

Foto 7 - Lavra da argila caulínica residual no depósito da estrada Tauari-Miraselvas, Município de Bragança.

Foto 8 - Um poço escavado no depósito de calcário da Vila Piabas revelou calcário esverdeado intercalado com finas camadas de argila.

Foto 9 - Escavação de trincheiras na Serra Estirão das Antas para pesquisa de bauxita.

Foto 10 - Medição das trincheiras escavadas na Serra Estirão das Antas.

Foto 11 - Falésia mostrando sedimentos do Grupo Barreiras, areias, siltes, argilas e leitos de grês do Pará na parte sup. Na base, aflora calcário fossilífero Pirabas. Vila Japerica, Mun. Primavera.

Foto 12 - Camada de aprox. 4 m de espessura de calcário creme amarelado, fossilífero da Formação Pirabas. Ilha Fortaleza, Mun. Primavera.

CPRM

Foto 13 - Em primeiro plano, calcário da Formação Pirabas. Ao fundo, sedimentos do Grupo Barreiras capeando o calcário. Ilha Fortaleza, Mun. Primavera.

Foto 14 - Argila vermelha arroxeada, compactada, formando peq. dobramento local. Grupo Barreiras, Ilha Fortaleza, Município de Primavera.

CPRM

Foto 15 - Aspecto da lavra da argila caulínica dos campos naturais do norte de Tracuateua no Município de Bragança.

Foto 16 - Detalhe da foto 15. Vê-se a camada de argila preta caulínica, capeando argila creme amarelada.

CPRM

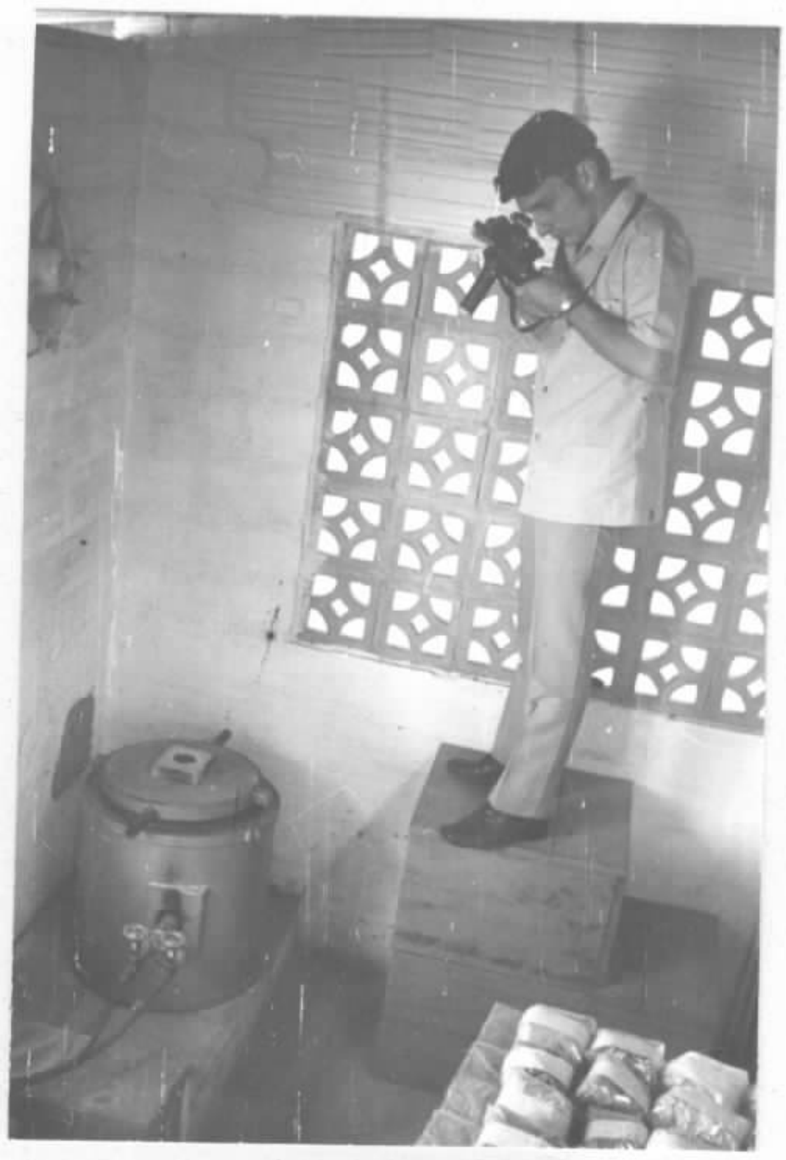


Foto 17 - Medição de temperatura com pirômetro ótico, durante o ensaio de queima. Lab. Química CPRM - Agência Belém.

Foto 18 - Cadinho sendo retirado do forno, contendo corpos de prova queimados em temperatura de até 1450°C. Lab. Química CPRM - Agência Belém.

CPRM

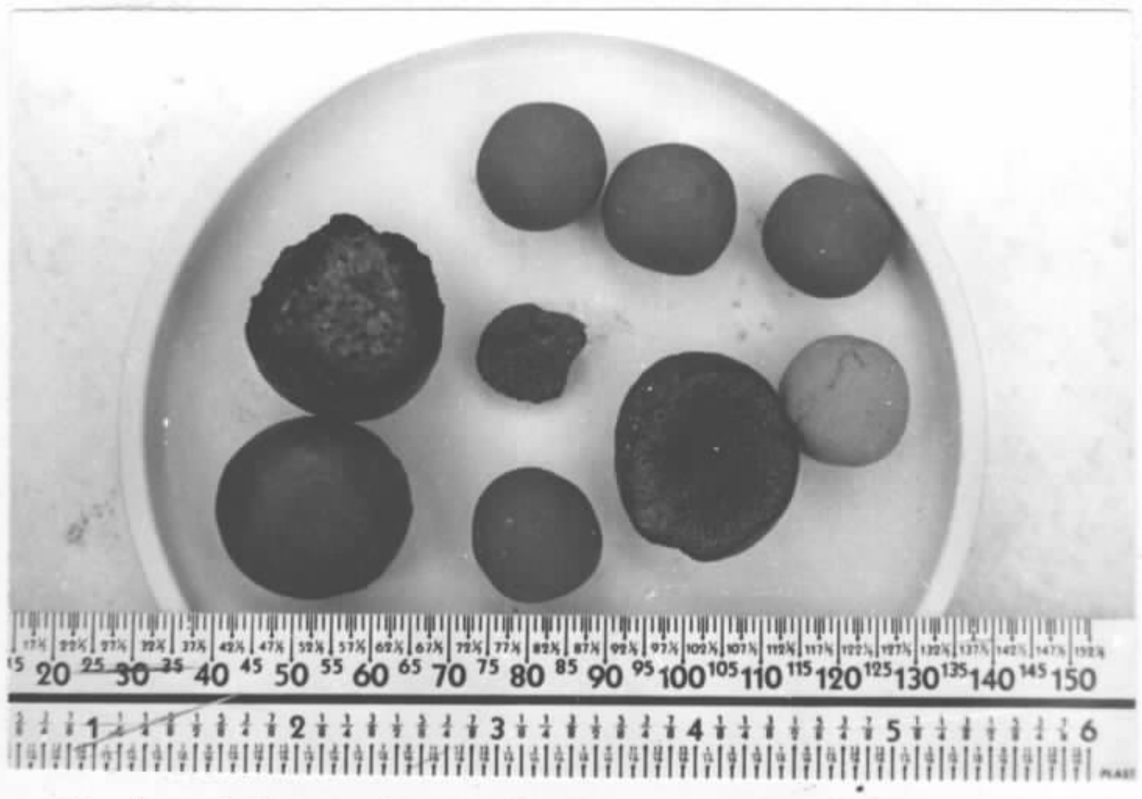


Foto 19 - Amostras expandidas de argilito; corpos de prova não queimados; ao centro, amostra expandida da CINASA.

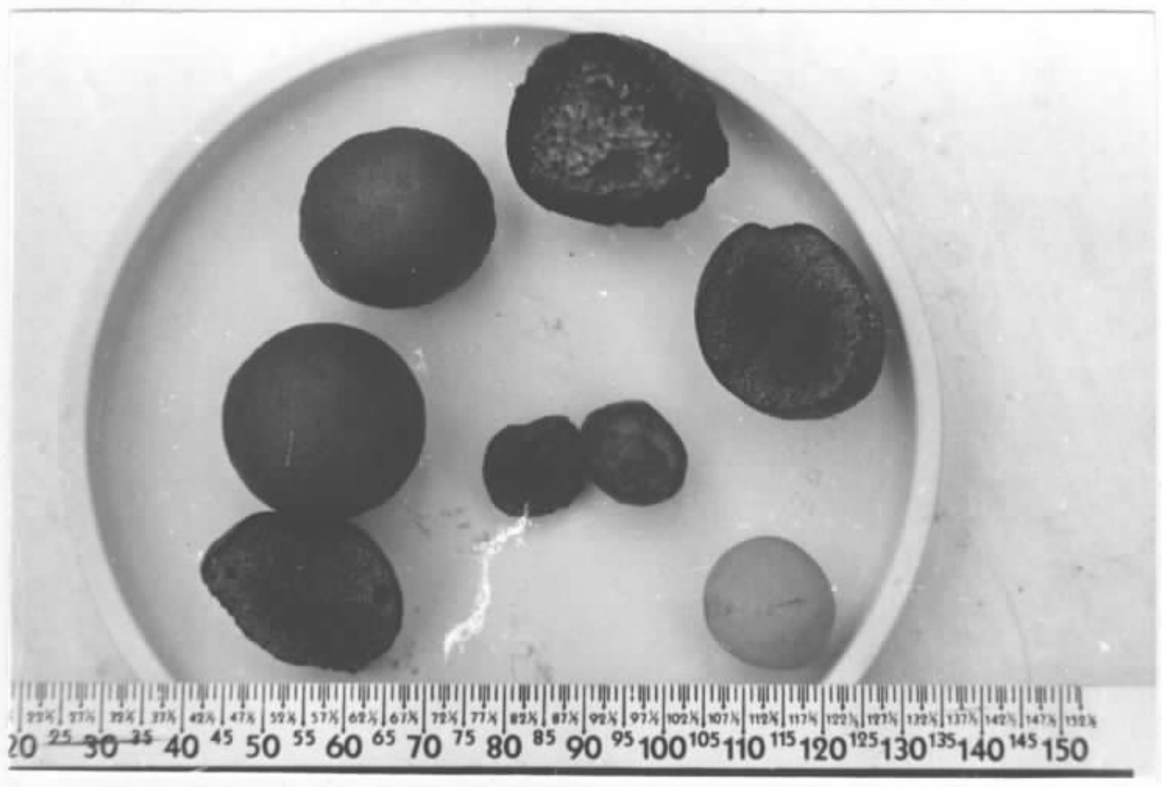


Foto 20 - Amostras expandidas de argilito. Ao centro amostras expandidas da CINASA.

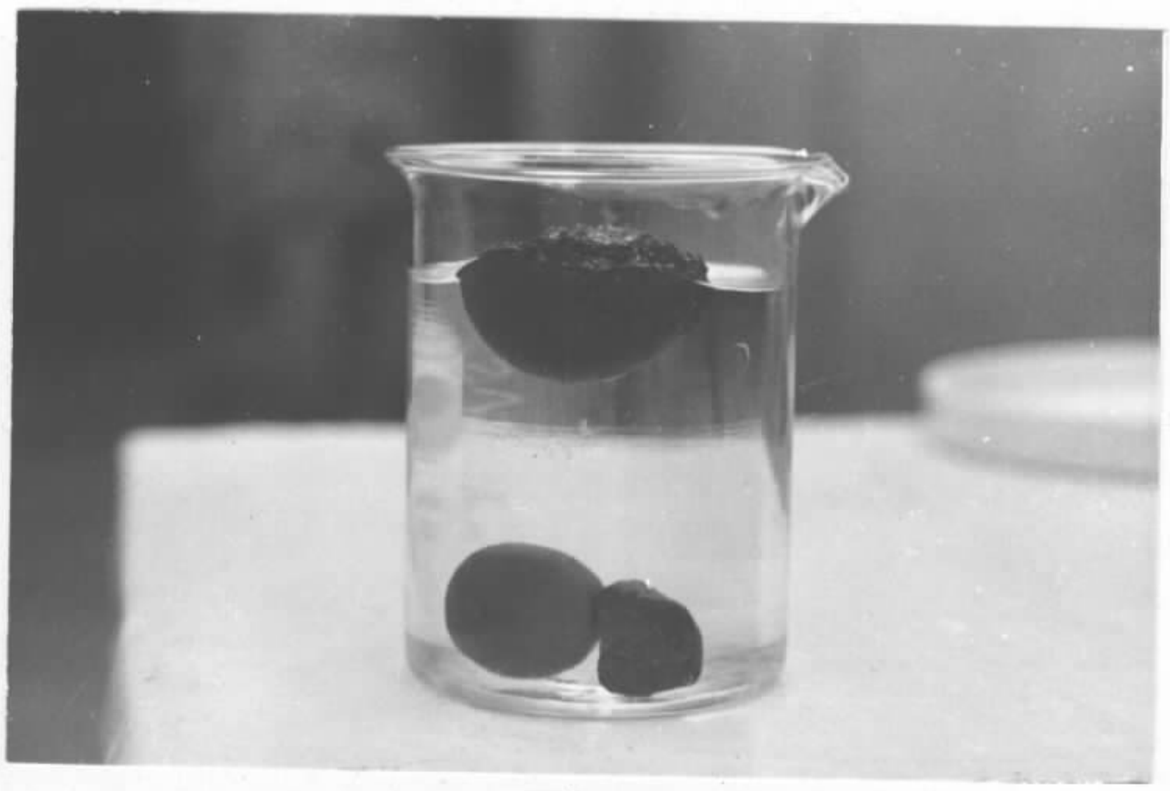


Foto 21 - Amostra expandida de argilito, flutuando. No fundo, corpo de prova não queimado e amostra expandida da CINASA.

Foto 22 - Depósito de conchas naturais "Sernambí" localizado na Ilha da Mina, norte de Quatipurú, Município de Primavera.

CPRM

Foto 23 - Local de estocagem e embarque das conchas calcárias, provenientes do depósito. Vila Japerica, Município de Primavera.