

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CONVÊNIO DNPM - CPRM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA
RELATÓRIO ETAPA I
VOLUME I

José Maria de A. Carvalho
Alexandre J. M. Figueiras

PHL
012546
2007

SUREMI	
SEDOE	
CPRM	I. 016
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º	576-S
N.º de Volumes:	2
V.º	1
OSTENSIVO	

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

1976

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

RELATÓRIO ETAPA I

Chefe do Projeto

José Maria de A. Carvalho

Equipe Executora

*José Maria de A. Carvalho
Alexandre J. M. Figueiras*

Colaboração Especial

*Fernando Pereira de Carvalho
Agildo Pina Neves
Carlos Santos Silva Neto
José Moura Villas Boas*

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

RELATÓRIO ETAPA I

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOLUME I — TEXTO

VOLUME II — ANEXOS

5.1.2 - Áreas Aplainadas.....	40
5.1.3 - Áreas Dissecadas.....	42
5.1.4 - Áreas de Acumulações	42
6. ESTRATIGRAFIA	44
6.1 - Generalidades.....	44
6.2 - Pré-Cambriano	46
6.2.1 - Complexo Basal	46
6.2.2 - Grupo Uatumã	46
6.3 - Siluriano.....	48
6.3.1 - Formação Trombetas	48
6.4 - Devoniano	50
6.4.1 - Formação Maecuru	50
6.4.2 - Formação Ererê	51
6.4.3 - Formação Curuá	52
6.5 - Carbonífero	54
6.5.1 - Formação Monte Alegre	55
6.5.2 - Formação Itaituba	56
6.5.3 - Formação Nova Olinda	60
6.6 - Juro-Cretáceo	61
6.6.1 - Intrusivas Básicas	61
6.7 - Terciário	62
6.7.1 - Formação Alter do Chão	62
6.8 - Quaternário	64
6.8.1 - Aluviões Recentes	64
7. ASPECTOS ESTRUTURAIS	65
8. GEOLOGIA HISTÓRICA	67
9. GEOLOGIA ECONÔMICA	70
9.1 - Comentários Gerais	70
9.2 - Depósito Arixí	72
9.3 - Depósito Jibóia	73

10.4.11 - Produção e Consumo Nacional de Corretivos	111
10.5 - Utilização do Calcário na Indústria do Cimento..	112
10.5.1 - Histórico	112
10.5.2 - Especificações das Matérias-primas na Indústria do Cimento.....	113
10.5.2.1 - Calcário.....	113
10.5.2.2 - Argila	114
10.5.2.3 - Gipsita	114
10.5.3 - Opções para a Fabricação do Cimento Portland	115
10.5.3.1 - Via Úmida	115
10.5.3.2 - Via Semi-seca	115
10.5.3.3 - Via Seca	117
10.5.4 - Localização das Indústrias de Cimento no Brasil	117
10.5.5 - Produção e Consumo Mundial do Cimento..	117
10.5.6 - Produção e Consumo do Cimento Nacional.	119
11. CONCLUSÕES	125
12. RECOMENDAÇÕES	127
13. BIBLIOGRAFIA	128
14. DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA	135

APRESENTAÇÃO

O Projeto Calcário-Itaituba integra uma série de projetos, criados pelo Programa de Polos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia - POLAMAZÔNIA. O referido Projeto está sendo executado para o Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, abrangendo a área de atuação do Polo Tapajós.

Sua execução ficou a cargo da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, através da Superintendência Regional de Belém - SUREG/BE, tendo sido o início efetivo de suas atividades no mês de outubro de 1975.

Foram utilizadas as referências bibliográficas e imagens de radar em escala 1:100.000, como elementos de auxílio na confecção de bases planimétricas e na determinação das unidades geológicas que compõem a área do Projeto.

O presente relatório é uma síntese dos resultados obtidos na Etapa I do Projeto, cujo objetivo principal foi a individualização e delimitação dos depósitos de calcários da Formação Itaituba, existentes na área do Projeto.

1. RESUMO

O Projeto Calcário-Itaituba faz parte do Programa POLAMAZÔNIA (Polo Tapajós) com o objetivo de verificar as possibilidades de aproveitamento dos calcários da Formação Itaituba, principalmente na indústria de cimento e/ou na calagem de solos. Este projeto está localizado na região do médio curso do rio Tapajós, abrangendo os municípios de Itaituba e Aveiro no estado do Pará, ocupando uma área de aproximadamente 36.000 km². Geologicamente compreende rochas pré-cambrianas, pertencentes à Plataforma Amazônica (Complexo Basal e Grupo Uatumã), seqüência sedimentar paleozóica, da Bacia do Médio Amazonas, intrusivas básicas juró - cretáceas e sedimentos continentais meso-cenozóicos. Os trabalhos constaram de consulta bibliográfica, fotointerpretação em imagens de radar e fotos aéreas convencionais (em parte da área), mapeamento geológico na escala 1:100.000, análises de laboratório e interpretação dos dados. Ao final dos trabalhos, foram individualizados cinco extensos depósitos de calcário, com área total aproximada de 200 km², denominados, segundo a toponímia local, de Laranja (folhas SB.21-X-A-I-II), Arixi, Capitoã, Bom Jardim (Folha SB.21-X-A-II), e Jibóia (folhas SB.21-X-A-III/SB.21-X-B-1). Os resultados analíticos mostraram-se bastante animadores, tanto para fabricação de cimento, como para corretivos. Sugere-se aqui, a continuação dos trabalhos, visando uma melhor caracterização dos depósitos e estimativa de suas reservas constando de mapeamento em semi-detalle, sondagens e análises de laboratório.

2. ABSTRACT

The Calcario-Itaituba Project is a part of the Amazonian Agro-Minerais Polos Programa - POLAMAZONIA (Polo Tapajos), having as its main purpose the control of the Itaituba limestone utilization, regarding to the cement industry or the soil liming. This Project is situated on the Tapajos Medium Course, comprising the Itaituba and Avciro Municipal districts, in the Para State, lodging an area at about 36.000 Km². Geologically, the area comprises precambrian rocks belonging to the Amazonian Platform (Basal Complex and Uatuma Group), Paleozoic Sedimentary Sequence of the Medium Amazon Basin, Juro-Cretaceous intrusive rocks and Meso-Cenozoic Continental sediments. Bibliographic references, radar imageries and aerial photos interpretation (these in part of the Project area), geological mapping on the 1:100.000 and laboratory analysis and data interpretation were the principal works during the so-called Etapa I. When the field works were over, five wide limestone deposits were individualized, with a total area of nearly 200 m². The deposits, themselves, were named according to the local toponymy as Laranja (SB.21-X-A-I/II), Arixí, Capitoa and Bom Jardim (SB.21-X-A-II) and Jiboia (SB.21-X-A-III;SB.21-X-B-I). The analytical results showed good outlooks concerning to the cement industry as well as the soil liming. Here we suggest the prosecution of the field works, in order to the best deposit characterization and the evaluation of its reserve.

3. INTRODUÇÃO

3.1 - Histórico

Com a finalidade de promover o aproveitamento integrado das potencialidades Agropecuárias, Agroindustriais, Florestais e Minerais, em áreas prioritárias da Amazônia, foi criado pelo Excelentíssimo Senhor Presidente da República, conforme Decreto nº 74.607, de 25 de setembro de 1974, o Programa POLAMAZÔNIA.

Implementado, principalmente, através da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM, e afeto ao Ministério das Minas e Energia, foi solicitado ao Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, o controle e a fiscalização dos projetos minerais, existentes no POLAMAZÔNIA. Assim, através da Solicitação de Serviço DNPM/CPRM nº 050/75, de 28 de agosto de 1975, foi autorizado à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, a execução do Projeto Calcário-Itaituba, que teve início em 02 de outubro de 1975. Afeto à área do Departamento de Pesquisa Mineral-DEPEM/Divisão de Projetos Específicos - DIPROE, está sendo executado por técnicos da Superintendência Regional de Belém - SUREG/BE.

A equipe executora do Projeto é constituída pelos geólogos JOSÉ MARIA DE AZEVEDO CARVALHO e ALEXANDRE JOSÉ MARTINS FIGUEIRAS. Auxiliaram ainda na conclusão dos trabalhos de campo, os geólogos CARLOS SANTOS SILVA NETO e JOSÉ MOURA VILLAS BOAS.

A supervisão, por parte do Departamento de Pesquisa Mineral - DEPEM, esteve a cargo do Geólogo JOSÉ AFRÂNIO DE VASCONCELOS CARNEIRO, enquanto no âmbito da Superintendência Regional de Belém - SUREG/BE, esteve sob a coordena

nação e orientação dos geólogos FERNANDO PEREIRA DE CARVALHO - Coordenador de Recursos Minerais - COREMI e AGILDO PINA NEVES - Chefe da Divisão de Geologia e Pesquisa Mineral - DIVGEM.

3.2 - Objetivos

Devido ao incremento da nossa agricultura com o estabelecimento de grandes projetos agropastoris e a necessidade de aumentar a produção real, por área cultivada, tornou-se necessário um emprego adequado de corretivos e fertilizantes. Apresenta-se, deste modo, como um dos principais problemas, a acidez e quantidade de alumínio trocável (Al^{+++}) presentes nestes solos. A melhor maneira para solucionar o problema, será a aplicação de "pó calcário", em quantidades estabelecidas, o que acarretará um aumento de pH e a lixiviação do alumínio, ali existente.

O grande aumento do consumo de cimento, no País, principalmente nas construções habitacionais, nas diversas obras estaduais e federais (construção de escolas, estradas, etc.) e ainda devido aos altos índices de importação do produto, acarretando a saída de importantes divisas da Nação, faz com que a procura de calcários, que satisfaçam as exigências tecnológicas e econômicas, para a indústria do cimento, seja intensa.

Os motivos básicos que objetivaram a execução do Projeto Calcário-Itaituba, visando delimitar, estimar a quantidade e estudar o aproveitamento dos calcários da Formação Itaituba, contribuem, desta maneira, para o desenvolvimento e engrandecimento da região amazônia e do Brasil.

FIG. 01



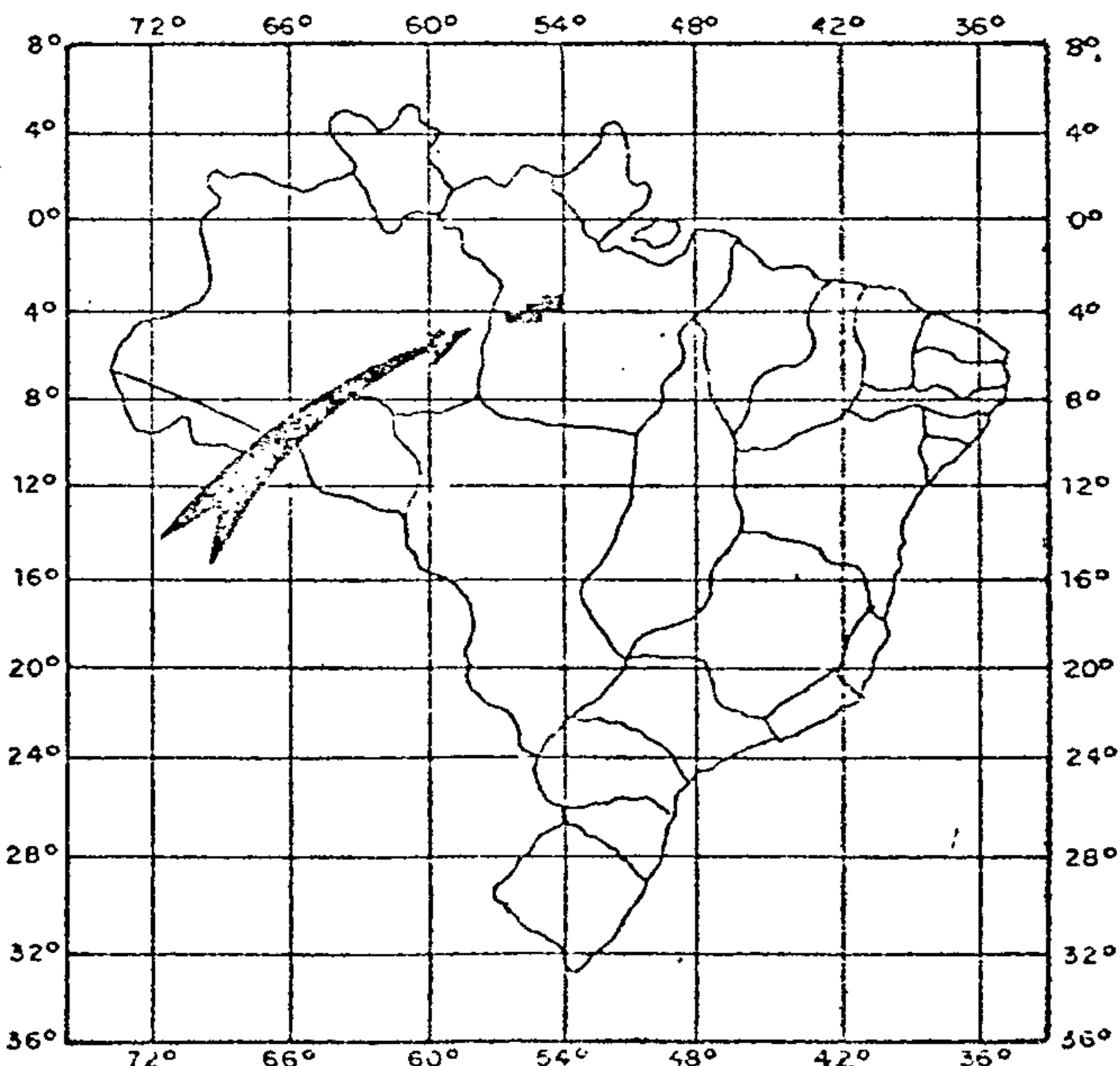
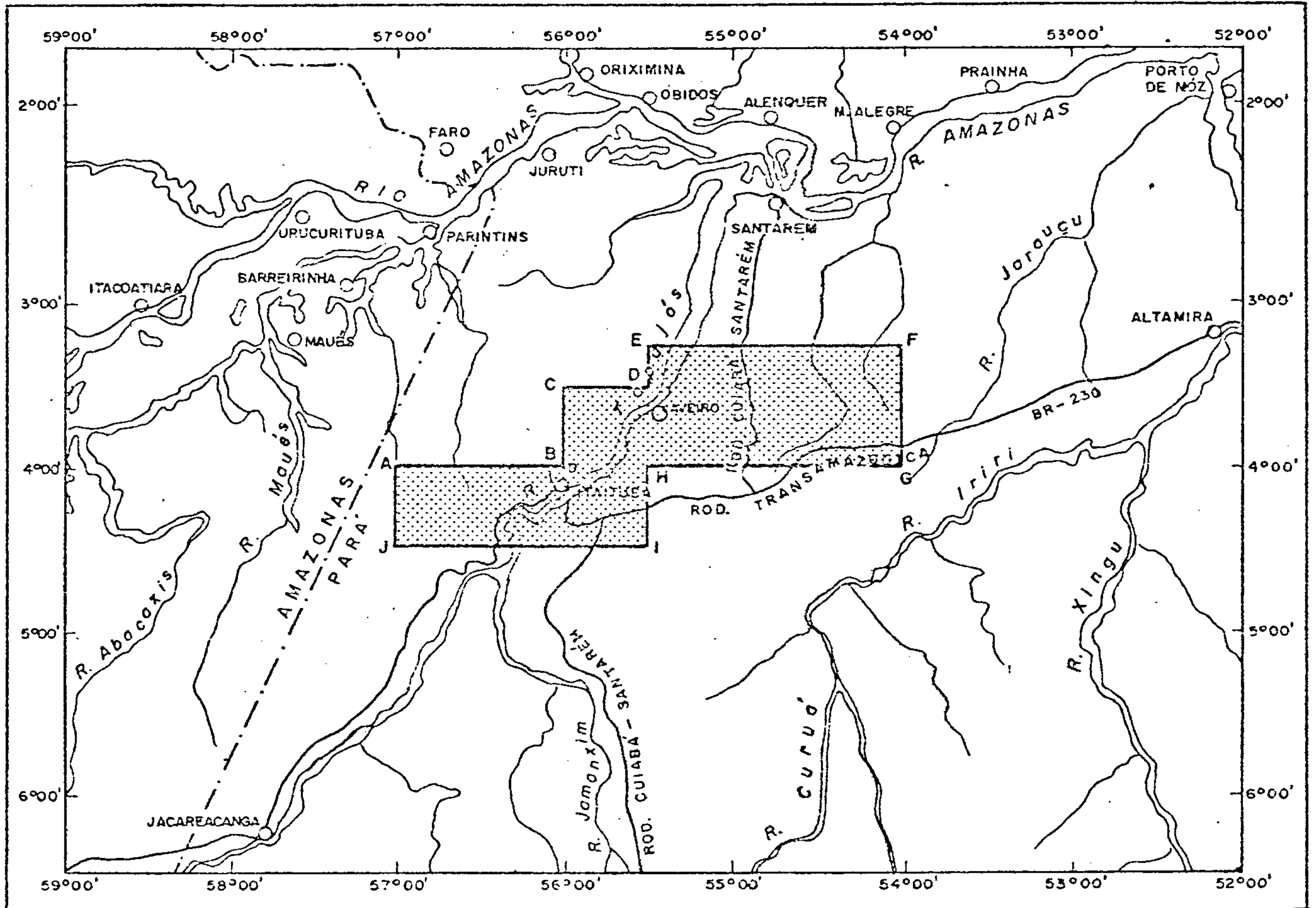
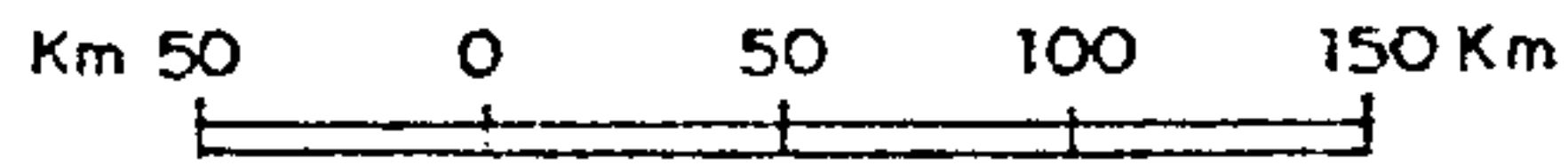
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

ESCALA 1/5.000.000



3.3 - Localização e Acesso

3.3.1 - Localização

A área do Projeto localiza-se nas cercanias das cidades de Itaituba e Aveiro, abrangendo regiões dos municípios de Itaituba, Aveiro e Santarém, no estado do Pará. As cidades de Itaituba e Aveiro estão situadas nas margens esquerda e direita respectivamente, do médio curso do rio Tapajós, importante tributário, pela margem direita do rio Amazonas. Os núcleos urbanos mais extremos, seguindo-se pelo leito do Tapajós, são a vila de São Luiz, aproximadamente no limite sul da área, e o povoado de Pinhal, 12,5 km fora do limite norte da área.

A área do projeto é formada por um polígono irregular de dez lados (Fig.01), cujas coordenadas geográficas dos vértices estão dispostas no Quadro I.

Quadro I

Coordenadas Geográficas do Projeto Calcário Itaituba

Vértice	Latitude	Longitude
A	04°00'00" S	57°00'00" W. Gr.
B	04°00'00" S	56°00'00" W. Gr.
C	03°30'00" S	56°00'00" W. Gr.
D	03°30'00" S	55°30'00" W. Gr.
E	03°15'00" S	55°30'00" W. Gr.
F	03°15'00" S	54°00'00" W. Gr.
G	04°00'00" S	54°00'00" W. Gr.
H	04°00'00" S	55°30'00" W. Gr.
I	04°30'00" S	55°30'00" W. Gr.
J	04°30'00" S	57°00'00" W. Gr.

FIG. 02

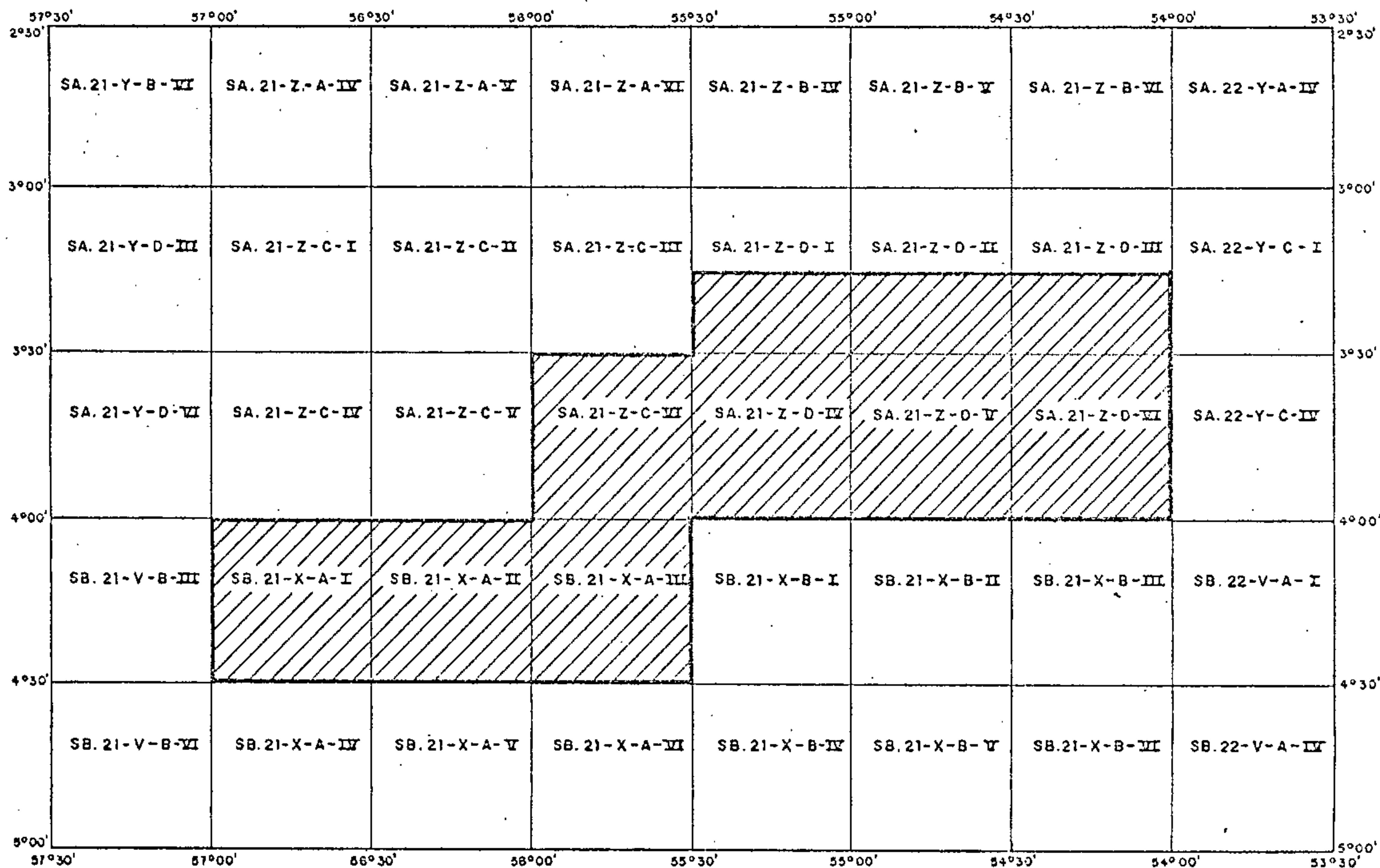


Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



O Projeto Calcário Itaituba abrange uma superfície de 36.000 km², aproximadamente, sendo representado por partes das folhas SA.21-Z-D-I, SA.21-Z-D-II e SA.21-Z-D-III e ainda, pelas folhas SA.21-Z-D-IV, SA.21-Z-D-V, SA.21-Z-D-VI, SA.21-Z-C-VI, SB.21-X-A-I, SB.21-X-A-II e SB.21-X-A-III.

Com o decorrer dos trabalhos, verificou-se a presença de calcários da Formação Itaituba na Folha SB.21-X-B-I, daí terem-se estendidos os trabalhos nessa região.

3.3.2 - Acesso

A região está situada em área de integração nacional, sendo servida por tráfegos aéreo, terrestre e fluvial bastante satisfatórios. Vários são os campos de pouso distribuídos na área, sendo o maior deles, o de Itaituba servido por várias empresas aéreas, entre as quais destacam-se: Norte Taxi Aéreo/TABA, Arara Taxi Aéreo e Real Taxi Aéreo que fazem conexão quase que diária, com as cidades mais próximas, destacando-se Belém, Santarém e Altamira. Os tipos de avião utilizados vão desde o Dart Herald até o Xavante, de fabricação nacional. A maneira mais rápida e cômoda para se chegar a Itaituba, a partir de Belém, se faz através de Santarém, que é amplamente servido por Jatos Boeing 737 e daí podendo ser usadas as empresas aéreas acima citadas.

Afora os aviões das linhas regulares, um sem número de aparelhos monomotores faz pequenos percursos, destinando-se, principalmente aos garimpos e fazendas das redondezas.

Por via fluvial, o tráfego é bem mais acen

tuado. Diariamente, dezenas de embarcações aportam em Itaituba, oriundas, em sua maioria, da cidade de Santarém. O leito do Tapajós é francamente favorável ao percurso de embarcações de média tonelagem, até às imediações da vila de São Luiz, onde a navegação é interrompida pela perigosa cachoeira do Maranhãozinho, que coincide atmbém com o final da área do projeto. Estas embarcações funcionam, principalmente, para transporte de pessoal e carga para abastecimento das vilas e cidades ribeirinhas. O tempo médio, gasto por barcos a motor, com velocidade de 5 a 6 nós, no trecho Santarém/Itaituba, é de aproximadamente 24 horas.

A ligação rodoviária a partir de Itaituba, faz-se através das rodovias Transamazônica (BR-230) e Cuiabá-Santarém (BR-165), atualmente implantadas pelo Governo Federal. A primeira, é responsável pela ligação Estreito/Marabá/Altamira/Itaituba/Jacareacanga/Humaitá/Lábrea/Rio Branco e, a segunda, de tão grande importância quanto a anterior, faz a conexão entre Cuiabá/Itaituba/Santarém.

As distâncias entre Itaituba e as cidades importantes, mais próximas, são apresentadas no Quadro II.

Quadro II

Distância entre Itaituba e as Cidades mais próximas		
Percurso	Rodovia	Distância aproximada (km)
Itaituba/Altamira	BR-230	520
Itaituba/Jacareacanga	BR-230	380
Itaituba/Santarém	BR-165	375
Itaituba/Cuiabá	BR-165	1.500

De um modo geral, as condições de tráfego, em ambas as estradas, são satisfatórias, exceto na época chuvosa, quando então fica bastante prejudicado o leito das mesmas.

3.4 - Aspectos Sócio-Econômicos

Na área do Projeto, os principais núcleos populacionais são as cidades de Aveiro e Itaituba, sendo esta última o principal ponto de afluência, tanto para o apoio a garimpagem, como para o extrativismo vegetal e animal, que ainda hoje constituem as principais atividades econômicas da região, uma vez que a agricultura e pecuária' ainda estão dirigidas para a subsistência.

As rodovias Transamazônica e Cuiabá--Santarém trouxeram um impressionante desenvolvimento para a região, não só do ponto de vista econômico, cultural e sanitário, mas também da melhoria geral do sistema de vida, verificado nesses últimos seis anos. O grande número de "forasteiros" que diariamente chega a Itaituba traz novos investimentos, idéias e uma ânsia de progresso indiscutível.

Atualmente, existe em Itaituba um começo de modernização, com a criação de novos bairros, construção de novas unidades hospitalares, escolares, presença do Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal, Empresa de Correios e Telégrafos, Embratel e diversas outras obras.

Outros núcleos populacionais de importância, dentro da área do Projeto, são as vilas de Fordlândia, Barreira, Brasília Legal, São Luiz e Mujuí dos Campos.

A distribuição das populações rural e urbana, em conformidade com a Sinopse do Censo Demográfico (11) (1970), acha-se tabelada no Quadro III.

Quadro III

Distribuição das Populações Rural e Urbanas				
Cidade ou Vila	Município	Total	Urbana	Rural
Itaituba	Itaituba	7.995	2.818	5.177
Aveiro	Aveiro	5.193	537	4.656
Mujuí dos Campos	Santarém	3.407	828	2.579
Brasília Legal	Aveiro	2.936	367	2.569
São Luiz	Itaituba	1.244	586	658

No setor educacional (ensino primário e secundário), observa-se ainda uma baixa relação aluno/ professor, diante da média brasileira. Esta relação para a cidade de Aveiro é de 23 e para Itaituba 22, sendo a média brasileira de 28. Atualmente estão surgindo pequenas escolas primárias, fruto do esforço conjunto das prefeituras locais e do Estado. O MOBREAL tem atuado na região, contribuindo sensivelmente para a erradicação do analfabetismo. Vale citar a atuação dos integrantes do Projeto Rondon, cuja sede regional de Itaituba tem auxiliado na orientação dos professores, ministrando cursos de atualização e novas técnicas de ensino.

As condições de saúde ainda são deficientes, já que somente as cidades de Aveiro e Itaituba contam com unidades hospitalares ou para-hospitalares. Em geral, estes hospitais são carentes, tanto de recursos materiais como humanos. Deve-se salientar a relação leito/ habitante. Na cidade de Aveiro, apresenta-se com uma média comparável

as das capitais da Amazônia, e que, no entanto, conta com apenas um médico. As unidades hospitalares da cidade de Ita^utuba, estão em fase de ampliação. Inestimável é o trabalho desenvolvido pela Superintendência de Campanha de Saúde Pública - SUCAM no combate às endemias, através de vacinação, de inseticidas nas habitações, campanhas de esclarecimento junto ao público, controle, prevenção e tratamento das doenças, principalmente da malária, que constitui ainda um flagelo na região amazônica. Como já foi destacado anteriormente, o Projeto Rondon também atua no setor de saúde, através de visitas aos pequenos núcleos habitacionais, que nunca ou raramente tiveram assistência médica, levando medicamentos, conselhos e ajuda aos que lá vivem.

3.5 - Metodologia

Estando a área do Projeto, em parte, superposta pelos Projetos Transamazônica e Itamaguari (já concluídos), e Projeto Sulfetos de Altamira-Itaituba (em execução), foi considerada como mapeada a área de interferência com os mesmos, tendo sido os dados obtidos acrescidos ao presente trabalho.

O levantamento bibliográfico foi conseguido, em sua maioria, através dos projetos anteriormente citados, sendo, no entanto acrescido de trabalhos mais específicos no que tange à utilização de calcários na indústria do cimento e como corretivos de solo.

Entre as principais fontes de consulta destacam-se as bibliotecas da Superintendência Regional de Belém-SUREG/BE, Museu Paraense Emílio Goeldi, Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM-5º Distrito, Empresa Brasileira de Agro-Pecuária - EMBRAPA, Superintendência do Desen

volvimento da Amazônia - SUDAM, Instituto do Desenvolvimento Econômico e Social do Pará - IDESP, e Petróleo Brasileiro S/A - PETROBRÁS. Os trabalhos mais interessante foram resumidos e analisados, sendo anotados os tópicos mais importantes, para eventuais consultas.

A área do Projeto está totalmente coberta por imagens de radar, obtidas com radar de visada lateral GEMS 1000 (tipo abertura sintética, banda X), em aeronave Caravelle, com altura média de vôo de 11.000 m e linhas de vôo na direção Norte-Sul, e executado pela LASA - Engenharia e Prospecção S/A (1971/72), em escala 1:400.000, para o Projeto RADAM-DNPM. A partir destes originais, a CPRM, através do seu centro de cartografia, ampliou estas imagens para a escala de 1:100.000, em papel fotográfico de dimensões de 552 x 552 mm. As limitações intrínsecas ao próprio método radar-gramétrico, tais como, mascaramento das estruturas e feições que se desenvolvem na direção Leste Oeste, as distorções, dificuldade no traçado das drenagens em alguns tipos litológicos, ausência de estereoscopia na escala utilizada, e principalmente, a impossibilidade de se obter detalhes, em se tratando de material ampliado, fez com que se procurassem bases mais compatíveis com a escala de serviço. Foram, então, solicitadas as fotografias aéreas, executadas pela Força Aérea Brasileira, em emulsão pancromática, em formato 23 x 23 cm a uma altitude de vôo de 15.000 pés (4.650 m), câmara Zeiss R.M.K, com (lente de 152 mm), na escala 1:30.000, para o Projeto 05/PETROBRÁS/1955, que infelizmente não chegaram em tempo hábil para utilização na Etapa I do Projeto. O trecho da área projetada para a implantação da Rodovia Transamazônica, também foi alvo dos trabalhos aerofotográficos pela LA

SA - Engenharia e Prospecção S/A., em 1970, na escala 1:60.000, As especificações técnicas usadas são desconhecidas. Estes, devido a estreita faixa de cobertura, não permitiram uma visualização integrada da geologia. O problema das bases cartográficas foi, em parte, solucionado através dos Mapas de "Interpretação Fotogeológica Preliminar de Áreas das Bacias do Amazonas e Maranhão" de Álvaro Renato Pontes, Relatório nº 65G, RENOR - Petrobrás 1966, que se revelaram a contento para o trabalho proposto.

Na apresentação do relatório de Etapa I, procurou-se uniformizar as diversas folhas pertinentes à área do Projeto, utilizando-se, para isso, as imagens de radar, em escala 1:100.000. Espera-se para o final do Projeto, a apresentação das bases planimétricas a partir de fotografias aéreas.

Os trabalhos geológicos de campo tiveram início, no dia 15 de novembro de 1975, estendendo-se até 23 de abril de 1976. O prolongamento, além do previsto, para estes trabalhos foi, principalmente, devido à estação "chuvosa" reiniante que, embora atenuada em relação aos anos anteriores, dificultou os trabalhos, ao longo dos rios e estradas, como os de abertura de picadas.

Foram constituídas duas equipes de campo, composras por um geólogo, um técnico em mineração, um motorista de barco, um cozinheiro, quatro braçais e apoiadas por carro e motorista.

O material utilizado por cada equipe, constou de barcos de alumínio, tipo LEVEFORT, com capacidade de até 1,5 t, impulsionados por motor JONHSON de 25 HP, Gerador Honda E-300 e E-800, Rádio transceptor Telefunken SSB, Moto-serras PIONEER e STIHL, além de outros materiais de campanha e sobrevivência que compõem uma equipe de campo. Quanto ao mate

rial técnico, propriamente dito, utilizou-se bússola azimutal tipo Brunton, com declinação magnética variando de $09^{\circ} 45'$ a $11^{\circ} 55'$, conforme a área em que se estivesse atuando cintilômetro marca MICROLAB, de fabricação nacional, com capacidade de até 5.000 c.p.s; ácido clorídrico a 10%; ácido nítrico 1:1 e reativo de molibdato, estes dois últimos utilizados em testes expeditos para identificação de fosfato; lupa CODDINGTON 20X; curvímetro marca DERBY; passômetro marca TEILUNG-PEDO; altímetro de bolso marca LUFT com precisão de até 20m; máquina fotográfica marca OLYMPUS, e outros, a fora os materiais complementares de uso imediato.

Os trabalhos de campo foram iniciados ao longo dos leitos dos rios, aproveitando o período em que as águas não estavam muito altas. Os afloramentos encontrados foram alvo de minucioso estudo descritivo, ocasião em que foram medidos seus parâmetros, fotografados, testados quimicamente, feitas leituras com o cintilômetro e, no final, devidamente amostrados, etiquetados e acondicionados em sacos de pano 20 x 30 cm.

Concluída a geologia dos rios, começou-se a abertura das picadas, previamente estabelecidas, visando separar a Formação Itaituba das demais unidades sedimentares da bacia, com base nos dados fornecidos pela fotointerpretação.

A presença de inúmeros igapós, vegetação bastante rala com predominância de cipoal, e a constância das chuvas, dificultaram um avanço mais rápido das picadas, que no final acusou uma produção média de 1 km/dia. Esta média aparentemente baixa foi plenamente justificada, já que não obstante as dificuldades, citadas acima, várias vezes os trabalhos foram conduzidos, centenas de metros, por dentro

d'água.

Os trabalhos obedeceram à seguinte sistemática: com auxílio da bússola eram abertas "linhas base" que acompanhavam a direção da Formação Itaituba, e a cada intervalo de 3 km eram abertas linhas transversais perpendiculares àquela direção, de modo que se atingisse os contatos com as outras formações ou mesmo se delimitasse a extensão dos depósitos. Algumas vezes, o intervalo das transversais variaram um pouco em função das condições locais. Finalmente foi feito o mapeamento das estradas que seguiram a mesma sistemática de abertura de picadas, tendo sido apoiados por carro tipo Pick-Up e motorista.

As amostras coletadas foram relacionadas e enviadas para laboratório, a fim de serem submetidas aos seguintes métodos analíticos:

a) - Estudo petrográfico completo, visando o estabelecimento das relações petro-estruturais das amostras.

b) - Análise química quantitativa em amostras de calcários para determinação de CaO , MgO , SiO_2 , P_2O_5 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 e P.F., com a finalidade de caracterizar os calcários para sua utilização ou não na calagem de solos e/ou indústria do cimento.

c) - Análise bioestratigráfica completa (macro e micropaleontológica) objetivando, principalmente, o estabelecimento da posição estratigráfica da amostra.

d) Análise espectrográfica semiquantitativa para 30 elementos (Cu, Co, Ni, Zn, Pb, Cr, Mo, Ag, Sb, As, Bi, Ti, V, W, Fe, Mn, Sr, Mg, Ca, Au, B, Ba, Be, Cd, La, Nb, Sc, Sr, Y e Zr), não só para as amostras de calcário, visando determinar a presença dos elementos menores tóxicos para o uso como corretivo, como também em outros tipos litológicos on

de se faziam necessários um exame mais acurado.

Os trabalhos analíticos citados anteriormente, foram efetuados nos laboratórios da CPRM do Rio de Janeiro (LAMIN) e/ou da Superintendência Regional de Belém (LQB).

Procurando-se obter dados práticos e reais sobre a utilização do calcário para a agricultura, foram enviados para Empresa Brasileira de Agro-Pecuária - EMBRAPA, cerca de 100 kg de amostras de calcário, representativos para diversos exames (em média 6 meses) e só no final do Projeto é que se poderá apresentar os seus resultados. Estes exames visam verificar a resposta aos variados tipos de cultura ali experimentados, comportamento em relação ao pH do solo, tempo de assimilação, granulometria mais favorável, enfim, uma série de parâmetros que indicarão a maneira mais correta do pleno aproveitamento do material.

3.6 - Dados Físicos da Produção

Com o intuito de melhor visualizar os dados de produção, foi esquematizado, em quadros, o desenvolvimento do Projeto. Deve-se salientar que no quadro IV, a interpretação fotogeológica, na escala 1:30.000, foi efetuada com o material do Projeto Sulfetos Altamira-Itaituba, onde havia a superposição das áreas. Com a chegada das fotos, prevista para o início da Etapa II, será então concluído o restante da fotointerpretação.

Quanto ao reconhecimento geológico ao longo dos rios (Quadro V), deve-se ressaltar que no cômputo geral de quilômetros percorridos no rio Tapajós se inclui o percurso de ida e volta, pois não há condições de se controlar as exposições de afloramentos em ambas as margens, devido a grande largura do rio.

Por exiguidade de tempo, algumas amostras não foram submetidas a análises químico-quantitativas para SiO_2 , P_2O_5 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 e P.F., sem prejuízo das conclusões obtidas.

Para efeito de simplificação, nas descrições petrográficas, as amostras pertencentes a uma mesma formação e de mesmo tipo litológicos foram agrupadas, salvando-se os pormenores de cada amostra.

Nos dados de produtividade (Quadro IX), foram apurados os dias de deslocamento Belém/Itaituba/Área de trabalho e vice-versa, bem como os dias necessários ao apoio logístico (organização das equipes, montagem e remoção de acampamentos, substituição e provisão do material, etc.).

Quadro IV

Interpretação Fotogeológica (Km ²)		
E s c a l a		
1:250.000	1:100.000	1:30.000
36.000	36.000	9.675

Quadro V

Trabalhos ao longo de Rios			
Rio	k ^m Percor.	Afl. Descr.	Am. Colet.
Tapajós	130	23	37
Cupari	20	24	18
Itapacura-açu	15	8	5
Tracoá	40	21	12
Igarapé Arixí	20	11	17
Igarapé Laranja	12	5	4
T O T A L	237	92	93

Quadro VI

Trabalhos em Estrada			
Rodovia	k ^m Percor.	Afl. Descr.	Am. Colet.
Transamazônica (BR-230)	120	24	16
T O T A L	120	24	16

Quadro VII

Trabalhos de Picada			
Picada	km Percorrido	Afl. Descr.	Am. Colet.
	212	133	107
T O T A L	212	133	107

Quadro VIII

Total Geral		
km Percorrido	Afl. Descr.	Am. Colet.
670	249	216

Quadro IX

Trabalhos Analíticos			
Análise	Nº de Amostras		Entidade Executora
	Enviadas	Recebidas	
Química Quantitativa (SiO ₂ ; Fe ₂ O ₃ ; Al ₂ O ₃ ; TiO ₂ ; P ₂ O ₅ ; CaO; MgO e P.F.)	70	70	LQB/LAMIN
Petrográfica (Completa)	37	17	LQB
Espectrográfica semi quantitativa. (30 elementos padrão)	19	19	LAMIN
Bioestratigrafia (macro e micropaleon- tologia).	08	-	LAMIN
Calagem de solos	03	-	EMBRAPA
Solo	01	01	EMBRAPA
TOTAL	138	107	

LQB - Laboratório de Química Belém/CPRM - Belém

LAMIN - Laboratório de Análise Minerais/CPREI - R.de Janeiro

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Agro-Pecuária/Belém

Quadro X

P R O D U T I V I D A D E					
MÊS	TOTAL CAMPO (dia)	NÚMERO GEÓLOGOS (um)	DESLOCAMENTO (dia)	APOIO LOGÍSTICO (dia)	TRABALHO EFETIVO (dia)
Nov/75	28	2	2	6	20
Dez/75	41	2	4	4	33
Jan/76	45	2	4	6	35
Fev/76	58	2	-	2	56
Mar/76	49	4	8	10	31
Abr/76	45	2	2	6	37
TOTAL	266	14	20	34	212

3.7 - Trabalhos Anteriores

A primeira citação de cunho geológico na área do Projeto, deve-se a HARTT, C.F. (1870) com um relatório dirigido à redação do já extinto "Diário do Grão Pará", onde descreve sucintamente os tipos litológicos encontrados.

Em 1926 CARVALHO, P.F. faz um relato dos diversos tipos litológicos encontrados no leito do rio Cupari; cita os fósseis (Productus, Streptorhyncus, etc) nos calcários da Formação Itaituba; a presença dos arenitos da Formação Monte Alegre e folhelhos negros da Formação Curuá. Deve-se destacar a primeira citação a respeito, da gipsita do rio Cupari.

Em 1932 e 1938, MOURA, P.de. executa o primeiro relato minucioso e sistemático das unidades litológicas encontradas, inclusive com posicionamento estratigráfico, bem próximo do atualmente aceito. Cita os sedimentos terciários da Série Barreiras (Formação Alter do Chão), tecendo considerações sobre a sua origem, a presença dos calcários, já atribuídos ao carbonífero da Formação Itaituba; tece considerações a respeito das camadas devonianas (Maecuru e Curuá), e finalmente, descreve as rochas do Grupo Uatumã.

DERBY, O.A. (1949) faz considerações a respeito da litologia do rio Tapajós, destacando a presença de Spirophiton nos folhelhos da Formação Curuá e sugere o período Devoniano para esta formação.

SILVA, S.O (1951), descreve pela primeira vez a existência de rochas pertencentes ao Siluriano, baseado na presença de fósseis (Arthropycus), naquela unidade.

AMARAL, S.E. do (1954), realizou estudos sobre a presença da Série Barreiras (Formação Alter do Chão) no va

le do rio Tapajós e tece considerações sobre a morfologia, litologia e origem destes depósitos.

PANDOLFO, C.M. (1955), citando os recursos minerais da Amazônia, descreve a presença de ouro na bacia do Tapajós/Jamanxim e a previsão da existência de um vasto campo estanífero nesta região.

A partir de 1955, com a intensificação dos trabalhos de pesquisa da PETROBRÁS, um maior acervo de relatórios geológicos proporcionaram o conhecimento mais minucioso sobre a bacia Amazônica.

Entre os trabalhos que interessam a área do Projeito, destacam-se os relatórios de KRAUSE, G.G. (1956), Geological Progress Report Rio Tracoá and Rio Cupari; KREMER, G. (1957) Geological Progress Report on the Rios Tapajós, Cupari, and Rio Tracoá; SWAN, A.G. (1957) Geological Report on the Cupari and Tracoá Rivers; LEITE, D.C. (1958) Geological, Reconnaissance on the Tapajós River Área; PONTES, A.R. (1966) Interpretação Fotogeológica Preliminar de Área das bacias do Amazonas e Maranhão; CAPUTO, M.V. e ANDRADE, F.G. (1968), Geologia de Semi-detalle do Flanco Sul da bacia Amazônica entre os rios Cupari e Abacaxis; CAROZZI, A.V. e ALVES, R. J e CASTRO, J.C. (1972) Microfacies Study of the Itaítuba - Nova Olinda (Pensilvanian-Permian) Carbonate of the Amazonas Basin.

Dezenas de outros trabalhos foram efetuados na região do Tapajós ou, de um modo mais genérico, relacionados aos sedimentos paleozóicos da bacia Amazônica.

Ultimamente, a própria CPRM, dispõem de trabalhos de caráter específico, na região do Tapajós, entre os quais destacam-se o Projeto Transamazônica (1974), o Projeto Itamaguari (1974) e atualmente, além deste projeto, desenvolve-se o Sulfetos de Altamira-Itaituba.

4. CLIMA, VEGETAÇÃO; SOLO E HIDROGRAFIA

4.1 - Clima

Na área do Projeto podemos distinguir dois tipos de climas, segundo a classificação KOPPEN; o tipo Am e Amw' (fig.03), limitado aproximadamente entre as cidades de Itaituba e Aveiro.

O tipo Am, caracteriza o clima Úmido Tropical, sem estação com chuvas do tipo Monção, isto é, quando apesar de oferecer uma estação seca de pequena duração (chuvas inferiores 60 mm no mês seco), possui umidade suficiente para alimentar a floresta do tipo Tropical e sua temperatura no mês menos quente é acima de 18°C.

O tipo Amw', apresenta as mesmas características, que o anterior, exceto no valor limite w' correspondente às maiores quedas pluviométricas processadas no outono.

A classificação de GAUSSEN, para o estudo climático da área, baseia-se no ritmo das temperaturas e das precipitações durante o ano, onde são utilizadas as médias mensais e considerados os estados favoráveis ou desfavoráveis à vegetação. Desta forma, a região está enquadrada no clima Tropical de Monção e caracterizada por um período seco na estação menos quente ("inverno") e por um período úmido com chuvas torrenciais, quando os dias são mais longos. Na determinação do bioclima para a área, o estudo dos gráficos ombrotérmicos (determinação do período seco) permite a identificação da sub-classe climática Xeroquimênica em transição de Termoxeroquimênico atenuado, para Subtermaxérico (Fig. 04).

A temperatura do ar é em geral bastante elevada com média anual em torno de 25°C (Fig. 03) e precipitação pluviométrica variando de aproximadamente 1600 a 2400 mm anuais (Fig.03), sendo o período de janeiro a abril, o mais chuvoso e o de julho



PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA
MAPAS CLIMATOLÓGICOS

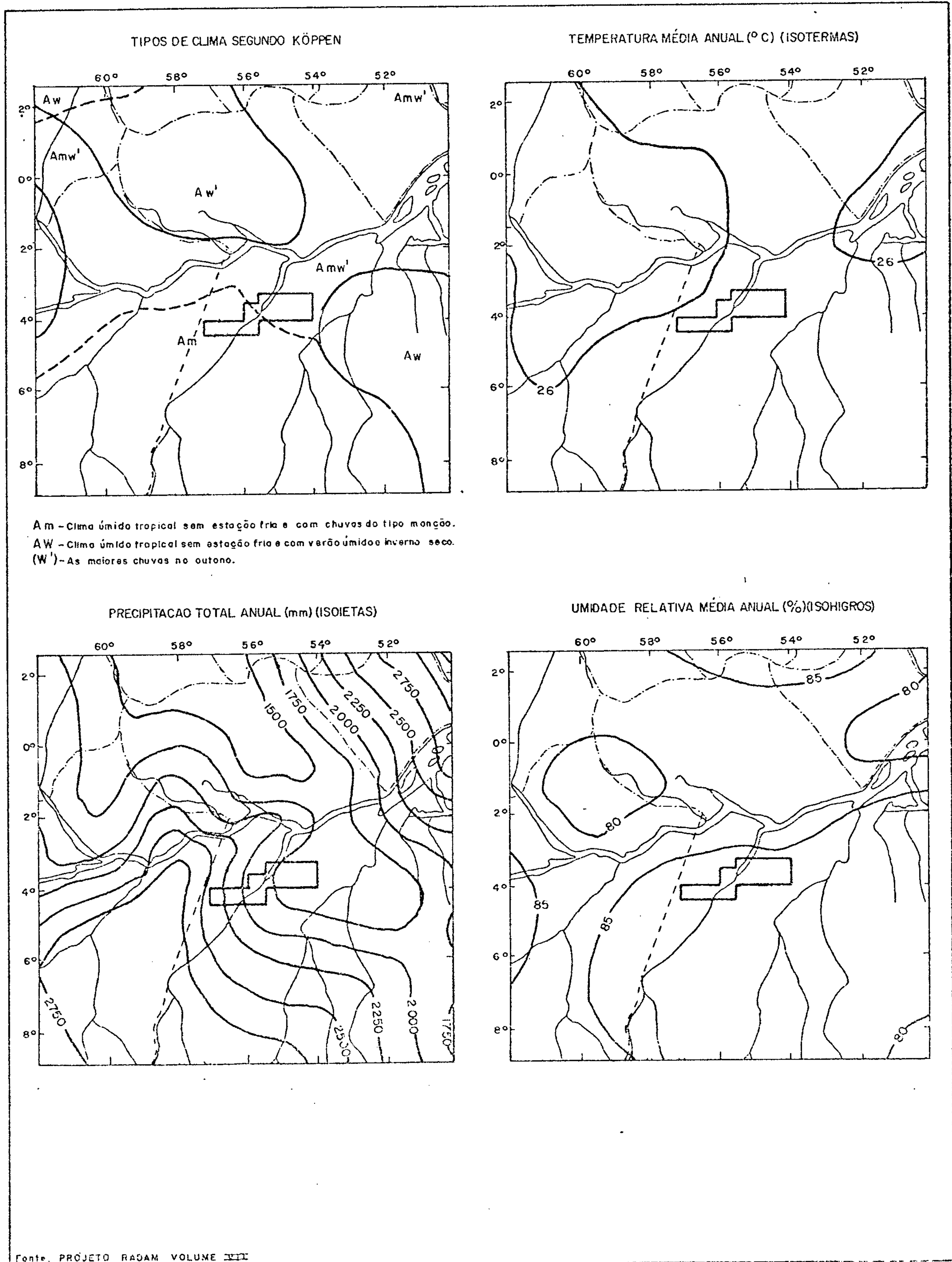
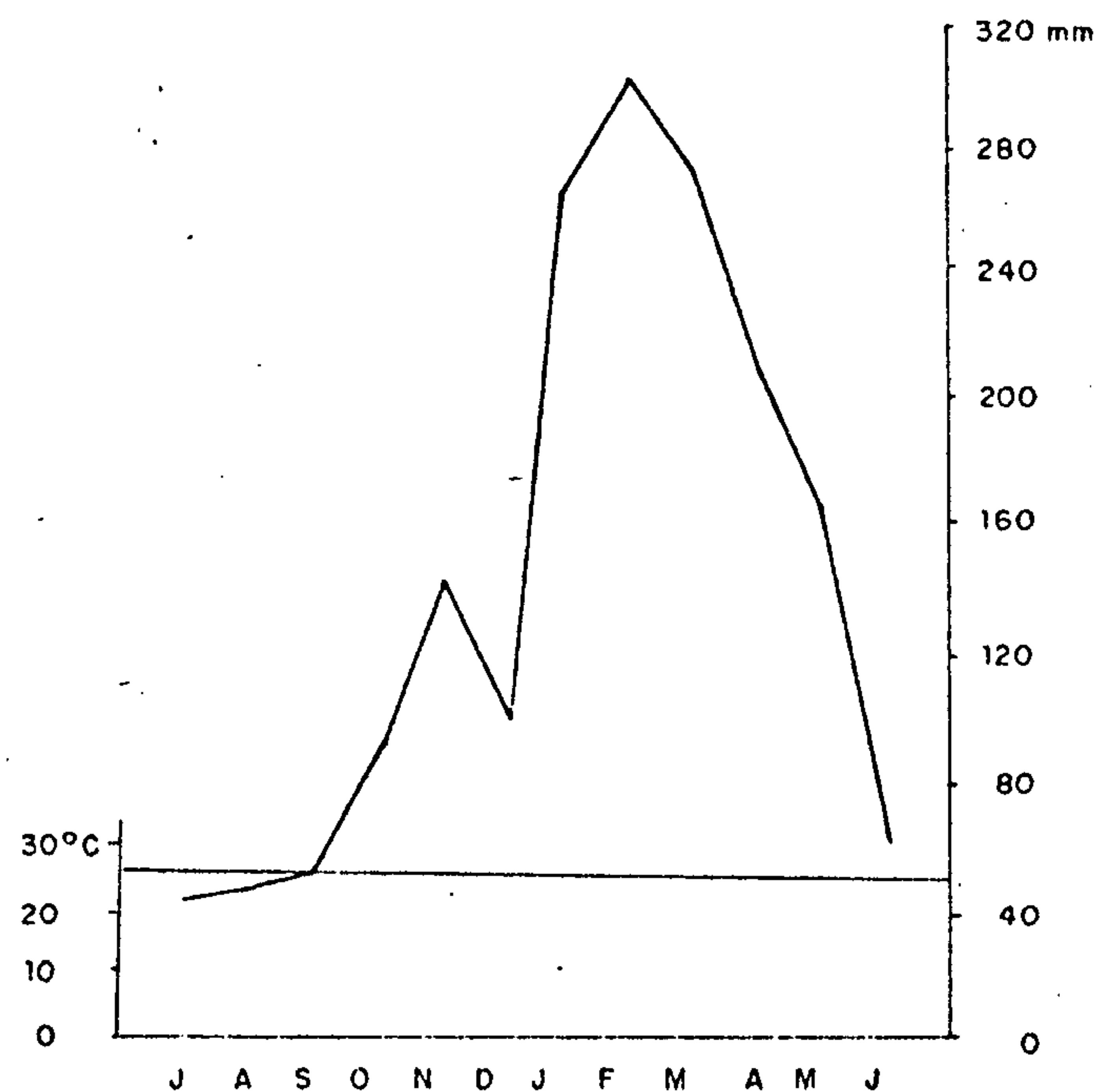


Figura 04

Curva Ombrotérmica de Gaussen



ITAITUBA - PA

4° 10' S / 55° 35' W. Gr

Período: 1928-1970

Termoxeroquimênico atenuado/sub-termaxérico (2,5 meses secos)

Temperatura média do mes mais frio 15°C

Precipitação anual: 1,754 mm.

Fonte: Projeto RADAM Vol VII

a setembro o mais seco. Em termos de umidade relativa do ar, os valores estão situados próximos à 85% correspondendo diretamente ao volume de chuva de cada período.

Levando-se em consideração os dados de precipitação pluviométrica e as perdas de água do solo, através da evaporação e transpiração vegetal (evapotranspiração), pode-se estabelecer o balanço hídrico de THORNTHWAITE (Quadro XI) permitindo estimar com aceitável exatidão, os dados sobre a disponibilidade hídrica necessária aos trabalhos climatológicos, hidrológicos e outros ligados à economia da água na natureza.

4.2 - Vegetação

A área do projeto apresenta uma vegetação exuberante, típica da Hiléia Amazônica. Distinguem-se três classes típicas (Fig. 05), a primeira, Floresta Tropical Densa, caracterizada por árvores de grande porte, ultrapassando 50 metros de altura; a segunda, Floresta Tropical Aberta, representada por grandes árvores bastantes espaçadas com frequente agrupamento de palmeiras e enormes quantidades de fanerófitas sarmentosas que envolvem as árvores e cobrem o estrato inferior, e, finalmente, a classe chamada Floresta Secundária, caracterizada por arbustos grandes, árvores e palmeiras de rápido crescimento, vegetação que aparece após o corte da mata primitiva, chegando certas vezes até a macega, último estágio de degradação da vegetação primitiva.

Na primeira classe, encontra-se a subclasse das florestas das áreas sedimentares com platôs dissecados e de baixos platôs, caracterizada por árvores grossas e bem altas (superior a 50 m), com ou sem palmeiras e lianas, grande número de emergentes sem estrato arbústico, e as plantas

Quadro XI

Balanço Hídrico Segundo "Thornthwaite e Mather"

Baseado em Dados Termopluviométricos (Período 1920/37)

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGOS	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Estação: Itaituba-Pará			Lat. 4° 19'				Long. 55° 35'						
P	265	306	259	208	165	62	44	48	50	92	144	111	1.750
EP	137	123	134	129	133	137	142	142	138	145	141	137	1.638
ER	137	123	134	129	133	119	82	64	58	97	141	114	1.331
ARM	125	125	125	125	125	68	30	14	6	1	4	1	749
EXC	4	183	125	79	32	0	0	0	0	0	0	0	423
DEF	0	0	0	0	0	18	60	78	80	48	0	23	307

P = Precipitação

EP = Evapotranspiração potencial

ER = Evapotranspiração real

ARM = Água armazenada

EXC = Excesso d'água

DEF = Deficiência d'água

FONTE: PROJETO RADAM Vol. VII

de baixo porte encontradas são resultantes de matrizes muito próximas. Outra sub-classe aqui presente é da floresta sub-montana de platô, e de relevo dissecado; apresenta cobertura florestal com estrutura variando de baixa, nas cadeias de montanhas (10 a 15 m), mais altas nos outeiros (20 m) e bem pujante nos interflúvios (mais de 25 m).

Na segunda classe, observa-se a sub-classe latifoliada, que se caracteriza pela ausência de palmeiras e presença de lianas que envolvem parcial ou totalmente a formação arbórea, onde a topografia, em feições aplanares, retrata uma fisionomia florestal bastante aberta, de baixa altura (excepcionalmente ultrapassando a 10 m) e completamente coberta por lianas lenhosas. Nesta feição as poucas árvores de porte presentes, estão afastadas umas das outras e os cipós que as envolvem misturam-se com os galhos da copa, aparecendo um emaranhado de grossos elementos (cipóal). Outra sub-classe presente consiste numa formação mista de palmeiras e árvores latifoliadas, sempre verdes bem espaçadas, de altura bastante irregular (entre 10 a 25 m), apresentando babaçu nos vales rasos e concentrações nanofoliadas decíduais.

Finalmente verifica-se a presença da Floresta Secundária latifoliada que infelizmente torna-se maior a cada dia. É uma formação proveniente da devastação da floresta, por processos que vão desde o arrasamento total da área, para o estabelecimento de agricultura, até a retirada das árvores de valor econômico. Esta deterioração da mata virgem pelo homem, dá origem à capoeira e em última instância a macega. O desmatamento indiscriminado, principalmente efetuado pelo processo denominado de queimada, causa um desequilíbrio no sistema ecológico, uma modificação abrupta no proces

so natural, tornando-se quase irreversível a recuperação da floresta nativa. Após a queimada, as cinzas que permanecem no solo juntamente com as bactérias que resistem ao fogo, formam uma espécie de adubo, próprio para a agricultura principalmente, para o cultivo da mandioca; por outro lado, o tempo médio de vida destes recursos é de dois anos, os quais findos acusam o esgotamento do solo e conseqüente a bandono.

Destacam-se ainda a presença das sub-classes florestas aluvial e floresta Sub-Montana de relevo aplainado, pertencentes a região de Floresta Tropical Densa, que devido a pequena área de ocorrência e a escala do mapa considerado não puderam ser representadas.

4.3 - Solo

Embora não tenha sido feito um trabalho específico visando definir os diversos tipos de solo existentes na área do Projeto, procurou-se através de observações de campo e bibliografia especializada, dar uma visão geral dos diversos tipos encontrados na região.

Três classes de solos se destacam: a primeira o Latossolo Amarelo Distrófico (predominante), seguido do Podzólico Vermelho Amarelo e secundariamente o Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (Fig. 06). Com isto não se nega a presença de outras classes de solos, tais como Terra Roxa Estruturada, solos Arenó-Quartzosos; solos Hidromórficos Gleyzados e os solos Aluviais que devido a sua restrita presença na área do projeto, não puderam ser representados em mapa.

4.3.1 - Latossolos Amarelos Distróficos

São solos envelhecidos, ácidos a muito fortemente

ácidos com pH variando de 4,1 a 5,4, de boa drenagem e permeáveis, apesar de por vezes apresentarem-se bastante argilosos. Caracterizam-se por possuírem horizonte "A" ócrico e "B" óxico em perfil profundo, de baixa fertilidade natural e baixa saturação de bases. O horizonte "A" possui espessura média de 35 cm e textura bastante variada, desde arenosa até muito argilosa, condicionando uma variação de consistência que pode ser friável, não plástica a plástica e não pegajosa. A estrutura mais frequente é a fraca pequena granular, muito embora, possa ocorrer a maciça e fraca pequena subangular.

O horizonte "B", geralmente dividido em "B₁", "B₂" e "B₃", possui profundidade média superior a 1,5 m, com textura variando desde franco-arenoso a muito argiloso, e consistência desde friável a firme, de ligeiramente plástica a muito plástica e de ligeiramente pegajosa a muito pegajosa. A estrutura mais comum é a maciça, podendo aparecer também a fraca pequena subangular.

O horizonte "C" de profundidade não determinada, apresenta-se geralmente mais leve que o anterior e com coloração amarelada.

4.3.2 - Podzólico Vermelho Amarelo

São solos bem desenvolvidos, bem drenados, ácidos com pH em torno de 4,5 e com erosão variando de laminar à ligeiramente moderada. Possuem um horizonte "A" fraco (ócrico) e um horizonte "B" argílico. O horizonte "A₁", está assentado sobre um horizonte "A₂" ligeiramente descolorido e muito pouco desenvolvido ou sobre um horizonte "A₃", o qual assenta, sobre o horizonte "B" brunado ou vermelho-amarelado de textura relativamente argilosa havendo boa dife

FIG. 06



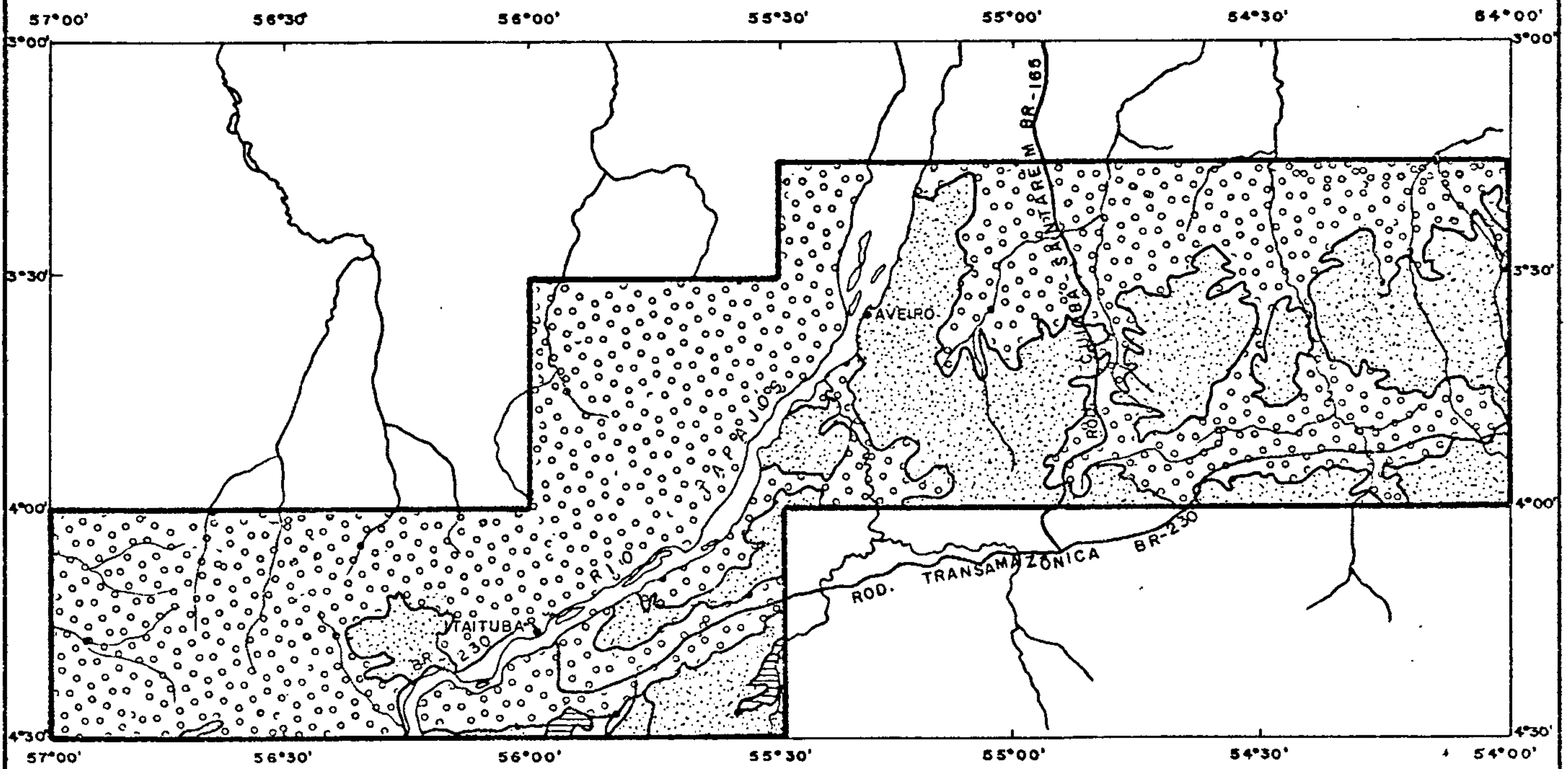
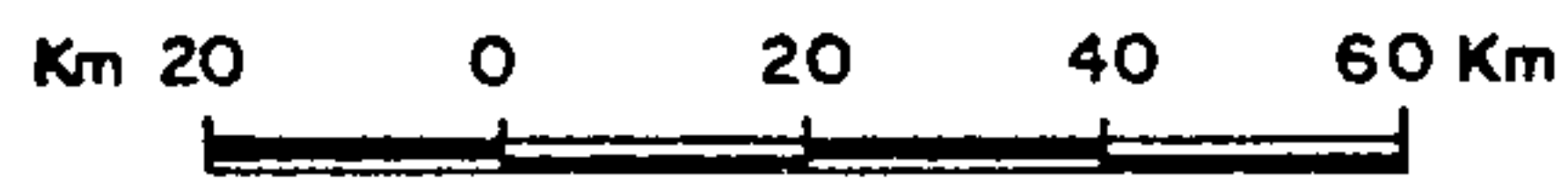
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

MAPA DE SOLOS

ESCALA 1/2.000.000



- Latossolos amarelo distróficos
- Podzólicos vermelho amarelo
- Latossolos vermelho amarelo distróficos

rença textural entre o "A" e o "B". São solos em sua maioria de fertilidade natural baixa e de textura entre argilosa e média. Apresentam sequência de horizontes do tipo "A", "B" e "C", cuja espessura não excede a 2m. Caracteriza-se pela diferença textural marcante entre o "A" e o "B"; presença de horizonte "A₁"; transição clara e gradual entre os horizontes "A" e "B"; horizonte "B" estruturado; presença de cerosidade do horizonte "B" e argila de baixa capacidade de troca.

O horizonte "A" apresenta espessura variável em torno de 38 cm, com cores variando de bruno-acinzentada à muito escuro a bruno-amarelada com textura entre areia franca e franco-argilo-arenoso. Sua estrutura varia de grãos simples a fraca pequena granular e subangular; consistência úmida entre solto e firme e não plástica e não pegajosa a pegajosa, para o solo molhado; com transição plana ou ondulada, e gradual ou clara para o horizonte "B".

O horizonte "B" possui espessura variando de 80 a 150 cm, textura variando de franco-argilo-arenoso a argiloso, sua estrutura comumente é fraca e moderada, pequena e média em blocos subangulares. Consistência úmida variando de friável a firme sendo que a consistência molhada varia de ligeiramente plástica a plástica e de ligeiramente pegajosa a pegajosa.

4.3.3 - Iatossolos Vermelho Amarelo Distróficos

São solos de perfil profundo com relação textural em torno de 1,2, fertilidade natural e saturação de bases baixa. Trata-se de solos com "A" ócrico e "B" óxico com coloração variando de bruno a bruno-amarelada, no horizonte "A" e bruno forte a vermelho-amarelo principalmente, no horizonte "B". Possuem perfil "A", "B" e "C" friável, bastante po

roso, permeável, com estrutura pouco desenvolvida sendo esta uma das características morfológicas de sua classificação.

O horizonte "A" apresenta espessura média de aproximadamente 45 cm. Sua textura pode variar de areia franca a argilosa, consistência friável, não plástica a plástica e não pegajosa a pegajosa. Sua estrutura apresenta-se quase sempre fraca pequena subangular e granular, podendo aparecer também maciça.

O horizonte "B" cuja profundidade média é superior a 1,5 m possui textura variando de franco arenoso a argila, consistência de friável a firme, de ligeiramente plástica a plástica e de ligeiramente pegajosa a pegajosa. A estrutura dominante é a maciça.

O horizonte "C" é de profundidade desconhecida apresenta-se mais friável e de textura mais leve do que o horizonte sobrejacente.

De uma maneira geral, os solos na área do Projeto apresentam-se bastante ácidos, com raras exceções tais como, o Latossolo Roxo (terra roxa legítima) e o Laterítico Bruno Avermelhado (terra roxa estruturada). Suas presenças não chegam a constituir 5% do total da área, sendo estes originários da decomposição das soleiras de diabásio ali existentes.

4.4 - Hidrografia

De um modo geral a drenagem na bacia do Tapajós parece bastante difundida, caracterizada por ramificações irregulares em todas as direções, podendo ser regionalmente enquadrada no padrão dendrítico, embora localmente ortogonal, quando controlada pelas estruturas. Ao atravessar de

terminados tipos litológicos os cursos d'água assumem características peculiares de densidade, integração, ramificação, incidência, etc.

A área do Projeto acha-se cortada por um dos principais contribuintes da bacia hidrográfica amazônica, o rio Tapajós, afluente pela margem direita do rio Amazonas, e principal via de acesso para o interior da região.

O rio Tapajós apresenta uma extensão total de 1.784 km, desde a sua nascente, na serra dos Parecis, em Mato Grosso, até a sua confluência com o rio Amazonas. Antes, de juntar-se ao rio Teles Pires, é denominado rio Juruena, passando a ser chamado Tapajós, após esta confluência. Sua largura, na área do Projeto, é bastante variável, desde 1,5 km na sua parte mais estreita, até cerca de 13 km, nas proximidades de Pinhal.

O rio Tapajós poder ser dividido em três regiões: o baixo curso, compreendido desde sua foz, até a vila de São Luiz, francamente navegável, numa extensão de aproximadamente 260 km, o médio curso, iniciando-se na vila de São Luiz indo até a barra do São Manoel, confluência do rio de mesmo nome com o rio Juruena, e o alto curso, desde a barra do São Manoel até a sua nascente.

Após atravessar os trechos encaichoerados nas imediações da vila de São Luiz, o rio Tapajós começa a descrever uma grande curva correndo, aproximadamente, na direção do mergulho das camadas até próximo a localidade de Barreirinhas e daí em diante seu curso segue a direção das camadas até o final da área.

Geneticamente pode ser classificado como subsequente o trecho limite norte da área/Barreirinha e ressequente no trecho Barreirinha/Vila de São Luiz.

O rio Tracoá, com uma extensão de aproximadamente 70 km, é denominado por este nome a partir da confluência dos igarapés Laranja e Mujuí próximo a localidade denominada Juriti. Afora outros tributários de menor importância como o igarapé Fundo, igarapé Água Azul, etc, destaca-se o igarapé Arixi de proporções e importância tão grande, quanto o rio Tracoá. Geneticamente o alto e médio curso do rio Tracoá, caracterizam-se como um rio subsequente correndo aproximadamente na direção da Formação Curuá. No ponto de confluência com o igarapé Arixi, este rio inflete bruscamente para sudeste correndo contrário a direção do mergulho das camadas, classificado geneticamente como obsequente. Já no final de seu curso aparecem as cachoeiras, sendo a maior delas a cachoeira Estiva, próxima ao ponto onde a Rodovia Transamazônica corta o rio Tracoá.

Com uma extensão de aproximadamente 100 km, o rio Cupari recebe esta denominação a partir da confluência dos rios Cuparitinga e Cuparipixuna, no lugar denominado Repartimento. Seu curso é bastante sinuoso, com abundantes meandros, sendo que em linha reta, essa distância chega a ter somente 50 km. A largura do rio Cupari sofre pequenas variações com a enchente e a vazante. No "verão" e no "inverno", sua largura média, mede de 30 a 70 m, conforme o local, e aumenta regularmente em direção à desembocadura, diminuindo nos pontos encachoeirados. O rio Cupari apresenta-se concordante com a inclinação dos estratos com direção aproximada de NNW. Geneticamente pode ser classificado como um rio consequente.

O rio Itapacurá-Açu apresenta-se na área do Projeto com uma extensão de cerca de 58 km e com uma largura (em sua desembocadura), de aproximadamente 80 m. Só seu baixo curso é favorável à navegação, numa extensão de 10 km, limitado por

uma bonita cachoeira (Cach. Americano). A partir daí torna-se constante a presença de cachoeiras e corredeiras, que dificultam sensivelmente a navegação, mesmo para barcos de pequeno calado. Para a travessia destas cachoeiras, utiliza-se constantemente o processo de descarrego, onde todo o material, inclusive o barco, é transportado por terra. Deve-se salientar que, próximo à sua desembocadura há nítido controle' estrutural, onde o fraturamento acarreta mudança na direção do seu leito em cerca de 90° .

O rio Itapacurazinho percorre na área do Projeto, cerca de 46 km e apresenta como principal afluente, pela margem esquerda, o igarapé Samburi Grande e pela Margem direita o igarapé São Joaquim. No seu baixo curso é francamerte navegável com uma extensão aproximada de 22 km e limitação pela cachoeira do Paredão, sendo daí pra frente difícil o seu percurso mesmo em época de inverno devido as inúmeras cachoeiras presente. O seu curso se desenvolve na mesma direção do mergulho das camadas e por isso pode ser classificado como consequente.

5. GEOMORFOLOGIA

5.1 - Generalidades

Visando facilitar o delineamento das superfícies de relevo, na interpretação geomorfológica, procurou-se reunir o maior número de trabalhos bibliográficos entre os quais se destacam os de KING (30) (1956), PONTES (38) (1966) Inédito: BRAUN (13) (1971), Projeto RADAMBRASIL Vol. VII (09) (1975), bem como os executados ou em execução pela própria CPRM/Belém (Projetos Itamaguari, Transamazônica e sulfetos Altamira-Itaituba).

Em seguida foi executada uma interpretação preliminar em ampliações de imagens de radar na escala 1:250.000, onde com auxílio dos fatores guias de fotointerpretação (tonalidade, textura, relevo, drenagem, etc) separou-se as diversas unidades de relevo existentes na área do Projeto. Os principais critérios utilizados foram as diferenças de altitudes ali existentes, e, com base nisto, se conseguiu distinguir as seguintes unidades: 1º) Áreas de Relevos Residuais; 2º) Áreas Aplainadas; 3º) Áreas Dissecadas; 4º) Áreas de Acumulação. Posteriormente estas unidades foram verificadas em campo, tendo, sido comprovado satisfatoriamente o método utilizado (Fig. 07).

De um modo geral as mudanças, de uma unidade para outra, não se verificam de forma abrupta, ocorrendo níveis intermediários que só poderiam ser individualizados com um trabalho altimétrico detalhado.

5.1.1 - Áreas de Relevo Residuais

Estão enquadradas nesta unidade as superfícies cujas altitudes médias estão em torno de 350 m aproximadamente

FIG. 07



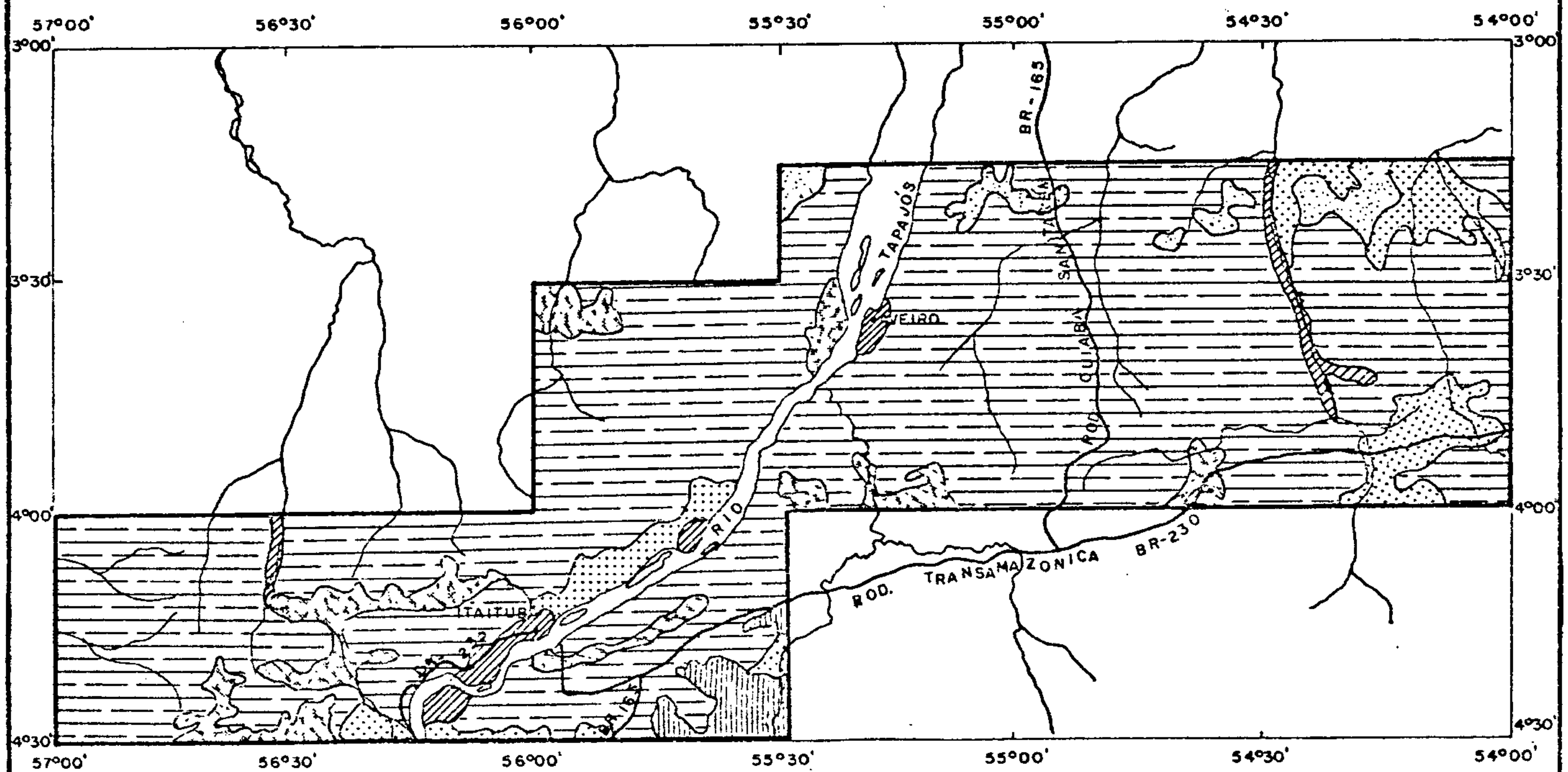
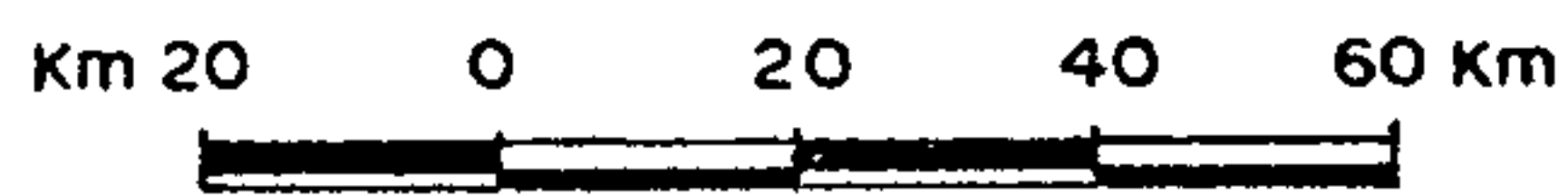
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

MAPA GEOMORFOLÓGICO

ESCALA 1/2.000.000



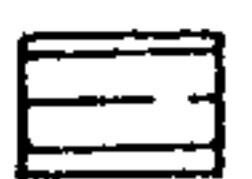
ÁREAS DE RELÊVOS RESIDUAIS



ÁREAS APLAINADAS



ÁREAS DISSECADAS



ÁREAS DE ACUMULAÇÕES



te. Apresentam-se principalmente associadas as rochas pré-cambrianas, intensamente fraturadas e falhadas, retrato característico das rochas incompetentes quando submetidas a esforços tectônicos.

Localizam-se na porção SE da folha SB.21-X-A-III, na área compreendida entre as Rodovias Cuiabá-Santarém e Transamazônica, não chegando a constituir 5% de toda a área do Projeto. Sua característica principal é a intensa dissecação em um relevo ondulado e montanhoso, localmente em forma de mesas e cristas, resultantes da associação de dois tipos de dissecação. O padrão de drenagem dominante é sub-retangular, ocorrendo algumas vezes a captura de um afluente por outro. Os vales apresentam escassos depósitos aluvionares.

Outro tipo de relevo residual é formado por grandes morros de superfície abaulada, localmente em formas tabulares com cristas e ravinamentos resultantes da dissecação de relevos bem pronunciados. O padrão de drenagem predominante é o dendrítico apresentando ramificações de primeira ordem.

Podem aparecer ainda colinas com vales encaixados e aprofundamento mais acentuado da drenagem, com encostas fortemente inclinadas, embora não sejam comuns na área do projeto.

5.1.2 - Áreas Aplainadas

Apresenta-se distribuída em praticamente toda a área do Projeto; não chega a ser forma de relevo principal embora ocupe 30 a 40% de toda a área. Está associada principalmente às rochas paleozóicas, embora ocorra também no terciário. Quanto a altitude, pode-se distinguir três níveis de erosão: o primeiro predominantemente na área norte do

Projeto nas folhas SA.21-Z-D-I, II e III, com cotas superiores a 200 m, está associado aos platôs lateríticos da Formação Alter do Chão. São facilmente distinguíveis nas imagens de radar, caracterizado pelo dissecamento em cristas e ravinas, dando um aspecto de prismas irregulares. Apresentam superfícies planas, tabulares, preservadas devido a extensa cobertura laterítica, com drenagem dendrítica, estando em alguns locais subordinada aos alinhamentos estruturais. Os cursos d'água apresentam-se bem encaixados, com os vales profundos em forma de "V".

O segundo nível situa-se na cota dos 100 metros, estando distribuído ora próximo a margem esquerda do rio Tapajós, na folha SB.21-X-A-III, estendendo-se para as folhas SB.21-X-A-II e SA.21-Z-C-VI, associado aos sedimentos paleozóicos, principalmente da Formação Nova Olinda; ora situado na porção sudeste da folha SA.21-Z-D-III associado aos sedimentos da Formação Alter do Chão. São superfícies pediplanadas com aplainamentos em retomada de erosão recente, com vales bem encaixados, profundos, com perfil em "V", podendo tornar-se mais amplo. Deve-se salientar a presença desta superfície próximo a área dos relevos residuais (Folha SB.21-X-A-III), constituindo um verdadeiro degrau para as áreas mais dissecadas.

O terceiro nível mais baixo de todos, situa-se em cotas inferiores a 100 metros, SA.21-Z-D-IV e V associado aos sedimentos da Formação Curuá, Itaituba e Nova Olinda. Caracteriza-se por uma vegetação baixa, drenagem mal desenvolvida, aplainamento bem conservado, eventualmente recoberto por depósitos superficiais inconsolidados. O padrão de drenagem predominante é o dendrítico, com algumas variações locais para sub-retangular.

5.1.3. - Áreas Dissecadas

É a principal unidade de relevo existente na área proposta. Aparece em todas as folhas, chegando a constituir 50 a 60% de toda área. Sua altitude está situada na cota de ± 100 m, estabelecendo uma morfologia monótona e associado praticamente a todas as formações aí existentes.

A dissecção é generalizada com colinas de topo aplainado, resultantes do entalhamento incipiente da drenagem; passando a colinas de topo aplainado com ravinas e drenagem intermitente, resultante da retomada de erosão. Aparecem ainda colinas com vales encaixados e ravinas, resultantes dos diferentes tipos de dissecção. O padrão de drenagem é predominantemente dendrítico com algumas variações para sub-retangular, quando controlado pelas estruturas, com os vales acompanhados de planícies aluvionares. Nas superfícies mais onduladas, a drenagem torna-se mais densa e os rios bem mais encaixados.

5.1.4 - Áreas de Acumulações

Estão relacionadas com os sedimentos recentes de idade Quaternária e distribuídos próximo aos cursos dos grandes rios (folhas SB.21-X-A-II, III; SA.21-Z-D-IV; SA.21-Z-D-III e VI). No computo geral estima-se sua presença em 5% de toda a área do projeto. Suas cotas são muito baixas, geralmente poucas dezenas de metros acima do leito do rio Tapajós, onde se observa um preponderante processo de sedimentação. Pode-se distinguir dois tipos de acumulação: o primeiro, de planícies fluviais, que correspondem às faixas de aluviões quaternários em baixadas inundáveis de fundo de vales; e o segundo, onde os terraços fluviais com depósitos inconsolidados apresentam lagoas em alguns trechos, eventualmente pe

dimentados.

Tentou-se correlacionar as características das diversas superfícies de relevo com os ciclos geomorfológicos, proposto por KING (30) (op. Cit.) para a região. As áreas de relevos, residuais correspondem à superfície de erosão mais antiga, cujos testemunhos são o resultado do aplainamento que terminou, no Terciário Superior (± 5 milhões de ano), denominado de Ciclo Sul Americano. As áreas aplainadas e dissecadas, são mais difíceis de serem correlacionadas; entretanto, a título precário pode-se enquadrá-las ao Ciclo Velhas que se desenvolveu a partir do Plio -Pleistoceno, até o Recente, sendo entretanto sobreposto por um estágio erosivo mais jovem, representado pelas áreas de acumulação, denominado Ciclo Paraguaçu.

6. ESTRATIGRAFIA

6.1 - Generalidades

A história evolutiva dos conhecimentos geológicos da Bacia Paleozóica do Amazonas, remonta desde as últimas décadas do século passado, podendo ser considerada em etapas, como: Pesquisadores Pioneiros, Serviço Geológico e Mineralógico, Departamento Nacional da Produção Mineral e PETROBRÁS/CPRM/RADAM.

No decorrer deste tempo, várias colunas estratigráficas foram sugeridas, e, não obstante a valiosa contribuição de todas, as mais recentes, apresentadas por técnicos da PETROBRÁS, são as mais aceitas.

Para o Projeto Calcário-Itaituba, achou-se recomendável utilizar a coluna crono-litoestratigráfica estabelecida pelo Projeto Sulfetos de Altamira-Itaituba (CPRM - Relatório de Fotointerpretação), adaptada do Relatório 641-A/ PETROBRÁS (Quadro XII), face a semelhança dos resultados da análise fotogeológica e da superposição, em alguns trechos, entre as áreas dos dois projetos.

Ressalta-se que, neste trabalho, não foi possível delimitar através de imagens de radar, o contato entre o Grupo Uatumã e o Complexo Basal, sendo estas unidades englobadas como pré-Cambriano Indiferenciado, no Mapa geológico (Anexos).

Por outro lado, alguns trechos dos contatos, entre as formações paleozóicas, não foram definitivamente estabele



PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

COLUNA CRONO-LITOESTRATIGRÁFICA

ERA	SISTEMA	SÉRIE	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLÓGIA		
CENO-ZÓICA	QUATERNÁRIO				Qha	Areias, siltes, argilas e cascalhos.	
	TERCIÁRIO	PALEOCENO		ALTER DO CHÃO	Tac	Intercalações de arenitos e argilitos de cor predominantemente vermelha e subordinadamente conglomerados.	
MESO-ZÓICA	CRETÁCEO	SUPERIOR			Db/Gb	Diques e "sills" de diabásio diferenciado a gabro.	
	JURÁSSICO						
PALEO-ZÓICA	PERMIANO	SUPERIOR		NOVA OLINDA	Pno	Calcários creme e cinza médio, as vezes lenticulares, camadas de anidrita e halita, siltitos, folhelhos e arenitos variegados com marcas de onda e estratificação cruzada.	
		MÉDIO A INFERIOR					
	CARBONÍFERO	SUPERIOR		ITAITUBA	CI	Calcários e dolomitos de cor cinza, com intercalações de siltitos, folhelhos e arenitos variegados, ainda camadas de gipsita e anidrita.	
				MONTE ALEGRE	Cma	Conglomerado basal com seixos de granito, riolito, quartzo leitoso e folhelho. Arenitos médios ocasionalmente finos e raramente grosseiros. No topo começa a aparecer cimento carbonático.	
				CURUA	Dc	Arenitos brancos a cinza, finos a médios, piritosos, argilosos. Intercalações de diamictitos e folhelhos e siltitos cinza escuros a pretos, físeis e micáceos. Folhelhos e siltitos. Folhelhos cinza escuros e pretos (betuminosos), laminados, micáceos, com inter-aleitamentos regulares de arenitos muito fino, micáceo.	
	DEVONIANO	MÉDIO		ERERÉ	De	Siltitos cinza escuros em intercalações com arenitos finos, angulosos, em bancos.	
		INFERIOR		MAECURU	Dm	Arenitos finos a conglomeráticos, brancos, friáveis, estratificação cruzada com alternância de grãos grosseiros e médios. Siltitos argilosos, cinza médios com aleitamento regular. Finas intercalações de folhelho, silito e arenito fino, bioturbados e localmente com aleitamento regular, leitões de hematita e siderita, principalmente no parte basal.	
	SILURIANO	INFERIOR		TROMBETAS	St	Folhelhos cinza claro a escuro, com siltitos, para bioturbação e arenitos lenticulares, finos.	
	PROTERO-ZÓICA	PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR		UATUMÃ		Pei	Riolitos, andesitos, tufos, tufitos, aglomerados, brechas.
		PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO		COMPLEXO BASAL			Migmatitos, gnaisses, granitos, veios silificados, anfíbolitos.

Fonte: PROJETO SULFETOS DE ALTAMIRA - ITAITUBA / CPRM; ADAPTADO DO RELATÓRIO 641 - A / PETROBRÁS

cidos por falta de controle litológico apoiado em análises bioestratigráficas de amostras deste Projeto e do Projeto Sulfetos de Altamira-Itaituba.

A área, objeto do presente relatório, compreende rochas pré-cambrianas (Complexo Basal e Grupo Uatumã), localizadas na Plataforma Amazônica, conforme SUSZCZYNSKY (45) (1969); sequência sedimentar paleozóica da bacia do Médio Amazonas, cujas formações orientam-se em faixas, aproximadamente ENE-WSW, com mergulhos suaves para NNW a NNE; intrusivas básicas juro-cretáceas e sedimentos continentais mesocenozóicos.

6.2. - Pré-Cambriano

6.2.1 - Complexo Basal

Está representado por rochas graníticas, granodioríticas, gnáissicas, migmatíticas e raramente anfibolíticas.

Os granitos, gnaisses e migmatitos compõem-se essencialmente de quartzo, microclina, plagioclásio e biotita sendo que as primeiras mostram textura hipidiomórfica granular, e, as últimas estruturas bandeadas e nebulíticas. Nos granodioritos, a mineralogia essencial é o quartzo, plagioclásio sódico, microclina e biotita, com textura geralmente cataclástica. Os anfibolitos, compõem-se de anfibólio e, secundariamente, plagioclásio, quartzo e epidoto, exibem textura granoblástica e representam paleossomas do complexo migmatítico, sob a forma de enclaves, nos corpos de composição granítica e granodiorítica.

Embora não tenha sido constatada esta unidade nos trabalhos de campo, sua presença foi confirmada pelo Projeto Sulfetos de Altamira-Itaituba, na folha SB.21-X-B-I.

6.2.2 - Grupo Uatumã

Sua idade é um tanto controversa, já que certos autores a consideram cambro-ordoviciano; todavia datações efetuadas por AMARAL (1971), pelo método do K/Ar, em amostras da mesopotâmia Xingu-Tapajós, forneceram idades de 900 a 1.300 M.A. o que permite posicioná-lo no pré-Cambriano Superior.

A litologia consiste de vulcânicas ácidas a interdiárias e piroclásticas: riolitos, quartzo-pórfiros, quartzo-keratófiros, andesitos, tufos, tufitos, aglomerados e brechas.

Na Folha SB.21-X-A-II, no rio Tapajós, próximo à ilha Goiânia (estação AF-R-05), afloram rochas vulcânicas, estendendo-se até o limite sul da área; subindo o rio Traçoá, próximo à cachoeira Piranhas (estação AF-37), registrou-se o último afloramento desta unidade. No rio Itapacurá-Açu, cachoeira Americano (estação AF-R-20), constatou-se rochas vulcânicas.

Estas rochas, em sua maioria riolitos e piroclásticas, constituem-se principalmente de minúsculos cristais xenomorfos e hipidiomorfos de quartzo, plagioclásio sódico do tipo albita-oligoclásio, e, em menor proporção, anortoclásio em forma subédrica. A matriz consiste de uma massa criptocrystalina de composição ácida, associada com alguns fragmentos de vidro e palhetas de sericita.

Na folha SB.21-X-A-III, no rio Itapacurá-Açu, cachoeira Diamba (estação AF-23), foi verificada a presença de riolito e, na rodovia BR-230 (estações AF-R-102 e AF-R-105) afloram tufos de coloração cinza escuro a marrom, afaníticos, contendo pequenos veios de epidoto.

Embora não se tenha estendido o reconhecimento geológico da Folha SB.21-X-B-I, além dos calcários da Formação Itaituba, o contato superior do Grupo Uatumã foi delineado, pela imagem de radar, na sua maior extensão, ao sul da rodovi

a Transamazônica.

As rochas pré-cambrianas representam aproximadamente 7% da área do Projeto.

6.3 - Siluriano

6.3.1 - Formação Trombetas

Sua idade é tida como ordo-siluriana inferior; entre os fósseis estudados destacam-se os graptólitos.

Sua seção tipo aflora no rio Trombetas, entre as cachoeiras Ponteira e Viramundo, onde foi pela primeira vez descrita por DERBY (1877).

Litologicamente, constitui-se de arenitos grosseiros a conglomeráticos, cinza claros, feldspáticos, caulínicos, sub-angulares, mal selecionados, friáveis e estratificados; arenitos finos e médios, caulínicos, micáceos (raros nos arenitos médios), silicificados (localmente), arredondados a subarredondados, muito friáveis, estratificados, com marcas ondulares e restos vegetais (nos arenitos finos) e alterações ferruginosas; siltitos cinza escuros, micáceos, pouco piritosos, coesos e com lineação de correntes; folhelhos cinza claros e escuros, micáceos, com nódulos piritosos, restos vegetais, poucos fósseis, diaclasados, às vezes sílticos e com alterações castanho avermelhado.

Segundo técnicos da PETROBRÁS, a Formação Trombetas é dividida, da base para o topo, nos membros: Autás Mirim, Nhamundá, Pitanga e Manacapuru.

Na área em apreço, parece aflorar apenas o Membro Pitanga, constituído principalmente de folhelhos, variando de cinza claro a negros, com intercalações lenticulares de siltitos e arenitos finos, com rara bioturbação.

Os sedimentos desta formação, foram depositados em ambiente litorâneo a marinho raso, constituindo um ciclo de posicional completo, durante as etapas de transgressão e regressão do mar.

A existência de folhelhos negros, com matéria orgânica e nódulos piritosos (e provavelmente outros sulfetos), indicam um ambiente de deposição algo redutor.

As irregularidades paleotopográficas da pré-deposição e a fase erosiva a que esteve exposta, conferiram-lhe variações na espessura.

O contato basal da Formação Trombetas é, evidentemente, em não conformidade com rochas pré-cambrianas. Em imagens de radar esse contato, pode ser orientado através de uma linha escarpada.

Na Folha SB.21-X-A-II, no rio Tracoá, entre a cachoeira Piranhas e a localidade Urubuacanga (estação AF-R-39), ocorre boa exposição de folhelhos cinza, pouco físseis e diaclasados, encimados por arenitos esbranquiçados, finos a médios, mostrando no contato, delgado nível de folhelho escuro, piritoso. No rio Itapacurá-Açu (entre as estações AF-R-17 e 22), em afloramentos atribuídos a Formação Trombetas, registrou-se arenitos finos a esbranquiçados, estratificados, silicosos, com características ortoquartzíticas, grãos de quartzo subangulares, com extinção semi-ondulante, provavelmente herdado da rocha fonte. A turmalina é um acessório frequente e a matriz é de sílica secundária. Próximo à cachoeira Americana (estação AF-R-39), o afloramento é semelhante ao descrito no rio Tracoá, diferenciado apenas pela ausência de nível piritoso.

Nas folhas SB.21-X-A-III e SB.21-X-B-I, também ocorre a Formação Trombetas.

Esta formação ocupa cerca de 1% da área do Projeto.

6.4 - Devoniano

6.4.1 - Formação Maecuru

A ocorrência de macrofósseis, próximo ao topo desta formação, faz considerar sua idade como eo-devoniana.

Seu primeiro afloramento estudado situa-se no rio Maecuru, nas imediações da cachoeira Teuapixuna, descrito por DERBY (1878).

Em linhas gerais, sua litologia está representada por arenitos finos a conglomeráticos, branco a cinza, grãos subangular a subarredondados, mal selecionados, friáveis, com abundante estratificação cruzada em grandes cunhas e alternância de camadas de diferente granulometria; siltitos cinza médio, micáceos, argilosos, aleitados regularmente com folhelhos.

Ultimamente, técnicos da PETROBRÁS admitem sua divisão, da base para o topo, nos membros Jatapu e Lontra, cujos contatos, superior e lateral, passam gradativamente, de arenitos e siltitos bioturbados a arenitos finos a médios com estratificação cruzada. No flanco sul da bacia, aqueles técnicos admitem que aflora apenas o Membro Lontra.

O início deposicional da Formação Maecuru, sugere uma fase transgressiva do mar e ambiente oxidante. Seus sedimentos ferruginosos, assentam-se em discordância angular de baixa inclinação aos arenitos e siltitos da formação subjacente. É bem provável que, em determinadas regiões, a Formação Maecuru, ocorra confinante a rochas pré-cambrianas, considerando-se o adelgaçamento dos sedimentos Trombetas, sobre os altos topográficos pré-cambrianos, o

que facilitaria sua total erosão e, a conseqüente deposição de sedimentos Maecuru.

Na área do Projeto, a Formação Maecuru ocupa cerca de 2%, ocorrendo nas folhas SB.21-X-A-II, SB.21-X-A-III e SB. 21-X-B-I.

A melhor exposição observada foi na Folha SB.21-X-A-II, no rio Tapajós, próxima à vila Braga (estação AF-04), constando de arenitos finos e médios, cinza esbranquiçados a escuros, com estratificação cruzada e marcas ondulares, grãos de quartzo subarredondados e fragmentos de feldspato, "chert" e quartzito, cimentados por sílica secundária. No rio Tracoá, próximo à localidade Urubuacanga (estações AF-R-40 e 41), aflora arenito fino, esbranquiçado, com estratificação paralela. Ainda no rio Tapajós, próximo à Vila São Luiz (estação AF-R-13) e no rio Itapacurá-Açu (estação AF-16) os afloramentos foram atribuídos à esta formação.

Na Folha SB.21-X-A-III, rodovia BR-230 (estação AF-113), há ocorrência de arenitos finos, esbranquiçados, exibindo nítida estratificação cruzada, sotopostos a um pacote areno-argiloso, de cor branca avermelhada, com estratificação paralela, também atribuídos à formação aqui reportada.

6.4.2 - Formação Ererê

A presença de macrofósseis permitiu estabelecer a idade devoniana média para esta formação, cuja seção tipo situa-se na serra Ererê, no Município de Monte Alegre.

Litologicamente, é representada por siltitos cinza esverdeados, micáceos, argilosos e laminados. Em algumas perfurações para petróleo, no flanco sul da bacia, no topo da formação, foi encontrado um espesso pacote de arenitos médios, cinza claro a esverdeados, sub-angulares, mal selecionados a pouco friáveis.

O contato mostra-se concordante, e, em parte, gradacional com a formação inferior.

A Formação Ererê, está presente nas folhas SA.21-Z-D-VI, SB.21-X-A-II, SB.21-X-A-III e SB.21-X-B-I, correspondendo em estimativa, a 1% da área total do Projeto.

Os afloramentos considerados desta formação situam-se na folha SB.21-X-II, no rio Tapajós, próximo à foz do rio Itapacurá-Açu (estação AF-15), às proximidades do local Vila Braga (estação AF-03) e, no rio Tracoá, próximo à localidade Caçoal (estações AF-42 e AR-R-43), consistindo de siltitos com estratificação paralela, intercalados com leitos de arenitos médios a finos de coloração clara.

6.4.3 - Formação Curuá

O primeiro trabalho nesta unidade foi realizado por SMITH (1879).

Entre os fósseis mais comuns são citados: Protosalvinia bilobata e Protosalvinia brasiliensis. Sendo esta formação bastante fossilífera, foi possível estabelecer sua idade como devoniano média.

Sua localidade tipo, acha-se no rio Curuá de Alenquer, no flanco norte da bacia.

Litologicamente, consiste de folhelhos cinza escuro a negros, carbonosos e betuminosos, micáceos, ricos em pirita, laminados, com inter-aleitamentos regulares de arenitos muito finos e micáceos; intercalações de diamictitos, folhelhos e siltitos e, arenitos finos a médios, claros e argilosos.

A divisão mais recente da formação ora reportada, sugerida por técnicos da PETROBRÁS, da base para o topo, consiste nos membros: Barrerinha, Curiri e Oriximiná.

Alguns autores afirmam que, no flanco sul da bacia, a flora apenas o Membro Barreirinha, contudo, a situação causa

dúvidas, face ao conhecimento de ocorrências, nessa região, de diamictitos, rochas pertencentes aos dois membros superiores desta Formação, sobretudo ao Membro Curiri.

A porção basal da Formação Curuá, deve representar o auge da transgressão marinha devoniana, cujos folhelhos negros, sugerem um ambiente de deposição calmo e acen tuadamente redutor. A pirita (e provavelmente também a mar cassita) abundante nestes folhelhos, a exemplo de certas o corrências conhecidas no mundo, exhibe-se em agregados de esferólitos e nódulos, com crescimento concêntrico, mostran do-se mais cristalizada nas bordas e os núcleos às vezes, ainda encerram parte da matéria orgânica substituída. Este "modelo", frequentemente oferece associação de diversos sul fetos, por vezes econômicos. Tais observações são extensi vas aos litotipos semelhantes da Formação Trombetas.

A presença de diamictitos (que apresentam pirita finamente cristalizada), deve evidenciar influência de ambi ente glacial, nos membros Curiri e Oriximiná.

O contato inferior da Formação Curuá pode ser gradacional ou abrupto. Os siltitos cinza esverdeados e a renitos muito finos, argilosos, da Formação Ererê, gradam para folhelhos sílticos, laminados, intercalados a arenitos finos, semelhantes à formação sotoposta; ou então, arenitos finos a grosseiros da Formação Maecuru, passam a folhelhos escuros laminados da Formação Curuá.

Em análise fotogeológica, a porção basal desta Formação mostra-se arrasada em relação à unidade subjacente e aos sedimentos mais grosseiros, os quais se supõem ser um de seus membros superiores.

Na área do Projeto, a Formação Curuá ocupa cerca de 6%, ocorrendo nas folhas SA.21-Z-D-V e VI, SB.21-X-A-I,

II e III e SB.21-X-B-I.

As melhores exposições encontradas foram na Folha SB.21-X-A-II, no rio Tapajós, próximo à Barreirinha, localidade tipo do membro inferior desta formação (estação AF-R-93, e nas estações AF-14 e 24); como também, no rio Tracoá, entre as localidades Caroyal e Juriti (estações AF-44 a 71).

Inicialmente tratam-se de folhelhos escuros, com nódulos piritosos dispersos, odor de óleo e bem laminados. Destaca-se a curiosa presença de "concreções" arredondadas, de variados tamanhos, provocando ligeiro arqueamento da rocha encaixante. Nota-se perfeitamente, bandas concêntricas de composições diferentes, como se houvesse "migração seletiva". Embora não se conte com análises desse material, foi identificado macroscopicamente pequenos cristais de galena, nas bandas mais internas, e acredita-se que outros sulfetos existam, assim como na abundância em carbonatos e sulfatos, alguns destes, resultantes da alteração dos sulfetos.

Subindo o rio Tracoá, a partir do igarapé Arixí, nota-se gradativa mudança litológica, os folhelhos tornam-se cinza claros, fissilidade pouco desenvolvida, aparecendo leitos arenosos, até às intercalações de arenitos finos, esbranquiçados, com espessura desde poucos centímetros até mais de 1,0 m. Nestes folhelhos estão ausentes as "concreções" acima referidas, e às proximidades de Juriti mostram-se bastante fraturados.

Na rodovia Transamazônica, em trechos não distantes da cidade de Itaituba, tanto no sentido de Jacareacanga, como para Altamira, alguns afloramentos foram atribuídos à Formação Curuá.

6.5 - Carbonífero

6.5.1 - Formação Monte Alegre

Esta formação é muito pobre em fósseis; contudo, é considerada como neocarbonífera. Sua seção tipo encontra-se nas vizinhanças do domo de Monte Alegre e foi descrita, pela primeira vez, por FREYDANCK (1957).

A sequência litológica se inicia conglomerados de seixos, de diâmetro entre 0,5 e 10 cm, constituídos de granitos, riolitos, quartzo leitoso e folhelhos. Outras vezes, são conglomerados, bastante alterados, de cores creme, amarelo e avermelhado, com matriz de areia grossa. A seguir, arenitos médios, brancos a esverdeados, alterados em creme ou amarelados, grãos arredondados, seleção irregular, às vezes, estratificados, com cimento carbonático, para o topo.

Com a Formação Monte Alegre, tem-se a retomada do ciclo deposicional da Bacia do Amazonas. Em decorrência da paleotopografia em que se depositou, sua espessura varia, com a máxima atingida de 70 m, sendo que, no flanco sul da bacia foi de 30 a 40 m.

O contato inferior é discordante erosional, e o superior, algumas vezes, grada lateralmente para a Formação Itaituba.

A delimitação dos contatos, em imagens de radar, foi facilitada por esta formação apresentar um relevo acidentado e feições em forma de "cuestas".

A Formação Monte Alegre ocupa cerca de 3% da área do Projeto, ocorrendo nas folhas SA.21-Z-D-IV, V e VI, SB.21-X-A-I, II e III e SB.21-X-B-I.

A melhor exposição estudada acha-se na folha SB.21-X-A-II, no rio Tapaçós, localidade Maloquinha (estação AF-R-01). Ainda na mesma folha, nos igarapés Arixí e Laranja, e nas folhas SB.21-S-A-III (estações JM-R-65 a 67 e 70) e SA.

21-Z-D-V (CN-R-20 e.21), afloram arenitos finos a médios de cor avermelhada, pertencentes à esta formação.

6.5.2 - Formação Itaituba

HART (1874), usou a denominação "Série Itaituba" visando englobar todas as rochas sedimentares carboníferas aflorantes na Bacia do Amazonas. Após ser considerada a Formação Monte Alegre por FREYDANCK (1957), o restante da antiga série foi levado à condição de Formação - Itaituba e Nova Olinda - por trabalhos da PETROBRÁS.

A abundância de espécies fossilíferos da Formação em estudo, facilitou o seu posicionamento no Carbonífero Superior e, segundo DAEMON & CONTREIRAS (23) (1971), do Westphaliano "D" a Stephaniano. Entre os principais representantes dessa fauna, destacam-se braquiópodes, pelecípodos, crinóides, trilobitas, briozoários, cefalóides, ostracóides, corais, peixes, foraminíferos, conodontes, etc.

Esta Formação tem como localidade tipo os arredores da cidade de Itaituba, na margem esquerda do rio Tapajós, onde situa-se sua seção tipo no local denominado.

Sua litologia é constituída de calcários, dolomitos, arenitos, siltitos e folhelhos. Os calcários podem gradar para margas ou arenitos calcíferos, sendo predominantemente biocalcarenitos. A coloração é cinza claro a escuro, às vezes, clareando para creme ou amarelado. Os arenitos finos a médios, variam em cores cinza esverdeado, creme amarelado a branco sacaróide, são micáceos, mal selecionados, por vezes contendo marcas de corrente e estratificação horizontal. Os siltitos, alguns calcíferos, mostram tonalidades cinza esverdeado e castanho escuro, podendo ser maciços ou bem estratificados e com marcas de onda. Os folhe

lhos, às vezes sílticos, também variam de coloração, entre cinza escuro, cinza esverdeado e castanho escuro.

O ambiente de deposição da Formação Itaituba foi caracterizado por águas rasas e agitadas, em clima predominantemente semi-árido. Nestas condições, houve vasta proliferação de vida micro-orgânica, responsável pela precipitação bioquímica de carbonato de cálcio.

O contato inferior pode ser gradacional ou abrupto. No primeiro caso, intercalações de folhelhos, calcários, dolomitos e arenitos da Formação Monte Alegre, passam para calcários e dolomitos basais da Formação Itaituba. No segundo, dolomitos ou calcários desta Formação recobrem imediatamente os arenitos finos a médios da formação sotoposta. O contato superior foi posicionado onde os calcários e dolomitos se tornam mais escassos e predominam folhelhos e arenitos da Formação Nova Olinda.

A Formação Itaituba, cobre aproximadamente 6% da área do Projeto, estando presente nas folhas: SA.21-Z-D-IV, V. e VI; SB.21-X-A-I, II e III e SB. 21-X-B-I.

Por ser esta unidade objeto do presente trabalho, e, mais especificamente os calcários que a compõem, estudou-se cerca de 123 afloramentos, dos quais 60 correspondem ao número de ocorrências de calcários.

Algumas destas ocorrências, mostram-se claramente associados no espaço, constituindo cerca de cinco depósitos possíveis de serem individualizados em imagens de radar. O primeiro, situa-se na Folha SB.21-X-A-I, no igarapé Laranja; o segundo, terceiro e quarto, na Folha SB.21-X-A-II, nos igarapés Arixí, Capitoã e Bom Jardim, respectivamente e, o quinto, nas folhas SB.21-X-A-III e SB.21-X-B-I, na mesopotâmia Tapajós/Cupari, nas cabeceiras do

igarapé Jibóia. Os três primeiros depósitos podem ser considerados como uma faixa contínua, uma vez que o critério usado para separação dos mesmos, foi a presença, nesses intervalos, de camadas de arenitos sobrejacentes e mais elevadas topograficamente. Entre os depósitos dos igarapés Laranja e Arixi, foi verificada uma provável falha, segundo a direção NNE-SSW. Os depósitos dos igarapés Capitoã, Bom Jardim e Jibóia, em suas partes centrais, são cortados por falha, preenchida por dique de diabásio, com a mesma direção anterior. Os demais afloramentos de calcário encontrados na área trabalhada, nas margens dos rios Tapajós e Cupari, acredita-se não representarem depósitos de valor econômico, uma vez que se acham normalmente capeados por morros de arenito e/ou às proximidades de corpos básicos.

Morfológica e fitologicamente, a Formação Itaituba apresenta duas características marcadamente distintas. Uma, largamente dispersa, representada por arenitos, exhibe relevo pouco acidentado, algumas vezes em mesetas e, com vegetação do tipo floresta aberta, onde o acesso torna-se relativamente fácil. Outra, em ocorrências subordinadas, constituídas de calcários, de relevo praticamente plano, superfície de erosão cárstica, observando-se ligeiras depressões locais, como panelas, cavernas, dolinas e pequenos cursos d'água subterrâneos, tudo causado pelo acentuado poder de dissolução destas rochas. Nestas áreas, a vegetação é do tipo fechada, de difícil penetração.

As medidas de atitude e espessuras das camadas de calcários, foram dificultadas pelas estruturas de colapso frequentes nestas rochas.

Os arenitos estudados da Formação Itaituba, apresentam-se de modo geral, com granulometria fina a média, mi

cáceos, por vezes calcíferos, geralmente fossilíferos, de coloração em tons claros, nas cores cinza, creme, amarelo e mais raramente, cinza escuro a esverdeado. É comum a transformação em "chert" de certos arenitos desta formação, principalmente os mais fossilíferos.

Nos testes de campo sobre as amostras de calcário, não foi constatada a presença significativa de fosfatos (confirmado pelos resultados de laboratório) e as leituras cintilométricas estiveram em torno de 70 cps.

Os calcários encontrados, caracterizam-se, de maneira generalizada, por uma textura maciça primária, condicionada aos fatores de deposição orgânica, onde o carbonato microcristalino é a fração dominante. A calcita é a fase primária principal, constituindo o cimento e arcabouço de abundantes restos orgânicos. É comum a presença de constituinte silicoso, sendo a calcedônia, normalmente, o elemento de substituição, havendo frequência de material argiloso e óxidos de ferro presentes ao longo de superfícies microestiliolíticas. A composição de calcário quase puro, passando por calcários magnesianos e dolomíticos até calcários arenosos. A coloração também é variada, predominando cinza claro a escuro (onde o odor de óleo se faz mais frequente), podendo ocorrer as cores marrom a creme. Quando alterados, estes calcários ganham coloração amarelada e as drusas de calcita recristalizada tornam-se comuns.

Foi notória a constância de "flints" nos calcários estudados, cuja gênese pode ser explicada pela lixiviação ou substituição dos carbonatos por soluções silicosas. Tratam-se de rochas de coloração cinza a creme, mostrando internamente faixas concêntricas, estrutura maciça e compacta, com textura tipicamente secundária, sendo o quartzo o único elemento

essencial; em alguns casos, fragmentos de conchas ainda persistem.

6.5.3 - Formação Nova Olinda

Trata-se de uma unidade pobre de fósseis. Certos autores situam-na como eo-permiana, porém parece mais correto que sua base coincida com o Carbonífero Superior.

A seção tipo está situada no poço da PETROBRÁS (1-NO-1-AM), próximo à vila de Nova Olinda, à margem direita do rio Madeira.

Basicamente, sua litologia compreende, arenitos, siltitos, folhelhos, calcários, halita, anidrita, normalmente em ciclos. Os arenitos são finos a médios, de cores cinza esverdeados, castanho, creme e branco, mal selecionados, laminados e com estratificação cruzada, quando mais grosseiros. Os siltitos e folhelhos são de cores variadas tendendo a vermelhos em direção ao topo, com abundantes marcas ondulares e restos vegetais. Os demais litotipos ocorrem em lentes e intercalações, sendo que os calcários se diferenciam daqueles da Formação Itaituba, pela forma de ocorrência e também porque são mais finamente granulares e de menor conteúdo fossilífero.

O limite inferior da unidade em apreço, consiste basicamente no desaparecimento de calcários e no ressurgimento de folhelhos como litotipos predominantes. E o contato com os sedimentos creto-terciários é marcado por seu truncamento.

Vários autores salientam que a reduzida porcentagem de clásticos em relação ao restante da unidade, está ligada a oscilações na área fonte e no grau de subsidência

da bacia. Portanto, a maioria dos sedimentos provém da pre
ci pi ta ç ã o n o direta de soluções aquosas, super saturadas do
mar interior.

Admite-se um ambiente de deposição com repetidas
oscilações do mar, intermitente a condições de livre circu
lação e baixa salinidade. Todavia, convém lembrar que, se
gundo o Relatório Projeto Itamaguari - CPRM/Belém, 1975, "o
gigantesco pacote de sulfato de cálcio (que atinge até 20m)
sem intercalações de outros materiais exigiria a evaporação
de uma coluna d'água de cerca de 28.000 m, posto que, o ca
r á t e r cont ín u o da gipsita, descarta a possibilidade de rein
cidência do processo de evaporação, em etapas distintas! Con
t u do, suas características marcantes são a grande heteroge
neidade litológica e o aspecto cíclico de sedimentação.

A Formação Nova Olinda, ocorre em quase todas as
folhas do Projeto, com exceção das SA.21-Z-D-I, II e III,
cobrindo cerca de 10% da área total do mesmo.

No rio Cupari, Folha SA.21-Z-D-IV, ocorrem exce
lentes exposições de arenitos, siltitos e folhelhos (inclu
sive um afloramento de gipsita, na localidade Manuel João),
porém os afloramentos estudados com maior detalhe, foram às
proximidades do contato com a Formação Itaituba (estações
JM-22 e 25), onde ocorrem siltitos e folhelhos, respectiva
mente.

Poucos foram os afloramentos estudados dessa for
mação, tendo em vista sua insignificante importância para
a pesquisa de calcário, em relação à Formação Itaituba.

6.6 - Juro Cretáceo

6.6.1 - Intrusivas Básicas

A maioria dos autores atribui idade juro-cretáce
a para as rochas básicas da Bacia do Amazonas, porém REZEN

DE (40) (1971), admite o início desses eventos magmáticos no Triássico Superior.

Os diabásios ocorrem sob a forma de dique ou soleira. Quando em diques, naturalmente resultantes do preenchimento de fraturas, têm direção preferencial NE-SW. As soleiras, se estendem sub-paralelamente às direções das camadas e de modo preferencial entre os contatos das mesmas.

Na área do Projeto, observa-se maior incidência de diques de diabásio a partir da Formação Curuá com predominância nas três formações paleozóicas superiores. As soleiras prevalecem nos contatos Nova Olinda/Itaituba, e no interior destas unidades, notadamente na primeira.

Entre os corpos mais significativos dessa natureza, na Formação Itaituba, destaca-se uma extensa soleira, seguindo a margem direita do rio Tapajós, Folha SB.21-X-A-III, entre o igarapé do Rock e o lago Araipá.

Esses corpos apresentam relevo suavemente ondulados, com pequenos morros de superfícies abauladas; exuberante vegetação e solos de coloração vermelha e arroxeadas, preferidos para o cultivo, tendo em vista a sua alta fertilidade. Estas características facilitam sua identificação no campo, na ausência de afloramentos.

6.7 - Terciário

6.7.1 - Formação Alter do Chão

A idade desta formação ainda é um tanto dúbia. Todavia, PRICE, através do estudo de um dente de dinossauro, encontrado no poço da PETROBRÁS (1-MO-1-AM), sugeriu idade cretácea para a base desta unidade, e as porções média e superior, por serem semelhantes às camadas vermelhas da bacia

do Acre, são consideradas cretáceas.

Sua seção-tipo acha-se no poço da PETROBRÁS (1-ALST-PA), na localidade Alter do Chão próximo a margem direita do rio Tapajós.

Está essencialmente constituída por intercalações de arenitos, argilitos e subordinadamente, conglomerados. Os arenitos são finos a médios, avermelhados e variegados, argilosos, caulínicos, ocasionalmente silicificados, com grânulos e seixos de quartzo esparsos, friáveis, mal selecionados e geralmente, com estratificação cruzada. Os argilitos, também avermelhados e variegados, em parte sílticos friáveis, por vezes compactos, outros laminados, com bolsões de areia irregularmente distribuídos. Os conglomerados apresentam seixos de quartzo e de arenitos silicificados, subarredondados, com pouca matriz arenosa. O cimento é abundantemente representado por óxidos de ferro. Nas partes superiores, ocorrem crostas ferruginosas e aluminosas, resultantes do intenso processo de laterização, que a protegem da ação erosiva.

Os sedimentos desta unidade, foram depositados em ambiente continental, em parte de caráter flúvio - lacustre, contando com material retrabalhado de rochas pré -cambrianas e paleozóicas.

As condições litológicas e morfológicas, aliadas a fenômenos de diferenciações pedogenéticas, resultaram na existência de extensos depósitos de bauxita e caulim, que ocorrem nesta Formação.

A Formação Alter do Chão mostra duas unidades morfolologicamente distintas. Uma, topograficamente elevada, em forma de paltôs, inconfundível na fotointerpretação. Outra,

bastante dissecada e de difícil delimitação, quando em contato com siltitos e arenitos das formações Nova Olinda ou Itaituba.

A Formação Alter do Chão representa cerca de 60% da área do Projeto, abrangendo totalmente as folhas SA.21-Z-D-I, II e III, e parcialmente as folhas SA.21-Z-D-IV, V, VI, SA.21-Z-C-IV, SB.21-X-A-I, II e III.

6.8 - Quaternário

6.8.1 - Aluviões Recentes

São representados por planícies aluvionares recentes, em forma de lentes, resultantes das atividades dos principais cursos d'água e seus afluentes.

Tratam-se de depósitos de argilas de cores variegadas, siltes, areias quartzosas e cascalhos normalmente com seixos de quartzo. As impregnações de óxidos de ferro, provenientes das soluções percolantes, constituem o cimento de sedimentos pouco consolidados a consolidados, resultando em blocos de concreções lateríticas, que dão ao conjunto tons vermelhos e amarelados.

A área e espessura desses depósitos, dependem principalmente dos rios que lhes deram origem.

A demarcação desses sedimentos através de fotointerpretação é bastante fácil, tendo em vista suas áreas de ocorrência e a vegetação tipicamente pouco desenvolvida.

7. ASPECTOS ESTRUTURAIS

A área do Projeto Calcário Itaituba abrange unidades geotectônicas distintas, integrantes da Plataforma Amazônica, conforme SUSZCZYNSKI (op.cit.). A área cratônica, representada pelo Craton Guaporé, em sua porção mais setentrional, é constituída por rochas gnáissicas, com estruturas migmáticas e granitóides, vagamente foliados e anatextíticos, tipicamente sincinemáticos, que caracterizam essa unidade como uma antiga plataforma, cuja evolução e consolidação se processou através de ciclos geotectônicos muito antigos (guriense, mais de 2.600 M.A. e Transamazônico, de 2.600 a 1.800 M.A).

A área de cobertura de plataforma, representada por rochas do Grupo Uatumã e sedimentos paleozóicos e meso-cenozóicos da Sinéclise Amazônia. O Grupo Uatumã compreende rochas vulcânicas e piroclásticas, de composição ácida a intermediária, produtos de uma atividade vulcânica fissural, que se processou no craton, provavelmente no pré-Cambriano Superior.

LOCZY (33) (1968), estabeleceu um padrão estrutural para a Sinéclise Amazônica, consistindo num conjunto de altos e depressões, determinados em parte por falhamentos.

A Bacia do Amazonas, limitada no seu extremo oeste, pelo Arco de Iquitos e no extremo leste, pelo Arco de Gurupá, foi dividida por trabalhos da PETROBRÁS, em bacias do Alto, Médio e Baixo Amazonas. A Bacia do Alto Amazonas, compreende a porção entre os arcos de Iquitos e Purus; a Bacia do Médio Amazonas, limitada pelos arcos de Purus e

Monte Alegre, e a Bacia do Baixo Amazonas, compreendida pelos arcos de Monte Alegre e Gurupá. Estes arcos, representam fases de movimentação epirogenéticas.

Embora não haja um controle das poucas datações radiométricas existentes, as rochas básicas são provisoriamente posicionadas no Mesozóico (juro-Cretáceo), pois atravessam sedimentos paleozóicos superiores. Estas rochas representariam o testemunho de atividade tectono-magnética na Era, afetando indistintamente as rochas do embasamento dobrado e da cobertura sedimentar paleozóica da Sinéclise Amazônica. No Craton Guaporé, essas rochas básicas ocorrem em forma de dique, e na sequência sedimentar em diques e soleiras.

Por ser a cobertura sedimentar paleozóica (especialmente os calcários da Formação Itaituba) o principal objeto deste trabalho, houve preocupação em se considerar apenas as estruturas observadas nessa sequência, as quais representam reflexos de uma tectônica vertical suave, evidenciada por falhamentos normalmente extensos, porém com pequenos deslocamentos.

Essas, falhas, por se apresentarem em geral preenchidas por diabásio, em forma de dique, tornam-se mais fáceis de serem constatadas em fotointerpretação. Por outro lado, os pequenos deslocamentos dificultam a distinção entre as Reais falhas, de apenas fraturas. Estas estruturas, alinham-se notoriamente com direção NE-SW, havendo alguma com cerca de meia centena de quilômetro, contando desde as rochas pré-cambrianas às formações paleozóicas mais recentes.

8. GEOLOGIA HISTÓRICA

A área representada pelo Complexo Basal, foi submetida a processos orogenéticos e a episódios de rejuvenescimento, sendo suas rochas produtos de eventos metamórficos, onde predominaram a granitização e a anatexia.

No Pré-Cambriano Superior, intensa atividade vulcânica ácida a intermediária fez cobrir parcialmente a Plataforma Amazônica. Este episódio vulcânico, de caráter fissural, foi de grande amplitude, resultando nas rochas do Grupo Uatumã, ocorrentes na área.

A sedimentação na bacia do Médio Amazonas, teve início no Cambro-Ordoviciano, com a deposição inicialmente flúvio-continental (Formação Prosperança), principalmente na área do Arco do Purus. Posteriormente, houve uma invasão de mar raso, ocasionada por subsidência epirogenética, com a deposição de carbonatos e sequência de terrígenos (Formação Acari).

Após esta transgressão, ficou caracterizado um estágio regressivo, formando a discordância pré-Trombetas. Provavelmente no Ordo-Siluriano, ocorreu a invasão marinha de leste para oeste, sedimentando os arenitos e folhelhos do Membro Autás-Mirim; prosseguindo a subsidência, foi depositado o Membro Nhamundá, em direção aos flancos da bacia. Durante a deposição da parte superior desse membro e inferior do Membro Pitinga, a bacia esteve sujeita à acentuada subsidência, o que ocasionou a aceleração do processo transgressivo do mar, atingindo as porções norte, oeste e sul, com deposição de placas finas sobre rochas mais antigas. É ventilada a possibilidade, deste mar transgressivo, ter ultrapassado o Arco do Purus, se comunicando com outro que transgredia de oeste para leste.

Após a deposição do Membro Pititinga, houve um soerguimento epirogenético que ocasionou uma regressão marinha tanto de leste, como de oeste, quando então foram depositados os clásticos terrígenos do Membro Manacapuru. O soerguimento sofrido pela bacia foi quase total, ocasionando a formação de uma superfície de erosão ou não deposição, truncando rochas pré-devonianas. Os maiores soerguimentos ocasionaram a erosão parcial da Formação Prosperança e do Complexo Basal. No eo-Devoniano teve início um novo ciclo transgressivo de leste para oeste e mais tarde de oeste para leste, depositando as formações Maecuru e Ererê, e atingindo o seu máximo com a deposição dos folhelhos do Membro Barreirinha. Durante a sedimentação do Membro Curiri ficou caracterizado o início de um estágio regressivo sujeito às condições glaciais. No eo-Carbonífero (Mississípiano) acentuaram-se os movimentos epirogenéticos positivos tanto nas bordas norte e sul, como nas fronteiras oeste e leste, causando o maior fluxo de terrígenos grosseiros, que correspondem aos depósitos areno-argilosos do Membro Oriximiná.

Posteriormente, ocorreu a emersão das atuais bordas norte, sul e parte oeste do Alto Amazonas, ocasionando a sedimentação de pacotes arenosos da Formação Faro, nas áreas centrais do Médio e Baixo Amazonas. Antes do início do Pensilvaniano houve o soerguimento do Arco de Purus.

No eo-Carbonífero, teve início o terceiro grande ciclo da deposição paleozóica, com o desenvolvimento da Formação Monte Alegre, em ambiente de águas rasas e calmas. Após a cessação desta fase transgressiva, ocorreu uma flutuação regressiva com alternância de ambientes marinho e água salobra, em locais de bacias fechadas, pouco sujeitas à ação fluvial, depositando-se as seções carbonáticas-evaporíticas das formações Itaituba e Nova Olinda. Posteriormente

a esta fase, ocorreu um estágio de transição de mares interiores para continentais, com a deposição de camadas vermelhas e raras anidritas nas partes centrais da bacia, que correspondem à Formação Andirá, a qual representa o final do ciclo paleozóico.

A bacia esteve sujeita a um período de erosão ou não deposição, após a sedimentação Andirá, evidenciado por uma discordância de trunca os sedimentos paleozóicos. O último estágio compreende a deposição da seção Meso- Cenozóica da Formação Alter do Chão.

9. GEOLOGIA ECONÔMICA

9.1 - Comentário Gerais

Ao final dos trabalhos de campo da Etapa I, além de diversos afloramentos de calcários registrados ao longo dos rios Tapajós e Cupari (alguns bem conhecidos de literatura), foi confirmada a presença de cinco grandes depósitos desse material, alguns já sugeridos por PONTES (38) (1969), em trabalhos de fotointerpretação, e outros individualizados, pela análise preliminar de imagens de radar, em escala 1:100.000, efetuada por técnicos deste Projeto.

A delimitação final desses corpos foi efetuada com integração dos dados de campo e fotointerpretação.

Estes depósitos, para facilidade de localização, foram cognominados segundo a toponímia do igarapé mais próximo, recebendo os nomes de Arixi, Jibóia, Capitoã, Bom Jardim e Laranja, sendo esta também a ordem de importância dos mesmos, levando-se em consideração as suas dimensões. As áreas dos depósitos foram calculadas com auxílio de planímetro marca OTT.

Na realidade alguns desses depósitos podem ser considerados como uma faixa contínua, separados entre si devido a uma não erosão das camadas areníticas subjacentes, relacionadas à prováveis falhamentos locais, caso observado na sequência Capitoã-Arixí-Laranja (Folha SB.21-X-A-II).

Nos afloramentos de calcários, sempre procurou-se coletar amostras frescas ou pouco alteradas, a fim de evitar mascaramento nos reais valores analíticos; isto porém, nem sempre foi conseguido, dado ao intenso processo

de intemperismo reinante na região e por se tratar de ro
chas com relativa facilidade à decomposição química, produz
zindo normalmente crostas de minerais argilosos.

Desta forma, os resultados das análises devem
ser tomados com devida cautela, principalmente nas amostras
de baixos teores em cálcio ou magnésio.

Dado a variação de coloração nos calcários da
Formação Itaituba, tentou-se verificar se haveria alguma re
lação com o teor de magnésio, concluindo-se que, amostras
com características mesoscópicas semelhantes poderiam, tambi
ém apresentar teores marcadamente distintas neste elemento.

Para efeito de interpretação, foram reunidos os
resultados analíticos de cada depósito (Quadro XIII), tendo
tando-se relacionar ao aproveitamento na indústria do ciment
to ou na agricultura, tendo em vista que a grande demanda
de matéria-prima exigida por esses dois setores mostra-se, a
curto prazo, com real perspectiva de serem implantados na
região.

Foram efetuadas análises química completa em
parte das amostras de calcários; porém, em algumas, além da
dosagem em CaO e MgO, apenas foram determinados teores de
 P_2O_5 e/ou R.I.. De modo geral, os resultados obtidos são
suficientes para se estabelecer uma idéia quanto ao aproveit
tamento das reservas, seja para a indústria do cimento, seja
ja para a aplicação na calagem de solos (Anexo XVIII).

Também, algumas amostras foram submetidas a a
nálises espectrográficas (semi-quantitativa para 30 element
tos), com finalidade de se conhecer comportamento anormal
de certos elementos-traços, vitais ou nocivos a determinada
das plantas (Anexo XVIII).

Embora não seja possível apresentar os resultados no presente relatório, pois trata-se de experimento muito demorado, foi solicitada à EMBRAPA, a realização de testes de campo em cerca de 100 kg de amostras provenientes dos depósitos Capitoã, Jibóia e Bom Jardim, com a finalidade de se conhecer a resposta desses calcários, as diversas culturas implantadas.

9.2 - Depósito Arixí

Localiza-se na porção Oeste da folha SB.21-X-A-II, nas cercanias da localidade de São Pedro e São Vicente. Seu acesso é facilitado pelo igarapé Arixí, afluente pela margem esquerda do rio Tracoá, que praticamente o divide em dois.

Possui um formato aproximadamente elipsoidal com o eixo maior orientado segundo a direção ENE, limitando-se ao Norte nas proximidades da localidade Jacaré, ao Sul pela localidade Limão, a Leste pelo Igarapé Buriti ou Jacaré e a Oeste nas imediações da "colocação" Sucuré. Este depósito é considerado como o mais importante em área, ocupando cerca de 66 km².

Durante os trabalhos de campo, foi constatada a presença de numerosos e extensos afloramentos, como por exemplo na porção situada entre os igarapés Arixí e Buriti, com mais de quatro quilômetros de exposições contínuas. Quanto ao capeamento, mostra-se em algumas áreas praticamente inexistente, como a supra citada, onde aparentemente torna-se mais espesso à medida que se avança para Oeste.

Cerca de 70% das amostras deste depósito, mostraram resultados promissores para o aproveitamento do materi

al na indústria cimenteira, tendo em vista os altos valores de cálcio e baixo conteúdo em magnésio, sempre inferiores a 3% (Quadro XIII). O restante das amostras mostrou-se com possibilidades para o emprego como corretivo, já que o MgO foi superior a 10%, com excessão da amostra AF-R-51a, que se trata de um arenito calcífero.

Nas amostras analisadas espectrograficamente, dos 26 elementos considerados "traços" em calcários, cerca de 15 não foram detetados ou então apresentaram valores abaixo do limite de sensibilidade do aparelho (Ag, As, Au, Ba, Be, Bi, Cd, Co, La, Nb, Sb, Sc, Sn, V e Zn); o restante acusou quantidades dentro do padrão aceitável para absorção pelos vegetais, com excessão da amostra AF-R-54a que apresentou teores de Manganês (1000 p.p.m.) e Estrôncio (1000 p.p.m.) considerados elevados. Acredita-se que este resultado não comprometa a qualidade do depósito.

9.3 - Depósito Jibóia

Localiza-se na porção NE e NW das folhas SB. 21-X-A-III e SB.21-X-B-I, respectivamente, entre os igarapés Jibóia e Baixa Fria na mesopotâmia Cupari/Tapajós.

Apresenta um formato irregular com maior alongamento segundo a direção Leste-Oeste, limitando-se ao Norte e ao Sul pelos paralelos $4^{\circ}01'33''S$ e $4^{\circ}06'10''S$; a Leste nas proximidades do rio Cupari e a Oeste próximo ao igarapé Baixa Fria. É considerado o segundo maior depósito calcário, com uma superfície de aproximadamente 44 km^2 .

Seu acesso só é possível através de "picada", sendo a de menor extensão, a partir da margem esquerda do rio Cuparipixuna, com cerca de sete quilômetros.

Durante os trabalhos de campo foram constata

dos, extensos e expressivos afloramentos, alguns com mais de 2,0 metros de altura, sendo aparentemente sua porção central, a de menor capeamento.

Os valores obtidos pela análise química quantitativa, mostram elevados teores de cálcio com valores variando de 43% a 54%, sendo a média de 51%. Já o magnésio, apresenta valores muito baixos com um máximo de 2% e média de 1% abrindo boas perspectivas para o uso da rocha como matéria-prima na indústria de cimento. O fósforo mostrou teores inexpressos em algumas amostras analisadas.

O resultados espectrográficos acusaram a presença de seis dos 26 elementos-traços analisados (B, Cr, Mn, Sr, V e Zr), com valores compatíveis para utilização do calcário na agricultura; o restante apresentou valores menores do que o da sensibilidade do aparelho ou então não foram detectados.

9.4 - Depósito Capitoã

Localiza-se na porção central da folha Sb.21-X-A-II na região compreendida entre os igarapés do Buriti e Capitoã, afluentes pela margem esquerda do rio Tapajós, próximo à rodovia Transamazônica.

Possui um formato irregular com maior alongamento segundo a direção ENE-WSW, sendo a terceira maior área de calcário com uma superfície de aproximadamente 34 km². Limita-se ao Norte e Leste pelo igarapé Capitoã, ao Sul nas imediações da rodovia Transamazônica e o Oeste pelo igarapé do Buriti ou Jacaré.

Seu acesso pode ser feito através de uma pequena estrada vicinal, aberta para retirada de madeira, no km 32 da Transamazônica trecho Itaituba/Jacareacanga, ou então

partindo-se do km 35 desta mesma rodovia, em cerca de quatro quilômetros de "picada" em direção Norte, quando então surgem os primeiros afloramentos de calcário.

Durante os trabalhos de campo foram constatados, dezenas de afloramentos, sendo aparentemente, a parte Oeste do depósito a de maior capeamento.

Os resultados das análises mostraram altos valores de CaO com uma média de 51% e um baixo teor de magnésio em média pouco superior a 2%. Cerca de 90% das amostras confere ao depósito excelentes possibilidades de emprego na indústria do cimento, com exceção da amostra CN-R-12 (calcário magnesiano), que apresentou teor de MgO em torno de 8%. Não foi verificada a presença de fósforo em nenhuma amostra.

Dos 26 elementos-traços analisados, em nove foram constatados valores significativos para B, Ba, Cr, Mn, Mo, Pb, Sr, V e Zn; os restantes não foram detetados pelo aparelho ou apresentaram-se menores do que a sua sensibilidade.

9.5 - Depósito Bom Jardim

Está situado na porção Leste da folha SB.21-X-A-II confronte a ilha do Curral, nas vizinhanças da cidade de Itaituba, e é cortado, em sua maior dimensão pelo igarapé Bom Jardim, afluente pela margem esquerda do rio Tapajós.

Seu acesso é facilitado pela presença de rodovias Federal (Transamazônica) e Municipal (Rodovia Itaituba/Quartel do 53 Bis), que interceptam a área do depósito no sentido Leste-Oeste; afora inúmeros "caminhos" que ligam as diversas moradas. O igarapé Bom Jardim só permite a entrada de pequenos barcos, na época invernososa, assim mesmo por um máximo de 2 km no seu leito a partir da foz.

Apresenta um formato irregular, orientado em sua maior extensão na direção Norte-Sul e ocupando uma área de 29 km² aproximadamente. Limita-se ao Norte nas cabeceiras do igarapé Bom Jardim, ao Sul pela margem esquerda do rio Tapajós, a Leste nas proximidades da cidade de Itaituba e a Oeste pelo igarapé Iricuri.

Este depósito foi recentemente pesquisado, em semi-det^{al}he, pela Companhia Agro-Industrial de Monte Alegre - CAIMA, que visava o seu aproveitamento para a indústria cimenteira. Segundo informações verbais de técnicos desta companhia, trata-se de calcário altamente magnesiano com teor médio acima de 10% de MgO, e cuja espessura constatada foi superior a 80 m em alguns furos.

Durante os trabalhos de reconhecimento geológico, foram constatados inúmeros afloramentos, dispostos predominantemente nas proximidades do igarapé Bom Jardim e nas imediações dos pontos de sondagem da CAIMA.

Tem-se conhecimento de antigas "caieiras" aí instaladas e que, devido a falta de mercado, ficaram ao abano dono. Atualmente o Calcário é explorado, em pequena escala, como brita e material para alicerces em construções de casas. A exploração do calcário faz-se ainda de maneira rudimentar, utilizando-se "ponteira" de ferro para perfuração da rocha, onde em seguida é colocada pólvora e efetuada a detonação.

Quanto ao capeamento, mostra-se em alguns locais praticamente inexistente, como na região às margens do igarapé Bom Jardim, sendo aparentemente a porção Norte do depósito a mais espessa.

Pelos resultados analíticos observa-se, como já era esperado, altos teores de magnésio, com valores superiores.

res a 15% (AF-R-29f), e elevados teores de sílica (AF-R-27a, 28b e 29f) associados, afora a amostra AF-R-33b, que se trata de um calco-arenito. Os teores de cálcio não se mostraram tão elevados com uma média pouco superior a 40%, e as amostras AF-R-29f, 31a e 31b, apresentaram uma significativa proporção de alumínio, ao redor dos 6%. O fósforo e o titânio praticamente estiveram ausentes em todas as amostras.

Embora os teores de cálcio não sejam tão altos, como nos depósitos anteriores, por serem bastante magnesianos, e com isso excluído sua possibilidade de serem aproveitados no uso do cimento, encontramos perspectivas de virem a ser utilizados como corretivos de solos.

Nas amostras analisadas espectrograficamente, dos 26 elementos-traços, cerca de 22 não foram detetados ou então possuem valor menores do que o da sensibilidade do aparelho, sendo registrado a presença do Ba, Cr, Sr e V. De um modo geral, os valores estão dentro do padrão de tolerância, com exceção do manganês, que com 1.000 p.p.m. (AF-R-28b), não chega a comprometer a qualidade do depósito.

9.6 - Depósito Laranja

Situa-se nas porções Sudeste e Sudoeste das folhas SB.21-X-A-I e SB.21-X-A-II, na região do igarapé Laranja, afluente pela margem esquerda do rio Tracoá, e próximo a localidade de Cacau.

Seu acesso é feito pelo rio Tracoá, com relativa facilidade, até a foz do igarapé Laranja. A partir desse ponto o percurso torna-se bastante difícil, prejudicado principalmente pela vegetação muito cerrada e incontáveis árvores caídas sobre o rio, algumas de diâmetro superior a 1,5m, que obstruem a passagem.

Apresenta um formato irregular alongado segundo a direção WNW-ESE com uma área de aproximadamente 21 km². Limita-se ao Norte e Sul aproximadamente pelos paralelos 4°20'37"S e 4°22'30"S, respectivamente, e a Leste e Oeste pelos meridianos 56°29'35"WGr e 56°35'44"WGr.

Durante o reconhecimento geológico não foi constatada a presença de afloramentos no curso do igarapé; as exposições de calcário encontradas foram em picada, próximo ao primeiro grande afluente do igarapé Laranja, pela sua margem esquerda. Quanto ao capeamento, aparentemente, pode-se considerar mais espesso que nas outras regiões, com excessão nas áreas próximas aos afloramentos visitados.

Os resultados analíticos apresentaram um teor de cálcio bastante razoável com teores variando entre 43% e 53% de CaO e com teor de MgO em média de 6%, tendo os seus maiores valores, 7% e 8%, nas amostras AF-R-78a e b, respectivamente. O fósforo praticamente está ausente em todas as amostras. Embora o teor de magnésio esteja aparentemente alto há perspectivas de um aproveitamento da matéria-prima para a indústria cimenteira.

As análises espectrográficas não acusaram presença anormal de qualquer elemento-traço. Dos 26 analisados cerca de 19 não foram detetados ou então apresentaram valores menores que o valor mínimo de sensibilidade do aparelho. Os elementos registrados foram B, Cr, Mn, Ni, Sr, V e Zn.

9.7 - Afloramentos dos rios Cupari e Tapajós

Além dos extensos depósitos encontrados, foi confirmada a presença de vários afloramentos de calcário e material carbonático, dispostos às margens dos rios, Cupari, nas Folhas SA.21-Z-D-IV e SB.21-X-B-I e Tapajós, na folha SB.21-X-A-III.

Tratam-se de ocorrências próximas a soleiras de rochas básicas ou subjacentes a pequenos morros de arenitos, não chegando a constituir depósitos com possibilidades econômicas.

Na estação JM-R-16, foi executada amostragem de canal, separando-se visualmente os diversos níveis, onde posteriores resultados analíticos confirmaram a presença de impurezas prejudiciais ao calcário.

De um modo geral, os valores de cálcio mostraram-se baixos, com exceção das amostras JM-R-16 g e h (61,6% e 50,5% respectivamente) e valores de magnésio bastante variáveis, desde 0,6% (JM-R-16 b e c) até 15,2% na amostra JM-R-10.



QUADRO XIII

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

RESULTADOS DE ANÁLISE QUANTITATIVA
(%)

AMOSTRA	FOLHA	CaO	MgO	SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P. F.	R. I.	OBSERVAÇÃO
AF-R-50 a	SB.21-X-A-II	53,3	Tr		neg.						Depósito Arixi
AF-R-51 a	"	19,6	5,0		0,1						"
AF-R-51 b	"	39,3	11,1		neg.						"
AF-R-52 a	"	51,9	1,0		neg.						"
AF-R-54 a	"	47,7	1,0		0,2						"
AF-R-57 a	"	54,7	Tr		neg.						"
AF-R-61	"	30,8	17,1		neg.						"
AF-R-62 a	"	46,3	1,0		neg.						"
AF-R-63	"	47,7	2,0		0,1						"
AF-R-64	"	39,3	11,0		traços						"
AF-R-81	"	53,3	Tr		neg.						"
AF-R-83	"	51,9	Tr		neg.						"
AF-R-86	"	49,1	3,0		traços						"
AF-R-88	"	30,9	16,1		0,1						"



QUADRO XIII

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

RESULTADOS DE ANÁLISE QUANTITATIVA
(%)

AMOSTRA	FOLHA	CaO	MgO	Si O ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ti O ₂	P. F.	R. I.	OBSERVAÇÃO
VB-R-03	SB. 21-X-B-I	50,5	1,0		neg.						Depósito Jibóia
VB-R-04	"	43,5	1,5		Tr.						"
VB-R-07	"	46,5	2,0		neg.						"
VB-R-08	"	50,5	1,0		Tr.						"
VB-R-09	"	51,9	1,0		neg.						"
VB-R-11	"	51,2	1,5		neg.						"
VB-R-12	"	51,9	Tr		neg.						"
VB-R-15	"	53,3	1,0		neg.						"
JM-R-88 a	SB. 21-X-A-III	49,8	Traço								"
JM-R-88 b	"	51,9	1,5								"
JM-R-89	SB. 21-X-B-I	54,7	2,0								"
JM-R-90 a	"	51,9	0,5		Tr.						"
JM-R-90 b	"	50,5	2,0		Tr.						"
JM-R-95 a	"	51,9	1,0		Tr.						"
JM-R-95 b	"	53,3	Traço		0,1						"



QUADRO XIII

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

RESULTADOS DE ANÁLISE QUANTITATIVA

(%)

AMOSTRA	FOLHA	CaO	MgO	SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P. F.	R. I.	OBSERVAÇÃO
CN-R-02	SB.21-X-A-II	50,5	4,0		-						Depósito Capitoã
CN-R-04	"	53,3	1,0		neg.						"
CN-R-06	"	46,3	1,5		0.2						"
CN-R-09	"	53,0	Traço		neg.						"
CN-R-10	"	53,0	"		neg.						"
CN-R-11	"	53,3	2.0		neg.						"
CN-R-12	"	43,5	8.0		neg.						"
CN-R-17	"	53,3	Traço								"
CN-R-19	"	52,6	2.5		Traço						"
AF-R-27a	SB.21-X-A-II	35,1	10,1	11,3	neg.	1,3		0,2	37,9		Depósito Bom Jardim
AF-R-28b	"	35,1	12,6	14,6	Traços	0,5		0,1	37,8		"
AF-R-29f	"	24,5	15,1	15,1	0,1	3,8		0,2	37,6		"
AF-R-30c	"	45,6	2,5	9,9	0,1	0,5		0,1	38,9		"
AF-R-31a	"	45,5	5,0	5,9	0,2	3,8		0,1	40,3		"
AF-R-31b	"	49,1	2,5	4,2	neg.	6,4		0,1			"
AF-R-32a	"	42,1	10,1	7,1	neg.	0,2		0,1			"



QUADRO XIII

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

RESULTADOS DE ANÁLISE QUANTITATIVA

(%)

AMOSTRA	FOLHA	CoO	MgO	SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P. F.	R. I.	OBSERVAÇÃO
AF-R-33a	SB.21-X-A-II	42,1	7,6	5,2	neg.	1,3		0,1			Depósito Bom Jardim
AF-R-33b	"	45,6	2,5	23,5	neg.	0,2		0,2			"
AF-R-78a	SB.21-X-A-I	43,5	7,0		neg.						Depósito Laranja
AF-R-78b	"	42,1	8,1		neg.						"
AF-R-79a	"	46,3	3,0		0,1						"
AF-R-79b	"	53,3	2,0		Traços						"
AF-R-80	"	44,9	4,0		neg.						"
JM-R-06	SB.21-X-B-I	25,4	14,4							19,7	Rio Cupari
JM-R-08b	"	11,2	6,5							57,7	"
JM-R-08c	"	23,5	10,4							29,1	"
JM-R-09	"	30,1	4,8							31,6	"
JM-R-10	"	23,2	15,2							19,0	"
JM-R-12	"	18,8	13,3							30,2	"
JM-R-16a	SA.21-Z-D-IV	47,5	0,7							10,6	
JM-R-16b	"	25,6	0,6							46,6	
JM-R-16c	"	27,9	0,6							42,7	"



QUADRO XIII

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

RESULTADOS DE ANÁLISE QUANTITATIVA
(%)

AMOSTRA	FOLHA	CaO	MgO	SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P. F.	R. I.	OBSERVAÇÃO
JM-R-16d	SA.21-Z-D-IV	35,1	5,8							17,4	Rio Cupari
JM-R-16e	"	42,9	4,2							9,9	"
JM-R-16f	"	21,8	10,0							28,6	"
JM-R-16g	"	51,6	0,7							4,0	"
JM-R-16h	"	50,5	0,7							6,0	"

10. ASPECTOS ECONÔMICOS DOS CALCÁRIOS

10.1 - Generalidades

Calcário é o carbonato de cálcio natural abundantemente disperso na crosta terrestre, apresentando-se ora como extensas e espessas camadas, ora como lentes intercaladas nas formações sedimentares e metamórficas, nos diversos períodos geológicos. Raramente os calcários têm origem magmática, como é o caso dos carbonatitos, que estão relacionados a estágios de consolidação do magma alcalino.

A calcita é o principal constituinte das rochas calcárias, apresentando-se cristalizada no sistema romboédrico; seu peso específico é $2,7102 \pm 0.0002$ a 20°C , para CaCO_3 e varia principalmente com a sua composição. Dureza em torno de 3, variando conforme o plano e a direção considerada; opticamente apresenta forte dupla refração, uniaxial negativo (-), anormalmente biaxial com extinção ondulante e $2V$ de 5 a 10° . É infusível, começando a se decompor a partir de 725°C , transformando-se em óxido de cálcio.

Devido à sua afinidade geoquímica, é frequente a substituição do cálcio por outros cátions divalentes, principalmente de magnésio, embora muitos outros elementos, tais como ferro, alumínio, manganês, fósforo, terras raras etc, sejam encontrados; tomando-se como referência o teor de magnésio existente nos calcários, várias classificações foram estabelecidas; assim, calcário com 0 a 1,1% de MgO foi denominado calcário calcítico; de 1,1 a 2,1% de MgO , calcário magnésiano; de 2,1 a 10,8% de MgO , calcário dolomítico; de 10,8 a 19,5% de MgO , dolomito calcítico e dolomito de 19,5 a 21,7% de MgO . É claro que as proporções são arbitrárias, como es

tas elaboradas por Pettijohn; a finalidade é mais didática do que comercial.

A presença do magnésio nas rochas calcárias provém principalmente dos organismos que originaram a rocha, ou de uma dolomitização posterior por influência de soluções magnesianas de origem marinha ou magmática.

Segundo Pettijohn, os calcários podem ser divididos em quatro classes: 1º) - Calcários autoctônicos, formados de organismos inferiores, dando estrutura de "bioherms" ou "reefs", isto é, domos de colônias de corais; 2º) - Calcários biostrômicos; 3º) - Calcários de precipitação química, de partículas finas, às vezes acomodadas entre leitos de folhelhos ou contendo argila de sedimentação contemporânea; 4º) - Calcários dolomíticos ou metassomáticos, alterados por dolomitização.

O calcário é facilmente reconhecível pela propriedade de produzir efervescência, quando atacado pelo ácido clorídrico, mesmo a frio, segundo a reação, $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Quando o teor de magnésio torna-se acentuado, a reação ao ácido clorídrico se processa com maior intensidade quando efetuada a quente.

10.2 - Usos do Calcário

O calcário apresenta-se como uma das mais importantes matérias-primas minerais, tendo em vista as suas numerosas aplicações.

No nosso país, o uso do calcário está ligado principalmente a indústria cimenteira, como sua mais importante matéria-prima; em seguida, aparece o setor agrícola cuja utilização prende-se principalmente à calagem dos solos, em geral bastante ácidos. A indústria siderúrgica usa

o calcário para formar escórias fluídas de silicatos de cálcio, que facilitam a eliminação das impurezas dos minérios. As aplicações na indústria química são numerosas, dentre as quais destacam-se a produção de carbonato de cálcio precipitado, cloreto de cal, carboneto de cálcio e diversos sais de cálcio. Deve-se destacar, ainda, a indústria de cal na construção civil, cuja utilização, no preparo de argamassas, pinturas etc., aparece como uma das mais difundidas aplicações da matéria-prima.

O calcário pode também ser utilizado na fabricação de vidros, colas, graxas, lubrificantes, inseticidas, tintas, papéis, explosivos, refinação de sal (prevê-se para breve a utilização dos depósitos salinos de Barreira, município de Itaituba), no tratamento de águas de esgotos, produção e refinação do açúcar (está em estudo a instalação de uma usina de açúcar nas proximidades de Altamira), fabricação de borracha, como pedra ornamental (mármore), além de diversas outras utilizações.

Cada um destes usos está condicionado à estrutura físico-química do calcário, que é o fator determinante, na sua utilização.

10.3 - Reservas, Produção e Consumo do Calcário no Brasil

10.3.1 - Reservas

As reservas nacionais, estimadas em mais de 6 bilhões de toneladas, ainda não estão devidamente estabelecidas, ficando principalmente condicionadas ao maior ou menor conhecimento geológico da região. Assim, a estimativa oferecida pelo Anuário Mineral Brasileiro - 1976 (Vide Quadro XV), mostra uma concentração de reservas na Região Sudeste com cerca de 53,9% do total nacional, seguida das regiões Sul e

Nordeste, com 29,4% e 12,4%, respectivamente, e, finalmente, as regiões Centro-Oeste 3,6% e Norte 0,7%. Como se vê, a percentagem da Região Norte, em relação ao montante brasileiro, é praticamente insignificante, muito embora sejam conhecidos, já há bastante tempo, os extensos depósitos calcíferos, principalmente da Formação Itaituba, sem que houvessem trabalhos que culminassem com a cubagem desses depósitos.

Espera-se que, num futuro mais próximo, o quadro nacional de reservas sofra uma sensível mudança, no que tange principalmente à Região Norte, que poderá se constituir numa das maiores reservas nacionais.

10.3.2 - Produção

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro (1975), a produção brasileira de calcário para o ano de 1974, foi de aproximadamente 25,8 milhões de toneladas. Isto representa um decréscimo de 1,3% sobre a produção do ano anterior, devido principalmente à crise energética mundial, que influiu direta ou indiretamente em todos os setores da economia nacional.

O percentual médio anual de crescimento da produção pode ser dividido em três períodos: o primeiro, de 1960/67, com uma taxa média de crescimento entre 5 e 6%; o segundo, de 1968/72, com taxa aproximada de 12% e finalmente o terceiro período, a partir de 1973, onde a taxa média de crescimento, embora com um ligeiro declínio, foi superior a 24,5% em relação ao período anterior (Quadro XVI).

Quanto à distribuição da produção por estados, destacam-se os polos nacionais de maior desenvolvimento, entre eles, os estados de Minas Gerais e São Paulo (Vide Quadro

Quadro XIV

Reservas de Calcário por Unidades da Federação - 1974

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	Q U A N T I D A D E S (t)		
	MEDELA	INDICADA	INFERIDA
Alagoas.....	6.058.116	914.843	-
Bahia.....	268.798.757	172.581.376	2.672.000
Ceará.....	46.694.574	53.300.000	60.000.000
Distrito Federal.....	136.847.780	21.125.962	45.885.000
Espirito Santo.....	154.383.751	4.792.150	2.048.000
Goiás.....	80.072.474	66.402.716	14.979.510
Maranhão.....	40.693.022	19.000.000	20.000.000
Mato Grosso.....	8.181.132	1.563.191	-
Minas Gerais.....	1.693.955.525	938.631.977	1.153.612.864
Pará.....	46.756.303	1.297.033	-
Paraíba.....	64.483.951	16.000.000	11.000.000
Paraná.....	1.792.401.128	800.664.212	1.056.182.346
Pernambuco.....	146.317.867	79.919.338	134.000.000*
Rio de Janeiro.....	689.042.628	252.827.948	175.463.000
Rio Grande do Norte.....	106.833.593	14.980.000	11.160.000
Rio Grande do Sul.....	42.922.321	5.321.596	3.200.000
Santa Catarina.....	34.648.095	12.006.778	3.479.120
São Paulo.....	886.218.333	496.239.984	250.478.876
Sergipe.....	105.878.047	23.075.764	25.740.000
T O T A L	6.351.187.397	2.980.644.868	2.969.900.716

Fonte: Adaptado do Anuário Mineral Brasileiro (1975)

Quadro XV.

Reservas de Calcário por Regiões - 1975

REGIÕES	R E S E R V A S (t)			Participação (Reserva Medida) (%)
	MEDIDA	INDICADA	INFERIDA	
Norte	46.756.303	1.297.033	-	0,7
Nordeste	785.757.927	379.771.321	264.572.000	12,4
Sudeste	3.423.600.237	1.692.492.059	1.581.602.740	53,9
Sul	1.869.971.544	817.992.586	1.062.861.466	29,4
Centro-Oeste	225.101.386	89.091.869	60.864.510	3,6
T O T A L	6.351.187.397	2.980.644.868	2.969.900.716	100,0

Fonte: Adaptado do Anuário Mineral Brasileiro (1975)

XVII), responsáveis por 32,7 e 25,4% de toda a produção nacional. Já o estado do Pará participa com uma pequena parcela, 1,6% do total, parcela esta que deverá ser substancialmente ampliada na região, em virtude de implantação de uma nova fábrica de cimento, da perspectiva de utilização do calcário em larga escala no setor agrícola, dentre outras.

10.3.3 - Consumo

Entre os principais setores de consumo de calcário pode-se destacar, em primeiro lugar, a indústria cimenteira com cerca de 63% do total da produção de 1964, seguida da indústria da cal 18%, do setor agrícola com 15% e da indústria siderúrgica com 4% (Vide Quadro XVIII).

Sendo a indústria de cimento a principal consumidora de calcário, e, provavelmente, deverá manter esta liderança a médio e longos prazos, torna-se necessário o descobrimento de novos depósitos que satisfaçam às especificações técnicas exigidas.

Já a indústria da cal, a segunda mais importante em termos de consumo, mantém um mercado bastante estável com taxas de crescimento, embora não tão altas como a indústria cimenteira, mas bastante equilibradas.

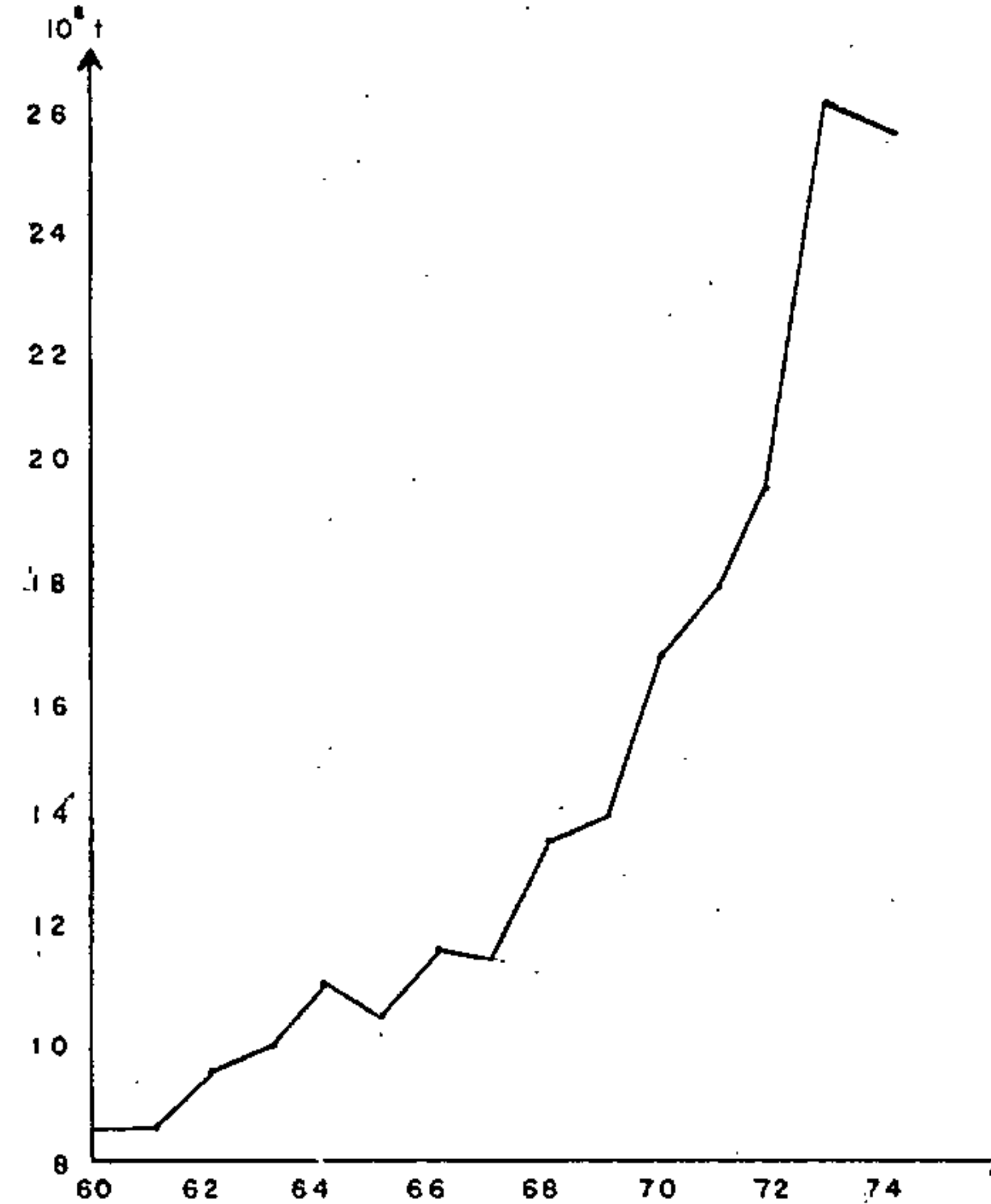
O setor de maior potencial, para o consumo de calcário, é sem dúvida alguma a agricultura. A extrema acidez da maioria dos nossos solos, que motivou a criação do Programa Nacional de Calcário Agrícola, permite supor um sensível aumento na demanda do setor agrícola.

A indústria siderúrgica absorve boa parte de calcário na produção de aço em lingotes, na proporção 5/1 t. Com a previsão da ampliação do parque siderúrgico nacional, pode-se conjecturar o acompanhamento da demanda de calcário

Quadro XVI

Produção Bruta de Calcário - 1960/74

ANO	PRODUÇÃO BRUTA (t)	CRESCIMENTO ANUAL (%)
1960	8.489.484	
1961	8.487.755	- 0,023
1962	9.583.134	+ 11,5
1963	10.065.051	+ 5,0
1964	10.943.616	+ 8,2
1965	10.457.287	- 4,5
1966	11.634.205	+ 10,3
1967	11.394.623	- 2,6
1968	13.320.265	+ 15,0
1969	13.899.980	+ 3,6
1970	16.524.765	+ 16,3
1971	17.724.230	+ 6,7
1972	19.518.812	+ 9,2
1973	26.152.287	+ 25,2
1974	25.807.699	- 1,3



Fonte: Adaptado do Anuário Mineral Brasileiro (1975)

Quadro XVII

Produção Bruta de Calcário por unidade de Federação-1974

Unidades da Federação	Produzida (t)	Taxa de Participação (%)
Bahia.....	696.668	2,7
Ceará.....	173.679	0,7
Distrito Federal.....	1.375.777	5,3
Espírito Santo.....	475.093	1,8
Goiás.....	624.803	2,4
Mato Grosso.....	400.387	1,5
Minas Gerais.....	8.436.620	32,7
Pará.....	408.235	1,6
Paraíba.....	520.396	2,0
Paraná.....	1.178.192	4,6
Pernambuco.....	1.331.198	5,2
Rio de Janeiro.....	2.155.927	8,4
Rio Grande do Norte....	260.167	1,0
Rio Grande do Sul.....	687.979	2,7
Santa Catarina.....	277.222	1,0
São Paulo.....	6.564.860	25,4
Sergipe.....	238.956	1,0
T O T A L.....	25.806.159	100,0

Fonte: Adaptado do Anuário Mineral Brasileiro (1975)

Quadro XVIII

Consumo de Calcário no período de 1964/74 e sua projeção até o ano de 1980, por principais setores de utilização.

ANO	SETORES PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL								Total Setores
	Cimento		Cal		Siderúrgia		Agricultura		
	(t)	%	(t)	%	(t)	%	(t)	%	
1964	7.324.906	69	2.589.773	24	604.182	7	-	-	10.518.861
1965	7.378.491	71	2.195.293	21	600.632	8	-	-	10.174.416
1966	7.931.813	72	2.285.356	20	756.359	8	-	-	10.973.528
1967	8.403.361	72	2.411.467	20	746.739	8	-	-	11.561.567
1968	9.552.213	72	2.724.935	20	890.637	8	-	-	13.167.790
1969	10.264.441	71	3.115.721	21	984.906	8	-	-	14.365.068
1970	11.811.189	71	3.644.468	22	1.078.072	7	-	-	16.533.729
1971	12.861.062	71	4.028.220	22	1.202.199	7	-	-	18.091.481
1972	14.932.437	72	4.401.234	21	1.303.677	7	-	-	20.637.348
1973	17.577.620	63	5.105.432	18	1.429.927	5	3.682.292	14	27.795.271
1974	19.574.573	63	5.843.165	18	1.499.088	4	3.940.000	15	30.856.826
1975	21.868.285	61	5.932.037	16	1.916.000	5	6.100.000	18	35.816.322
1976	24.532.301	59	6.539.692	15	2.298.000	5	7.800.000	21	41.169.993
1977	27.507.392	59	7.209.598	15	2.720.000	5	10.600.000	21	48.036.990
1978	30.871.491	55	7.948.123	14	3.412.000	6	13.200.000	25	55.431.614
1979	34.639.949	55	8.762.301	13	4.192.000	6	15.300.000	26	62.894.250
1980	39.131.581	56	9.659.882	14	4.732.000	6	15.300.000	24	68.823.463

FONTE: SNIC; IBGE; ABPC; MIC; CONSIDER; SUPLAN; FGV (IN ESTUDO DE VIABILIDADE DE PESQUISA PARA CALCÁRIO - CPRM/1976)

neste setor.

Levando-se em conta os parâmetros particulares de cada um dos setores acima descritos e as alentadoras perspectivas da evolução da conjuntura econômica nacional, é possível estabelecer a demanda do calcário nacional, tomando-se como teto o ano de 1980 (Vide Quadro XVIII).

10.4 - Utilização do Calcário na Agricultura

10.4.1 - Histórico

Desde a antiguidade vem o homem procurando aprimorar qualitativa e quantitativamente, os processos de produzir os alimentos que lhe são necessários.. O uso do calcário, cal, dolomito, cinzas de caieiras e outros corretivos alcalinos no solo, para melhorar sua fertilidade, é tão velho quanto a antiga Roma.

RUFFIN e WHEELER, a partir de meados do século passado, iniciaram a consolidação dos preceitos sobre acidez do solo, das influências nefastas do baixo pH das terras, e dos benefícios da calagem.

RUFFIN, nos campos da Virginia, E.U.A., entre os anos de 1818 e 1848, empolgou o mundo agrícola, quando anunciou que com correções de acidez com calcário, tinha aumentado a produção por acre cultivado com trigo, de 15 para 20 Bushels e com milho, de 14 para 29 Bushels. Intensificou-se, a partir desta época, o uso dos corretivos alcalinos na agricultura, dos quais os de maior consumo, pela profusão de suas ocorrências e pelo seu baixo preço, são os calcários e dolomitos.

No princípio deste século, diversos institutos e departamentos científicos, oficiais ou não, dos Estados Unidos e da Alemanha, iniciaram uma série de estudos para a

análise dos efeitos das escórias de alto forno e coque, na correção da acidez do solo e no crescimento das várias espécies vegetais, com o objetivo de fazer concorrência aos calcários e dolomitos das mesmas áreas.

Nos Estados Unidos, a partir de 1916, destacaram-se os trabalhos de J.W. VOLK, C.W. WHITTAKER, I.W. WHITE, P.P. CHICHILO, C.J. SCHOLLENBERGER e outros; na Alemanha trouxeram valiosas contribuições para o assunto as pesquisas de H. KAPPEN, A. GUTTMANN, G. VON STRUNCK, S. GERICKE e outros; no Havai, G.D. SHERMAN, N.H. MONTEIRTH e outros técnicos do College of Tropical Agriculture da Universidade do Havai.

No Brasil a utilização dos calcários como corretivos de solos já vem se verificando há algumas décadas, embora em escala reduzida, e, principalmente difundida, nos centros agrícolas mais desenvolvidos (São Paulo e Rio Grande do Sul). As pesquisas neste setor já se desenvolvem há bastante tempo e os principais órgãos federais (Empresa Brasileira de Pesquisa Agro-pecuária), Estaduais (Secretarias de Agricultura), além de particulares, mantêm centros de estudo e pesquisa visando estabelecer as melhores condições para um aproveitamento máximo, da real capacidade dos solos.

Nos últimos anos, vem o Governo Federal procurando solucionar o problema da acidez dos solos, e, através do Ministério da Agricultura, decidiu elaborar o Programa Nacional de Calcário Agrícola, prevendo o lançamento de uma campanha promocional difundindo o uso do calcário e o financiamento para a implantação de novas unidades de produção; a expansão daquelas já existentes; a liberação de jazidas e o financiamento para compra, transporte e ampliação de corretivos pelos agricultores.

O Programa Nacional do Calcário Agrícola poderá se transformar em um das estratégias básicas do Ministério da Agricultura para a expansão do setor, previsto em 8% pelo II Plano Nacional do Desenvolvimento.

10.4.2 - Causas da Acidez dos Solos

O baixo valor do potencial hidrogênico (pH) aliado à elevada quantidade de alumínio trocável (Al^{+++}) caracterizam a acidez dos solos de uma região. Reflete a acidez, a condição química em que se encontra o solo e da qual dependem as reações químicas e físico-químicas que se processam para a manutenção da vida dos vegetais. Em um solo ácido, as partículas coloidais, estando carregadas de hidrogênio, retém muito pouco dos cátions que são aproveitados pelas culturas para sua nutrição. O potássio, cálcio, magnésio e sódio são substituídos no colóide pelo hidrogênio e passam para a solução do solo, sendo daí, levados pelas águas de percolação. Outros fenômenos nocivos ainda ocorrem, pois o ferro, manganês e alumínio tornam-se solúveis e altamente tóxicos e algumas culturas (Fig. 08). Além dessa toxidez, ainda provocam a insolubilidade dos fosfatos do solo e de inúmeros micro-nutrientes restando disponíveis, quantidades tão diminutas, que ocorrem as necessidades de fertilizações com esses nutrientes.

Com o aumento da acidez, os micro-organismos do solo são grandemente reduzidos, sendo bastante prejudicada, a decomposição da matéria orgânica. Não ocorre ainda o desenvolvimento das bactérias fixadoras do nitrogênio do ar atmosférico, as quais vivem em simbiose com raízes de leguminosas e beneficiam grandemente o solo pelo seu enriqueci

FIG. 08

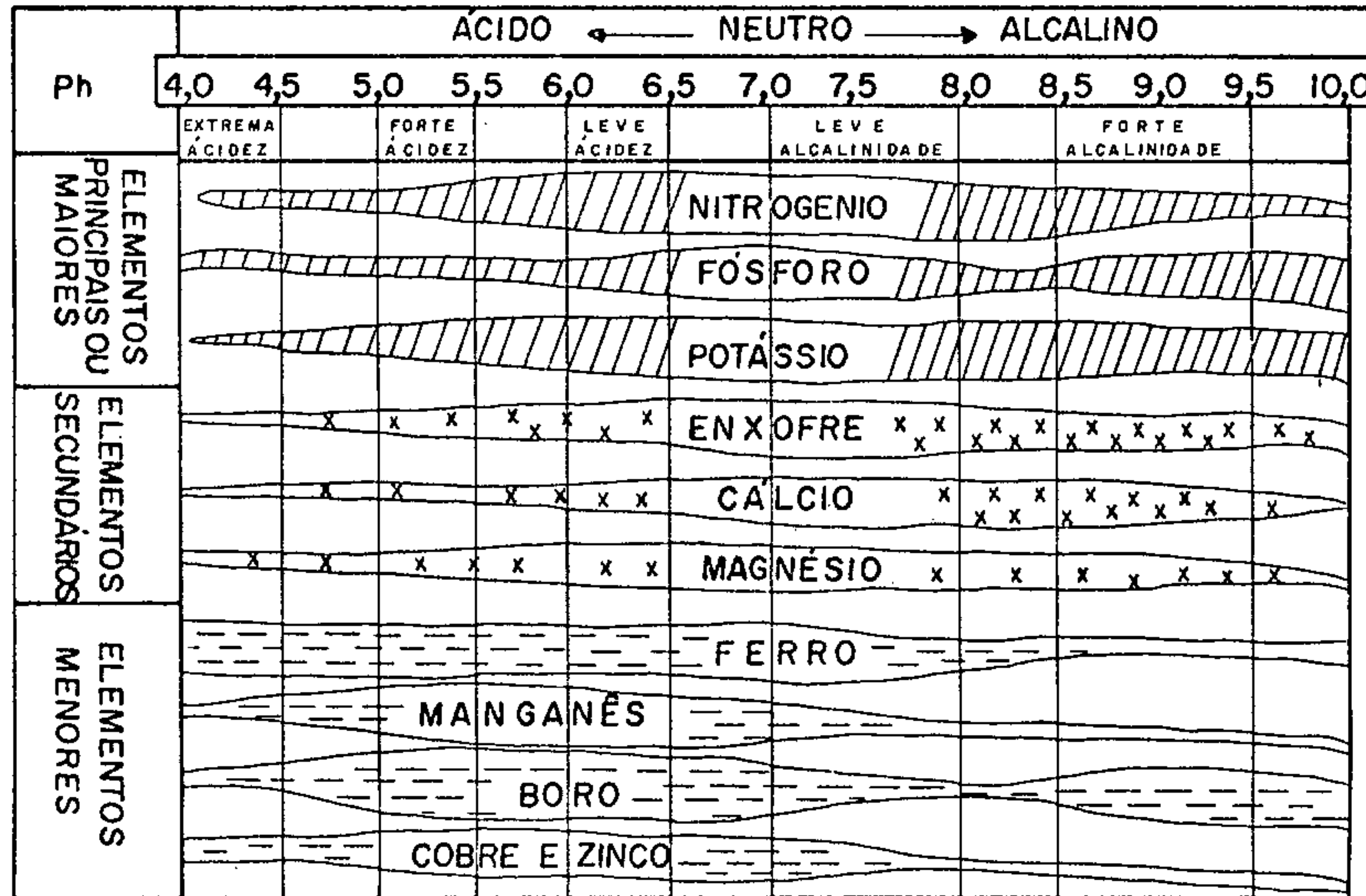


Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDENCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

INFLUÊNCIA DO pH NA LIBERAÇÃO DOS ALIMENTOS VEGETAIS



↑
FAIXA DE MAIOR LIBERAÇÃO

mento com aquele elemento.

O Calcário, reduz a concentração de hidrogênio e tende a insolubilizar o alumínio, tendo como consequência a elevação do pH.

10.4.2.1 - Tipos de Acidez

Tecnicamente a acidez dos solos pode ser dividida da como: acidez ativa e acidez potencial.

Acidez ativa é a concentração de H^+ livre nas soluções e medida pelo índice pH que varia numa escala de 0 a 14. Dentro do ponto de vista prático podemos dividir esta escala da seguinte maneira (Vide Quadro XIX).

QUADRO XIX

Interpretação Prática de Acidez nos Solos	
pH	INTERPRETAÇÃO
< 5,5	muito ácido
de 5,6 a 6,0	ácido
de 6,1 a 6,5	pouco ácido
de 6,6 a 7,0	aproximadamente neutro
de 7,1 a 7,5	pouco alcalino
> 7,5	alcalino

Fonte: VOLKWEISS, S.J. & LUDWICK, A.G. |s.d. |

A medida do pH, ou acidez ativa, é uma das maneiras mais úteis de se avaliar a fertilidade de um solo, ela indica se o solo necessita ou não de calagem.

Acidez potencial é o conjunto de substâncias que

podem liberar H^+ para a solução no solo. Destas, as principais são os compostos de alumínio e matéria orgânica. Ambas substâncias, o Al^{+++} por reação com a água e a matéria orgânica pelos seus radicais ácidos, ficam em equilíbrio com os H^+ livres na solução. Desta forma, se forem retirados os H^+ da solução do solo, novamente aparecem outros H^+ na solução, que são liberados pela acidez potencial. Este equilíbrio é que dá o chamado "poder tampão" ao solo, isto é, maior será sua capacidade de resistir à mudança do pH. Um solo com grande "poder tampão", também necessita proporcionalmente, grandes quantidades de calcário para a elevação do seu pH. Assim, a acidez potencial indica a quantidade de calcário que o solo necessita.

10.4.3 - Importância da calagem

Quando é feita a calagem correta, em um solo de pH ácido e muito ácido, há uma sensível melhoria no rendimento das culturas, principalmente porque ocorre a diminuição ou eliminação da solubilidade de elementos tóxicos (principalmente manganês e alumínio), aumento da disponibilidade do fósforo, da vida microbiana e da quantidade de cálcio e magnésio do solo.

O quadro abaixo mostra exemplos práticos da utilização de calcários em cultura no Rio Grande do Sul.

QUADRO XX

RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DE CALCÁRIO NA CALAGEM DOS SOLOS			
CULTURAS	LOCAL E ANO	RENDIMENTO Kg/ha	
		S/CALCÁRIO	C/CALCÁRIO
Milho	Santa Rosa (1967)	2.860	3.450
Soja	Nova Prata (1966)	1.830	2.830
Soja	Giruá (1967)	960	1.820
Alfafa	São Gabriel(1968)	1.830	10.180
Cornichão	São Gabriel(1967)	1.650	3.400

Fonte: VOLWEISS, S.J. & LUDWICK, A.G. |s.d.|

O ponto de grande importância na calagem não é só a aplicação de corretivos ao solo; de nada adianta melhorar as condições de acidez de um solo, se este é pobre em elementos nutrientes. Para um bom aproveitamento da calagem, deve-se também aplicar a quantidade de nutrientes indicada para bons rendimentos e usar boas práticas de manejo das culturas.

10.4.4 - Produtos Utilizados Para Correção da Acidez dos Solos

Muitos produtos têm sido empregado para correção da acidez dos solos, dentre os quais destacam-se, por apresentarem condições técnicas e econômicas satisfatórias, a escória siderúrgica e o pó calcário.

O primeiro é o produto residual de alto forno a coque ou do Siemens-Martin para aço, que além da sua ação fundamental, a correção da acidez, envolve o fornecimento de cálcio e de doses menores de magnésio. Dada a sua função metalúrgica, a escória engloba todos os elementos dos fundentes e a maioria das impurezas do minério de ferro e do redutor. Contém assim os elementos menores e os elementos traços de notável influência na vida vegetativa das plantas, notadamente o manganês, boro, enxôfre, ferro, cobre, zinco, cobalto, molibdênio e outros.

O pó calcário, além de ser uma matéria-prima de farta distribuição, apresenta uma série de vantagens sobre os outros produtos, entre as quais, possibilita o ajuste da relação Ca/Mg trocáveis do solo e a escolha do poder de neutralização desejado; possui maior poder residual permanecendo por mais tempo no solo; é de fácil transporte e manuseio; não é corrosivo; aumenta a disponibilidade de fósforo, potássio dá melhor porosidade e permeabilidade; melhora a textura; aumenta a capacidade de retenção da umidade; melhora o "habitat" do solo, permitindo o maior desenvolvimento das bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, além de aumentar a eficiência da adubação, tornando-a mais econômica.

10.4.5 - Especificações do Pó Calcário

A fixação existente nas especificações do mercado, dos teores mínimos de carbonato de cálcio e magnésio é empírica; não se fundamenta em qualquer razão técnico-científica que não a de ordem econômica geral; aparentemente, não há inconvenientes no uso de corretivos impurificados com maior teor de sílica, desde que haja a correspondente redução do preço de custo por unidade de peso e uma correção na dosagem receitada, quando baseada em corretivos mais puros.

O Decreto Federal de nº 50.146, de 27 de janeiro de 1961, que aprova o "Regulamento para a Fiscalização do Comércio de Fertilizantes e Produtos Correlatos Destinados à Agricultura" estabelece as especificações quanto a granulometria que deve ter o material, citado no capítulo III, artigo 12, item b: - "Pós calcários e as farinhas de ossos, deverão passar 100% na peneira nº 10 (abertura de 2 mm) e 50% em peneira nº 50 (abertura de 0,30 mm)"; observa-se, por conseguinte, a falta de considerações quanto aos teores mínimos de CaO e MgO que o produto deva conter. A secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo estabeleceu a seguinte classificação para os pós calcários: "Pó Calcário" tipo A: com 45% de teor mínimo de óxido de cálcio. "Pó Calcário Dolomítico" tipo B: com 40% de teor mínimo da soma dos óxidos de cálcio e magnésio e mínimo de 10% para o teor de MgO. A granulometria obedece o disposto no Dec. 50.146/61. O Calcário Dolomítico tipo B, apresenta maior valor nutritivo para os vegetais por possuir alto teor dos elementos cálcio e magnésio, requeridos em doses elevadas pelas plantas.

10.4.6 - Qualidade do Calcário

Os principais fatores que determinam a qualidade de um calcário, e, capazes de decidir na escolha do melhor corretivo disponível são: o valor de neutralização, a granulometria do corretivo e o seu conteúdo de magnésio.

10.4.6.1 - Valor de Neutralização

É a medida química da reatividade do material, ou seja, a quantidade de carbonatos presentes que pode reagir com os ácidos do solo. Este valor é proporcional à quantidade de impurezas existentes no calcário e calculado na base do equivalente em carbonato de cálcio. Como as substâncias, empregadas como corretivos, possuem pesos moleculares diferentes, os valores de neutralização também serão diferentes.

Para se transformar em equivalente em CaCO_3 , as percentagens obtidas em outras substâncias, basta multiplicar este valor pelo fator correspondente (Quadro XXI).

QUADRO XXI

CONVERSÃO EM EQUIVALENTE EM CaCO_3		
SUBSTÂNCIA		FATOR DA MULTIPLICAÇÃO
CaCO_3	(calcita)	1,00
MgCO_3	(magnesita)	1,19
$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	(dolomita)	1,09
Ca(OH)_2	(hidróxido de cálcio)	1,36
CaO	(óxido de cálcio)	1,79
MgO (1)	(óxido de magnésio)	2,48

(1) - Não usado na agricultura.

Fonte: VOLKWEISS, S.J. & LUDWICK, A.G. |s.d. |

10.4.6.2 - Granulometria do Corretivo

A granulometria do corretivo é proporcional a sua efetividade, ou seja, é proporcional a sua reação com os ácidos do solo, isto porque quanto menor for uma partícula de calcário, maior será sua área em relação a massa e portanto maior superfície de contato com o solo.

O Quadro XXII apresenta uma relação entre o tamanho da partícula e o tempo necessário para uma completa assimilação pelo solo.

QUADRO XXII

RELAÇÃO ENTRE A GRANULOMETRIA DO CORRETIVO E O TEMPO NECESSÁRIO PARA COMPLETA ASSIMILAÇÃO	
GRANULOMETRIA (MESH)	TEMPO (MESES)
10	60
20	24-36
40	12
60	6
100	2

Fonte: Adaptado de GUILMARÃES, J.E.P. (1969)

Na escolha da granulometria deve ser observado que quanto mais fino for o corretivo, maior será a sua efetividade; mais repetidamente deve ser adicionado e finalmente maior será o custo de moagem.

Como a maioria dos calcários utilizados na agricultura são dolomíticos, foi elaborada uma escala de eficiência relativa, levando em consideração o tamanho da partícula, mantendo-se fixo o tempo de reação em três anos (Quadro XXIII).

QUADRO XXIII

EFICIÊNCIA	RELATIVA
TAMANHO DAS PARTÍCULAS (Mesh)	EFICIÊNCIA RELATIVA (%)
< 60	100
< 20	60
< 8	20

Fonte: VOLKWEISS, S.J. & LUDWICK, A.G. |s.d. |

10.4.6.3 - Conteúdo de Magnésio

Do ponto de vista da nutrição das plantas, o calcá-
rio que contenha magnésio (calcário dolomítico), é o mais in-
teressante para ser usado na calagem. O calcário calcítico
em grande quantidade, poderá provocar um desequilíbrio entre
o Ca e o Mg do solo, gerando deficiência na absorção do magné-
sio pelas plantas.

10.4.7 - Poder Relativo de Neutralização Total
(P.R.N.T.)

Conhecendo-se o valor de neutralização de um cor-
retivo e a distribuição dos tamanhos das partículas, é possí-
vel calcular a sua eficiência total (também chamada de P.R.
N.T.). Este valor, mostra a verdadeira ação do calcário so-
bre acidez do solo, em um período de três anos, aproximadamen-
te.

Para o cálculo do P.R.N.T. utiliza-se a fórmula
abaixo:

P.R.N.T. = $\frac{\% \text{ equivalente em CaCO}_3 \times \% \text{ eficiência relativa}}{100}$
va onde:

- % EQ. em $\text{CaCO}_3 = (\% \text{ CaO} \times 1,79) + (\% \text{ MgO} \times 2,48)$ (vide Quadro XXI).

- % eficiência relativa = $(\% \text{ 60 mesh} \times 1,0) + (\% \text{ 20-60 mesh} \times 0,6) + (\% \text{ 8-20 mesh} \times 0,2)$ (Vide Quadro XXIII).

O resultado, em percentagem, indicará a quantidade de calcário que reagirá com os ácidos do solo num prazo de três anos.

Como as recomendações da quantidade de calcário que deverá ser aplicada ao solo, são feitas com base em um P.R.N.T. de 100%, haverá necessidade de correção deste valor (quantidade efetiva), traduzida segundo a equação:
Quantidade efetiva = 100 x tonelagem de calcário recomendada

P.R.N.T.

o resultado será a quantidade efetiva que deverá ser aplicada ao solo.

10.4.8 - Determinação da Quantidade Necessária Para a Incorporação ao Solo

A melhor maneira de se determinar as necessidades de calcário para um solo, consiste em medir, inicialmente, todas as fontes de acidez potencial existentes, como por exemplo ácidos da matéria orgânica, alumínio etc. (Vide 10.4.3), ou seja, medir o "poder tampão" do solo que deverá ser "quebrado" para este atingir o pH desejado. Sendo o pH apenas uma consequência da acidez, não é de muito valor na determinação da quantidade de calcário que o solo necessita, uma vez que é possível a ocorrência de dois solos com o mesmo pH, embora haja uma diferença nas necessidades de calcário de várias t/ha; o pH indica apenas se

o solo necessita ou não de calagem.

As recomendações gerais da calagem podem ser calculadas de acordo com as seguintes relações:

Miliequivalente de acidez trocável x 2,0 = Miliequivalente de calcário necessário para neutralizar o Al trocável (A).

Sendo 1 miliequivalente de calcário/100 g de solo = 1 tonelada de CaCO_3 /ha (considerando o solo a profundidade de 0,15) (B).

Substituindo o segundo membro da relação A, pelo seu valor na relação B (1 t/ha), conclui-se que me. de acidez trocável x 2,0 = \underline{X} t/ha de calcário necessários para neutralizar o Al trocável, ou seja quantidade de calcário necessária para a calagem do solo.

10.4.9 - Processo da Produção

Com o intuito de fornecer uma noção sobre o método de beneficiamento do calcário a ser utilizado como corretivo, são descritas a seguir as diversas etapas do processo de beneficiamento da matéria-prima (Fig. 09).

A retirada do calcário da jazida, inicia-se com furos de profundidade, diâmetro e espaçamento, convencionalmente dimensionados (perfuração), utilizando-se marteleiros manuais pneumáticos. Em seguida, são colocados explosivos nos furos e efetuado o desmonte, com a finalidade de se obter os blocos calcários para a alimentação do britador; o material retirado é transportado da jazida à unidade de produção, onde é depositado em uma pilha de estoque, com volume suficiente para atender às necessidades da produção. A partir daí, os blocos calcários são transportados ao britador primário, cuja finalidade é reduzir o tamanho do material, que vai alimentar o moinho.



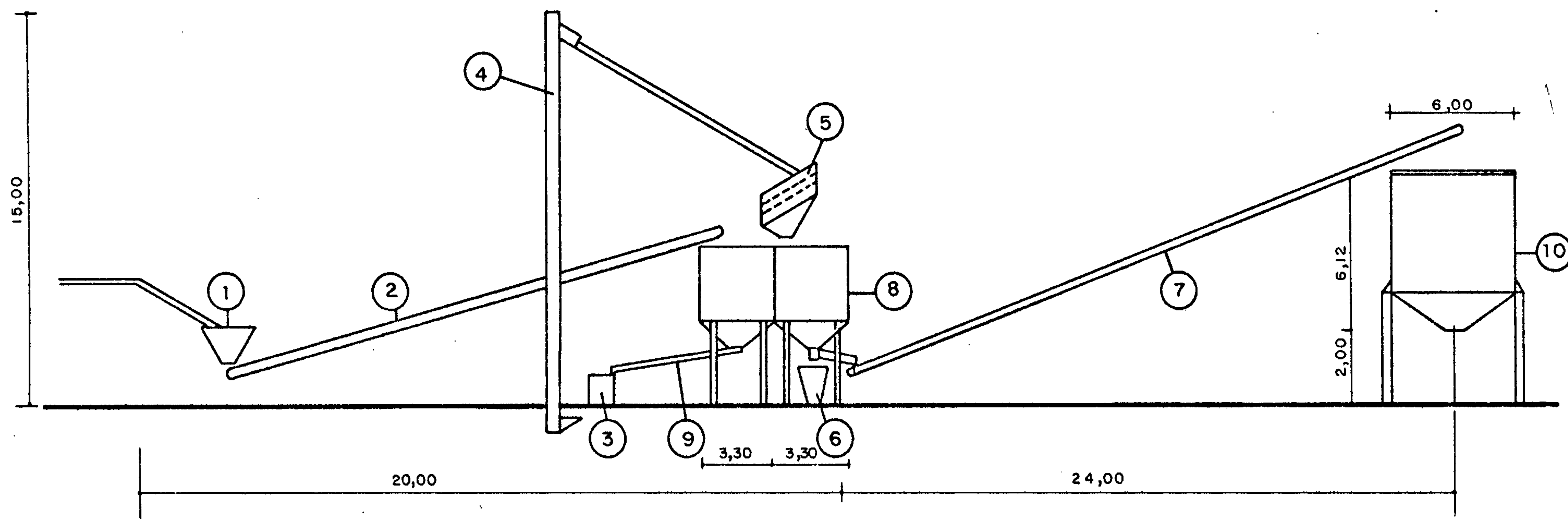
FIG. 09

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

PROCESSO DE PRODUÇÃO DO PÓ CALCÁRIO



CONVENÇÃO

- 1 - BRITADOR
- 2 - TRANSPORTADOR DE CORREIA
- 3 - MOINHO
- 4 - ELEVADOR DE CANECAS
- 5 - PENEIRA
- 6 - ENSACADEIRA
- 7 - TRANSPORTADOR DE CORREIA
- 8 - SILO METÁLICO DE ESTOCAGEM
- 9 - ALIMENTADOR DE GAVETA
- 10 - SILO METÁLICO DE ARMAZENAMENTO

Após a britagem primária, o calcário é transportado e estocado em silos com capacidade pré-estabelecida para em seguida ser conduzido ao moinho onde suas dimensões são reduzidas até atingir a granulometria final do produto. Do moinho, o material é transportado para o peneiramento, onde passa por duas malhas de peneiras (10 e 50 mesh). O material, que passar pelas malhas terá a granulometria adequada às especificações exigidas (Vide 10.4.5). A parte retida na primeira malha retorna, por gravidade, ao silo de estoque do produto em elaboração, para posterior passagem pelo moinho. Após o peneiramento, o pó calcário classificado é acondicionado em sacos ou são conduzidos ao galpão de estocagem ou então é transportado a granel aos silos de estocagem.

10.4.10 - Custo do Corretivo

Os fatores que condicionam o custo do corretivo, estão intimamente ligados com o estágio tecnológico da região produtora. Só a modernização dos processos de mineração, dos meios de transporte e do método de aplicação, permitirão a redução dos custos a níveis compatíveis.

Considerando-se como base, calcários e dolomitos puros com 100% de carbonatos, o custo do corretivo alcalino a granel de X por cento de carbonatos ou elemento útil, posto no solo será o seguinte:

$$\text{Custos} = (A + B + C + D + E + F + G + H) \times \frac{100}{X} \times K$$

onde:

A = Custo de mineração.

B = Custo de usinagem (britagem, moagem etc)

C = Custo do transporte rodoviário interno, na mina e da usina à estação de embarque.

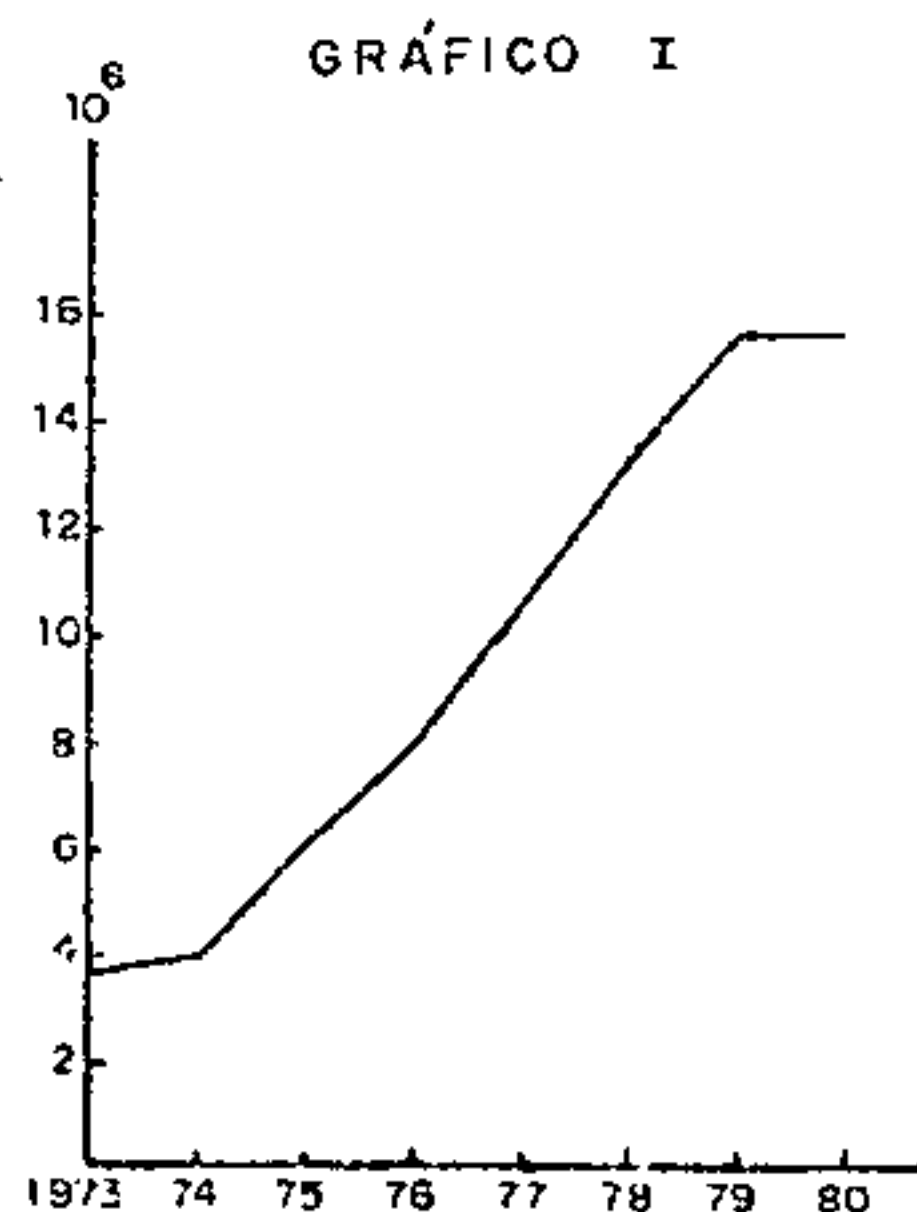
D = Custo de transporte rodoviário ou fluvial, do local

- de produção até a cidade de consumo
- E = Custo de transporte rodoviário ou fluvial da cidade, até o local de aplicação
- F = Custo de aplicação (mecânica ou por lanço)
- G = Custo da comercialização
- H = Lucro industrial
- X = Percentagem de carbonato ou elemento útil posto no solo
- K = Constante igual ou menor que um, em função da "efetividade" do corretivo, face à sua composição mineralógica, textura, compacticidade e outras propriedades físico-químicas.

10.4.11 - Produção e Consumo Nacional de Corretivos

Embora a produção e o consumo de corretivos venha se desenvolvendo a vários anos, a escassez de dados impediu que fosse feita uma retrospectiva da demanda do produto. Todavia, a partir da capacidade agregada de moinhos, instalada em 1973, e sabendo-se aproximadamente o grau de utilização desta capacidade (54,1%), pode-se estimar a produção em 1973, como sendo 3.682.292 t.

A partir deste valor e com base nas metas definidas no Programa Nacional de Calcário Agrícola, foi estabelecida a composição de consumo provável até o ano de 1980 conforme o gráfico abaixo



10.5 - Utilização do Calcário na Indústria Cimenteira

10.5.1 - Histórico

Desde a construção das milenares pirâmides do Egito, era empregado como aglomerante entre os blocos de pedra, uma mistura de calcário e gesso. O emprego de calcário calcinado como argamassa, somente foi usado pelos gregos e romanos, que possuíam algum segredo na dosagem ou fabricação dos aglomerados que, infelizmente, não foram transmitidos à Idade Média, fato comprovado pela inferior qualidade e pouca durabilidade das construções daquela época. A partir do século XIX é que surgiu um maior desenvolvimento das investigações científicas, com conseqüente início do aprimoramento na técnica cimenteira. Foi em 1845 que I.C. JOHNSON produziu um cimento do moderno tipo Portland. Com o decorrer do tempo, vários melhoramentos foram acrescentados ao processo inicial, os meios foram alterados, embora os princípios permanecessem os mesmos.

A história do cimento no Brasil, inicia-se a partir de 1888 através do comendador ANTONIO PROOST RODOVA LHO, com a instalação de uma fábrica na fazenda Santo Antônio, onde hoje existe a estação de Rodovalho da E.F. Sorocabana. A usina de Rodovalho, inaugurada em 1897, passando por diversas mãos, teve seu funcionamento interrompido em 1904, retomado em 1907, e definitivamente suspenso em 1918.

Em 1892, na ilha de Tiriri, no estado da Paraíba, o engenheiro LOUIS FILLIPE A. DANOBLE, produziu o primeiro cimento Portland no Brasil. No entanto paralizou suas atividades, sem que para este fato, se tenha encontrado

alguma explicação satisfatória.

Numa tentativa estatal, funcionou em 1912 no estado do Espírito Santo, na fazenda Monte Líbano, município de Cachoeiro de Itapemirim, a primeira fábrica utilizando forno rotativo, com capacidade de produção de 8.000 t/ano, sendo por força de várias dificuldades foi paralisada, assim permanecendo, até 1936.

O início real da produção efetiva de cimento foi em 1926, com a instalação da "Companhia Brasileira de Cimento Portland" em Perus, distante 23 km da capital paulista. As primeiras toneladas da produção foram entregues ao mercado, em meados de 1926 e a partir deste ano, o crescimento da produção de cimento foi constante, seguido da instalação de diversas fábricas em todo o país, cujo número, hoje em dia, está beirando a meia centena.

10.5.2 - Especificações das Matérias-primas na Indústria do Cimento

10.5.2.1 - Calcário

Depósitos de calcários que atendem às especificações técnicas são de difícil localização, devido, principalmente, ao alto teor de magnésio dos depósitos, cuja percentagem de MgO supera a quantidade máxima permitida, teoricamente na casa dos 6%. Teores de magnésio acima deste valor causa, a longo prazo, a expansibilidade do material, ocasionando a ruptura das obras.

A segunda preocupação deste uso dos calcários, é a presença da sílica. O limite teórico permitido está em torno de 15% de SiO₂, embora calcários com teores mais elevados possam ser aproveitados desde que previamente tratados para tal fim.

Já os radicais R_2O_3 , importante na constituição dos calcários, não constituem problemas cruciantes na utilização ou não do material, uma vez que podem ser facilmente corrigidos, adicionando-se os redutores convenientes.

10.5.2.2 - Argila

As argilas adequadas à fabricação do cimento são facilmente encontradas; geralmente são puras e qualquer deficiência que apresentem nos teores de sílica, alumina ou ferro, pode ser corrigida com a posterior adição de corretivos. São necessários ainda boa plasticidade e propriedade aglomerante para que os nódulos formados, logo após a secagem do material, sejam resistentes aos desgastes. Areia em grande proporção, compostos de cálcio, magnésio, manganês, titânio e álcalis são impurezas prejudiciais; elevadas proporções em álcalis, por exemplo, fazer baixar a temperatura de sinterização do "clinker" danificando o revestimento refratário dos fornos.

10.5.2.3 - Gipsita

A gipsita é adicionada ao "clinker" por ocasião da moagem, com a finalidade de retardar o tempo de "pega", permitindo melhor manuseio do concreto. Para atender a esta necessidade, a gipsita deve conter aproximadamente 42% de SO_3 e entra na proporção de 2 a 4% do "clinker", embora esta proporção para os cimentos de "pega" rápida, seja muito menor, chegando mesmo a dispensá-la.

A Anidrita pode ser empregada em lugar da gipsita, mas não é um substituto satisfatório; às vezes usa-se uma mistura de 75% de gipsita e 25% de anidrita em adição ao "clinker".

10.5.3 - Opções para a Fabricação do Cimento Portland

As opções para a fabricação do cimento Portland são basicamente três: por via úmida, via semi-seca ou via seca. São descritos, a seguir, sumariamente, cada método de fabricação.

10.5.3.1 - Via Úmida

Nesse processo, as matérias-primas são moídas com adição de 30 a 35% de água, que é transportada dos moinhos para as bacias de homogeneização, onde é processada automaticamente e mecanicamente. Após esta operação, a pasta vai para a bacia de alimentação e daí para o forno (Fig. 10).

10.5.3.2 - Via Semi-Seca

Por este método, as matérias-primas são moídas a seco, havendo necessidade, às vezes, de uma prévia secagem antes da moagem. A farinha é bombeada para os silos e aí homogeneizada. O processo de homogeneização mecânica é o mais antigo e consiste na circulação da farinha por meio de bombas ou elevadores. Atualmente, existem processos de homogeneização, baseados no princípio de fluidificação do pó; o ar é insuflado na parte inferior dos silos, através de placas porosas, havendo filtros na parte superior dos mesmos. Posteriormente, esta farinha é transformada em grãos de 10 a 20 mm de diâmetro, mediante a adição de cerca de 13% de água. Esta granulação é realizada em bacias granuladoras, constituídas por um disco inclinado com diâmetros variáveis de 1 a 5 metros; os grãos são alimentados sobre uma grelha móvel, recebendo os gases de escape do forno rotativo para, em seguida, aí penetrarem para o processo de clinkerização.



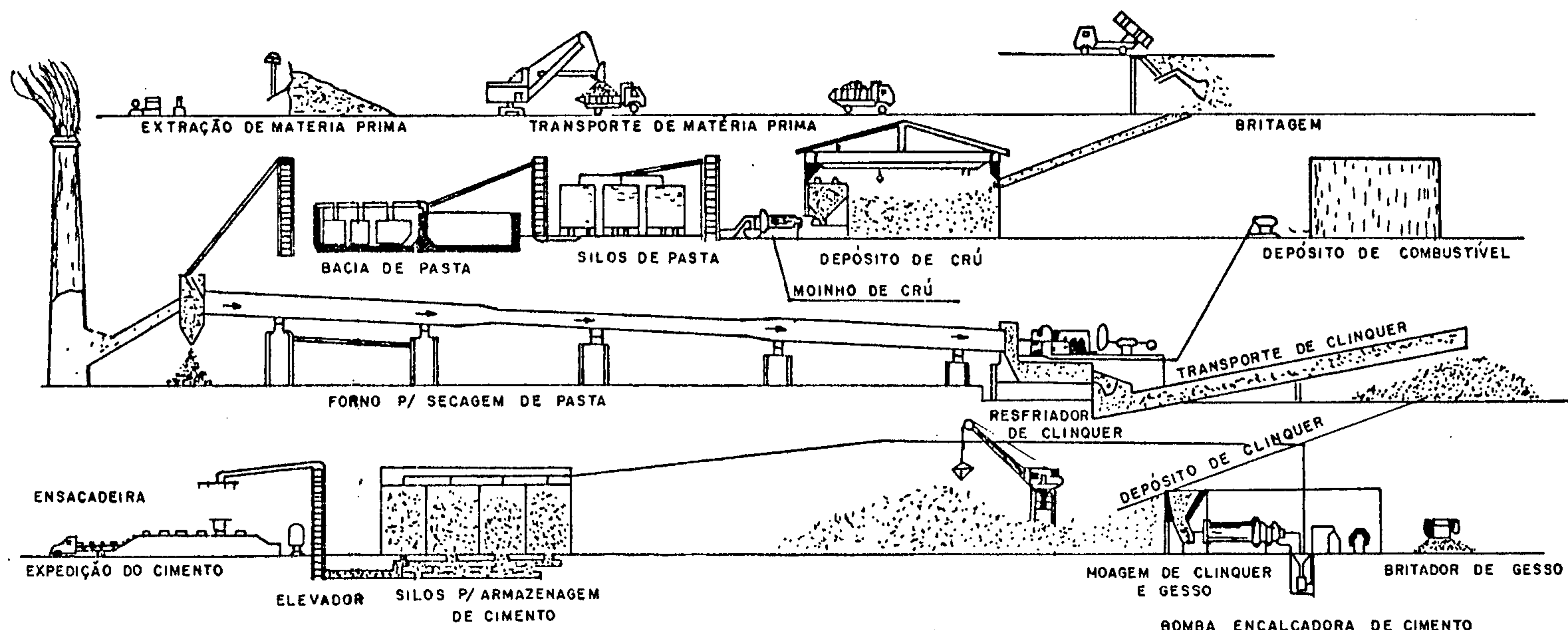
FIG 10

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CIMENTO
(Via úmida)



10.5.3.3 - Via Seca

Na fabricação por via seca, a farinha preparada, também, em forma de pó, contém uma quantidade de água inferior a 2%. Após a homogeneização, idêntica à do processo semi-seco, a farinha é introduzida em ciclones e desce em contra-corrente com os gases quentes provenientes do forno rotativo. Nos ciclones, produz-se um turbilhonamento do pó, que, ao penetrar no forno rotativo, sofre carbonatação parcial, uma vez que a sua temperatura deve descer a cerca de 900°C. Após a troca do calor, no interior do ciclone, os gases são aproveitados para a secagem da matéria-prima.

10.5.4 - Localização das Indústrias de Cimento no Brasil

Até dezembro de 1974, existiam no país cerca de 43 fábricas de cimento, em operação; além destas, algumas já estão em adiantada fase de instalação, e outras, quase uma dezena, em projetos, que deverão iniciar suas atividades por volta de 1980, época em que estarão operando 58 fábricas para atender à crescente demanda de cimento no país (Fig. 11).

A região Sudeste, principalmente os estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, é a que apresenta maior concentração das unidades cimenteiras, perfazendo quase 50% do total nacional.

10.5.5 - Produção e Consumo Mundial de Cimento

Em 1971, cerca de 1450 fábricas de cimento esta



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA
INDÚSTRIAS DE CIMENTO NO BRASIL

- | | |
|---|---|
| 01 - CIMENTOS DO BRASIL S.A. - CAPANEMA - PA. | 27 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND RIO BRANCO - RIO BRANCO DO SUL - PR. |
| 02 - CIA. CEARENSE DE CIMENTO PORTLAND - SOBRAL - CE. | 28 - CIMENTO ITAÚ DE CORUMBÁ S.A. - CORUMBÁ - MT. |
| 03 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND DE SERGIPE - ARACAJU - SE. | 29 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND GOIÁS - GOIANIA - GO. |
| 04 - CIA. PARAIBA DE CIMENTO PORTLAND - J. PESSOA - PB. | 30 - CIA. CATARINENSE DE CIMENTO PORTLAND - ITAJAI - SC. |
| 05 - ITAPESSOCA AGRO-INDUSTRIAL S.A. - GOIANIA - PE. | 31 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND GAÚCHO - ESTEIO - RS. |
| 06 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND POTY - PAULISTA - PE. | 32 - S.A. INDUSTRIAS REUNIDAS F. MATARAZZO MORRETOS - RS.- |
| 07 - CIMENTO ARATU S.A. - ARATU - BA. | 33 - CIA. DE CIMENTO SALVADOR - SALVADOR - BA. |
| 08 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND BARROSO - BARROSO - MG. | 34 - ITAPETINGA AGRO-INDUSTRIAL S.A. - MOSSORÓ - RN. |
| 09 - CIA. MINEIRA DE CIMENTO PORTLAND S.A. - MATOSINHOS - MG. | 35 - ITAPICURU AGRO-INDUSTRIAL S.A. - CODÓ - MA. |
| 10 - CIMENTO PORTLAND PAINS S.A. - ARCOS - MG. | 36 - CIA. AGRO-INDUSTRIAL DE MONTE ALEGRE - MONTE ALEGRE - PA. |
| 11 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND CAUÊ - PEDRO LEOPOLDO - MG. | 37 - CIA. DE CIMENTO ATOL - SÃO MIGUEL DOS CAMPOS - AL. |
| 12 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND ITAÚ - BELÓ HORIZONTE - MG. | 38 - CIMENTO IGUAÇU S.A. LONDRINA - PR. |
| 13 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND ITAÚ - ITAÚ DE MINAS - MG. | 39 - CIMENTO TOCANTINS S.A. - BRASÍLIA - DF. |
| 14 - CIA. DE MATERIAIS SULFUROSOS MATSULFUR - MONTES CLAROS - MG. | 40 - CIA. DE CIMENTO DO SÃO FRANCISCO - CAMPO FORMOSO - BA. |
| 15 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND PONTE ALTA - UBERABA - MG. | 41 - INDÚSTRIA BARBALHENSE DE CIMENTO PORTLAND S.A. - BARBALHA - CE. |
| 16 - AGRO-INDUSTRIAL S.A. - CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM - ES. | 42 - SERRANA S.A. DE MINERAÇÃO - JACUPIRANGA - SP. |
| 17 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND ALVORADA - CANTAGALO - RJ. | 43 - CIMENTO ITAÚ PARANÁ - RIO BRANCO - PR. |
| 18 - CIA. NACIONAL DE CIMENTO PORTLAND - SÃO GONÇALO - RJ. | 44 - CIA. DE CIMENTO ITAMBÉ - CAMPO LARGO - PR. |
| 19 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND PARAÍSO - CAMPOS - RJ. | 45 - SOCIEDADE DE EMPREENDIMENTOS INDUSTRIAIS, COMERCIAIS E MINERAÇÃO - LAGOA SANTA - MG. |
| 20 - CIMENTO TUPI S.A. - VOLTA REDONDA - RJ. | 46 - CIA. PIAUIENSE DE CIMENTO PORTLAND Parnaíba - PI |
| 21 - CIMENTO IRAJÁ S.A. - RIO DE JANEIRO - RJ. | 47 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND GAÚCHO - PINHEIRO MACHADO - RS. |
| 22 - CIA. DE CIMENTO IPANEMA - SOROCABA - SP. | 48 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND RIO BRANCO - CORUMBÁ - GO. |
| 23 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND MARINGÁ - ITAPEVA - SP. | 49 - CIA. DE CIMENTO PORTLAND DIAMANTE - CORINTO - MG. |
| 24 - CIA. BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND PERUS - PERUS - SP. | 50 - CIMENTO PORTLAND MATO GROSSO S.A. - NOBRES - MT. |
| 25 - CIMENTO SANTA RITA S.A. - ITAPEVI - SP. | 51 - FABRICA DE CIMENTO PORTLAND PAMPEIRO - MT. |
| 26 - S.A. INDUSTRIAS VOTORANTIM - SANTA HELENA - SP. | |



- Instalada
- Em Instalação
- A Instalar

vam em operação no mundo, com capacidade de produção em torno de 600 milhões de toneladas. Destacavam-se como principais produtores (Fig. 12), a Rússia, com uma produção superior a 100 milhões de toneladas anuais; os Estados Unidos, com quase 70 milhões de toneladas, o Japão, com cerca de 60 milhões (sua demanda estimada para 1975 era de 110 milhões de toneladas); a Alemanha Ocidental com 40 milhões e a Itália e a França com aproximadamente 30 milhões de toneladas. O Brasil nesta época ocupava o décimo segundo lugar, embora atualmente sua posição tenha melhorado como o sensível aumento verificado em sua produção, a partir de 1973.

10.5.6 - Produção e Consumo do Cimento Nacional

A indústria cimenteira no país pode ser dividida em duas fases: a primeira, no período anterior a 1967, onde as taxas anuais de crescimento apresentavam uma média anual pouco superior a 5%; a segunda, a partir de 1968, incrementada através do B.N.H. com construções habitacionais e maior volume de obras públicas, sendo as taxas médias anuais até 1974, superiores a 12% (Quadro XXIV).

Embora quase toda produção nacional fosse consumida (Fig. 13), as exportações em 1974 atingiram valores significativos, figurando como principais compradores a Nigéria, a Bolívia e a Guiana, perfazendo um total de 113.048 t.

No Brasil, destacou-se como principal consumidor no ano de 1974, o estado de São Paulo (Quadro XXIV), com quase 5,5 milhões de toneladas, representando mais do dobro do consumo do segundo colocado, o estado do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro + Guanabara) com cerca de 2,3 milhões de toneladas. Deve-se salientar ainda o estado de Minas Gerais,

FIG. 12

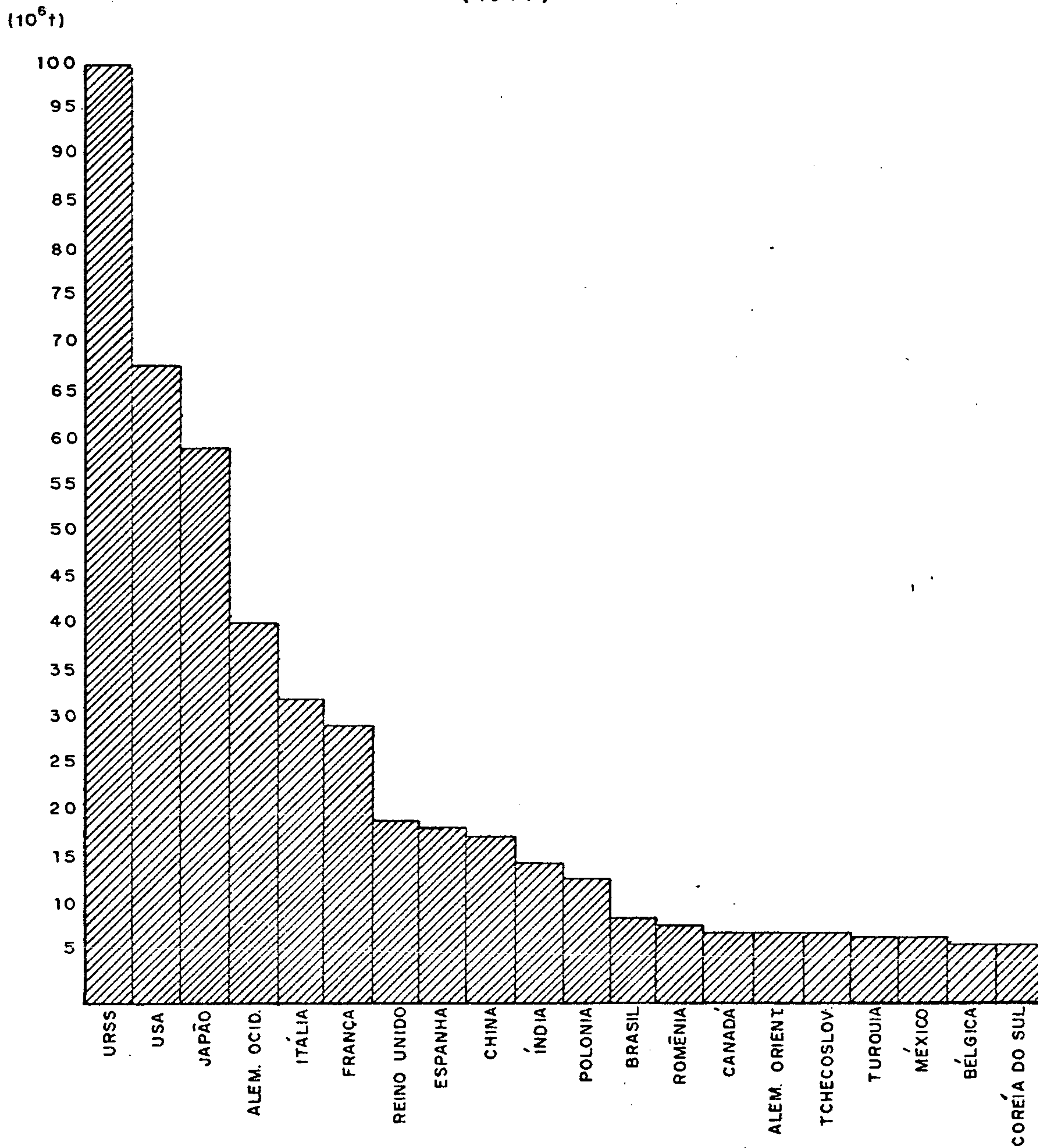


Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

PRODUÇÃO MUNDIAL DE CIMENTO (1971)



Fonte : PERFIL ANALÍTICO DO CIMENTO - 1974

Quadro XXIV

CONSUMO APARENTE DE CIMENTO NACIONAL, POR UNIDADES
DA FEDERAÇÃO - 1972-74

Unidades da Federação	CONSUMO (t)		
	T O T A L		
	1972	1973	1974
Rondônia.....	77	6.030	3.815
Acre.....	258	3.686	538
Amazonas.....	25.706	104.884	144.212
Roraima.....	-	-	-
Pará.....	181.718	193.934	174.881
Amapá.....	7.122	3.422	12.311
Maranhão.....	48.641	47.658	80.714
Piauí.....	58.901	48.912	44.479
Ceará:::::.....	167.909	166.360	178.033
Rio Grande do Norte.	56.810	71.784	93.496
Paraíba.....	92.720	115.867	133.830
Pernambuco.....	335.786	431.277	440.588
Alagoas.....	87.186	96.584	124.268
Fernando de Noronha.	-	-	-
Sergipe.....	56.384	63.755	82.423
Bahia.....	524.458	594.619	692.739
Minas Gerais.....	1.282.144	1.439.968	1.772.732
Espírito Santo.....	183.724	184.948	183.848
Rio de Janeiro.....	800.172	949.420	1.003.953
Guanabara.....	1.197.110	1.346.703	1.312.016
São Paulo.....	4.149.309	4.813.757	5.441.174
Paraná.....	500.405	650.686	764.230
Santa Catarina.....	212.656	268.263	348.885
Rio Grande do Sul...	599.670	677.995	753.343
Mato Grosso.....	216.381	229.224	277.849
Goiás.....	187.939	295.457	363.927
Distrito Federal....	372.074	432.537	431.591
BRASIL.....	11.345.260	13.237.730	14.859.875

FONTE: SNIC. in Anuário Estatístico do Brasil (1975)

FIG. 13



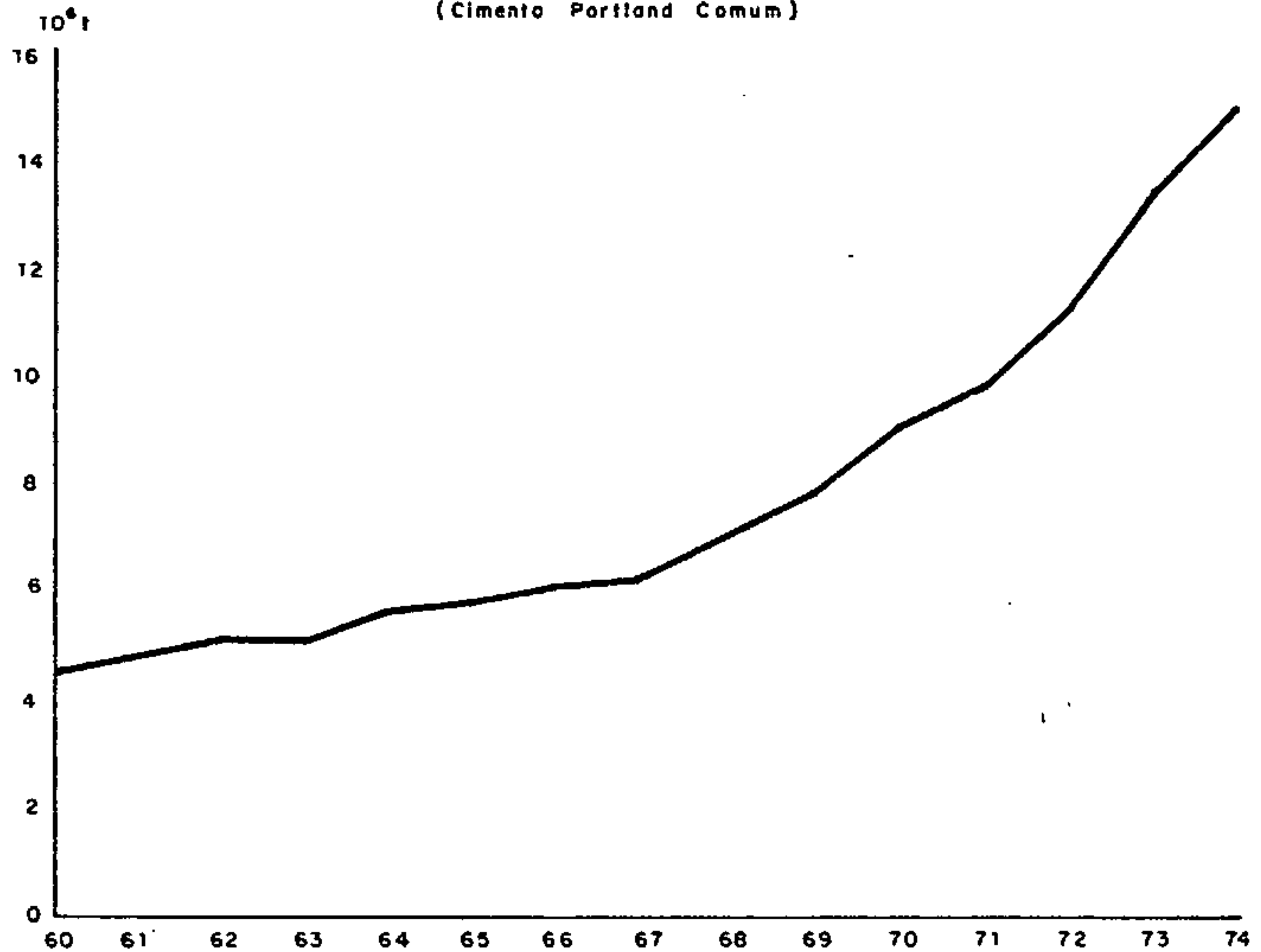
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

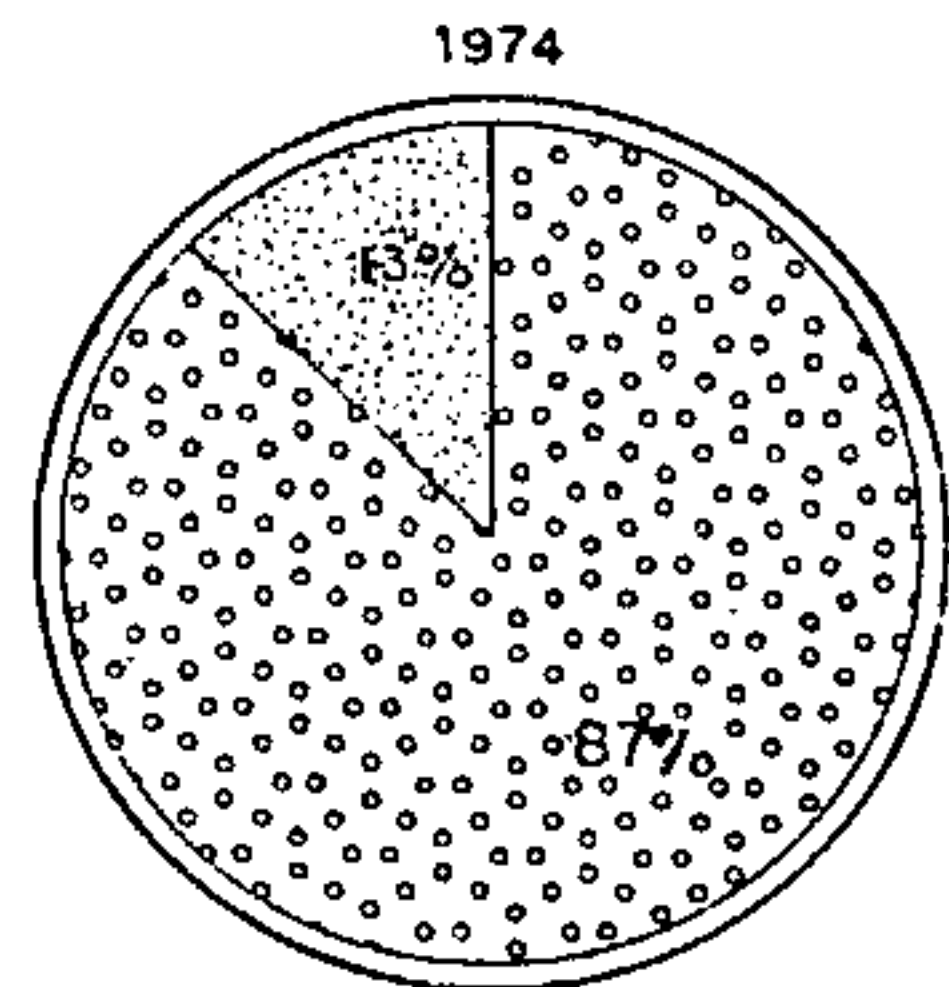
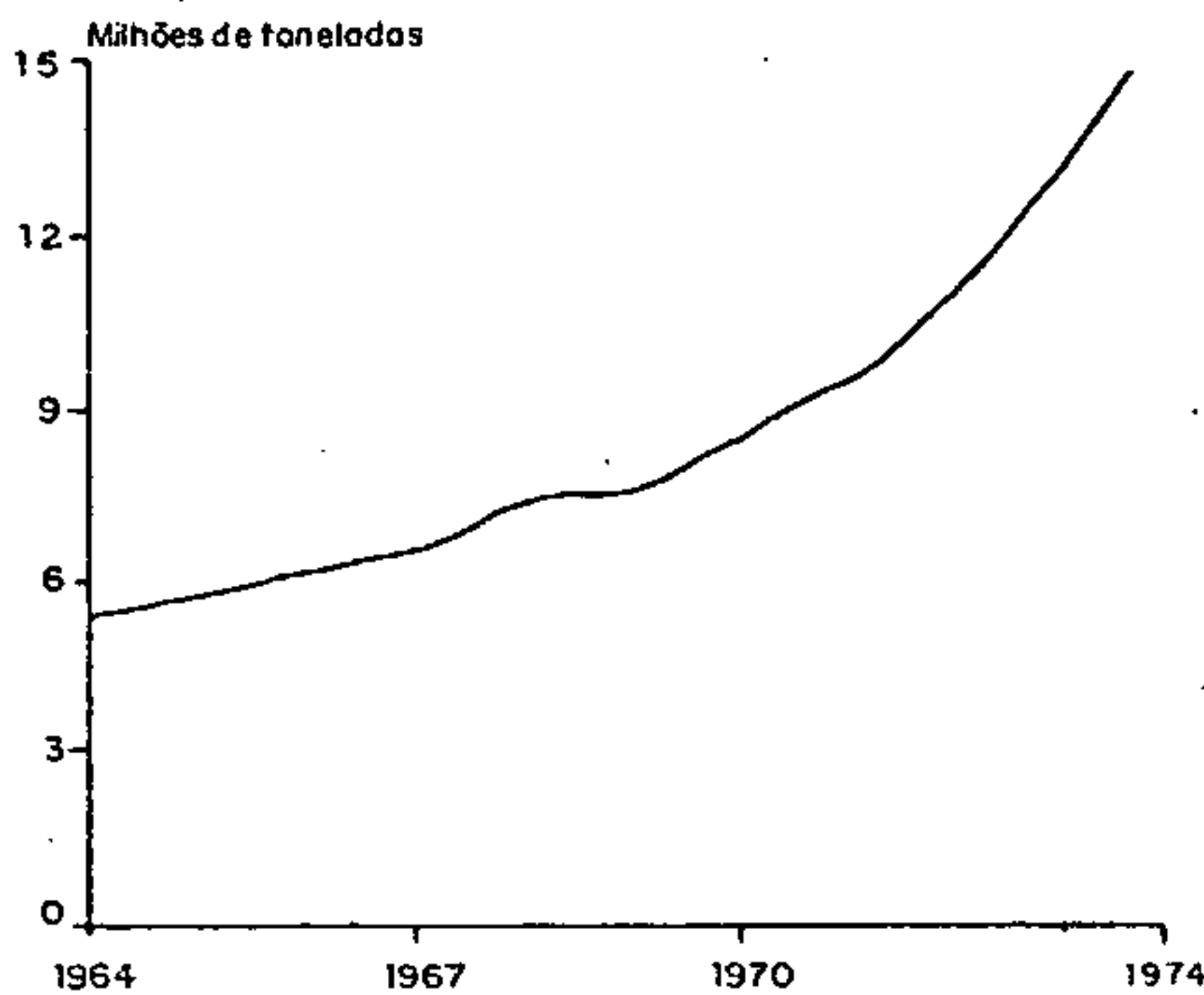
PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

PRODUÇÃO E CONSUMO APARENTE DO CIMENTO NACIONAL

Produção 1960 / 74
(Cimento Portland Comum)



Consumo - 1964/73



Portland comum Outros

Fontes: ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO (1975) E ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL (1975)

com um consumo expressivo de praticamente 1,8 milhões de toneladas; os outros estados apresentaram consumo inferior a 1.000.000 de toneladas.

O Estado do Pará, com um consumo que não atingiu a casa das 200.000 t, participou com um modesto 1,2% do total consumido no Brasil; este percentual deverá, a curto prazo, ser substancialmente aumentado, em virtude das grandes obras públicas que estão sendo implantadas na região e brevemente já estará em funcionamento, outra unidade produtora de cimento no município de Monte Alegre.

A partir de 1925 verificou-se um progressivo declínio da importação de cimento até o ano de 1942, daí então, houve um novo aumento na pauta de importação que se estendeu por quase uma década. A partir de 1952, as importações vêm decrescendo gradativamente (Fig. 14).

FIG. 14



Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

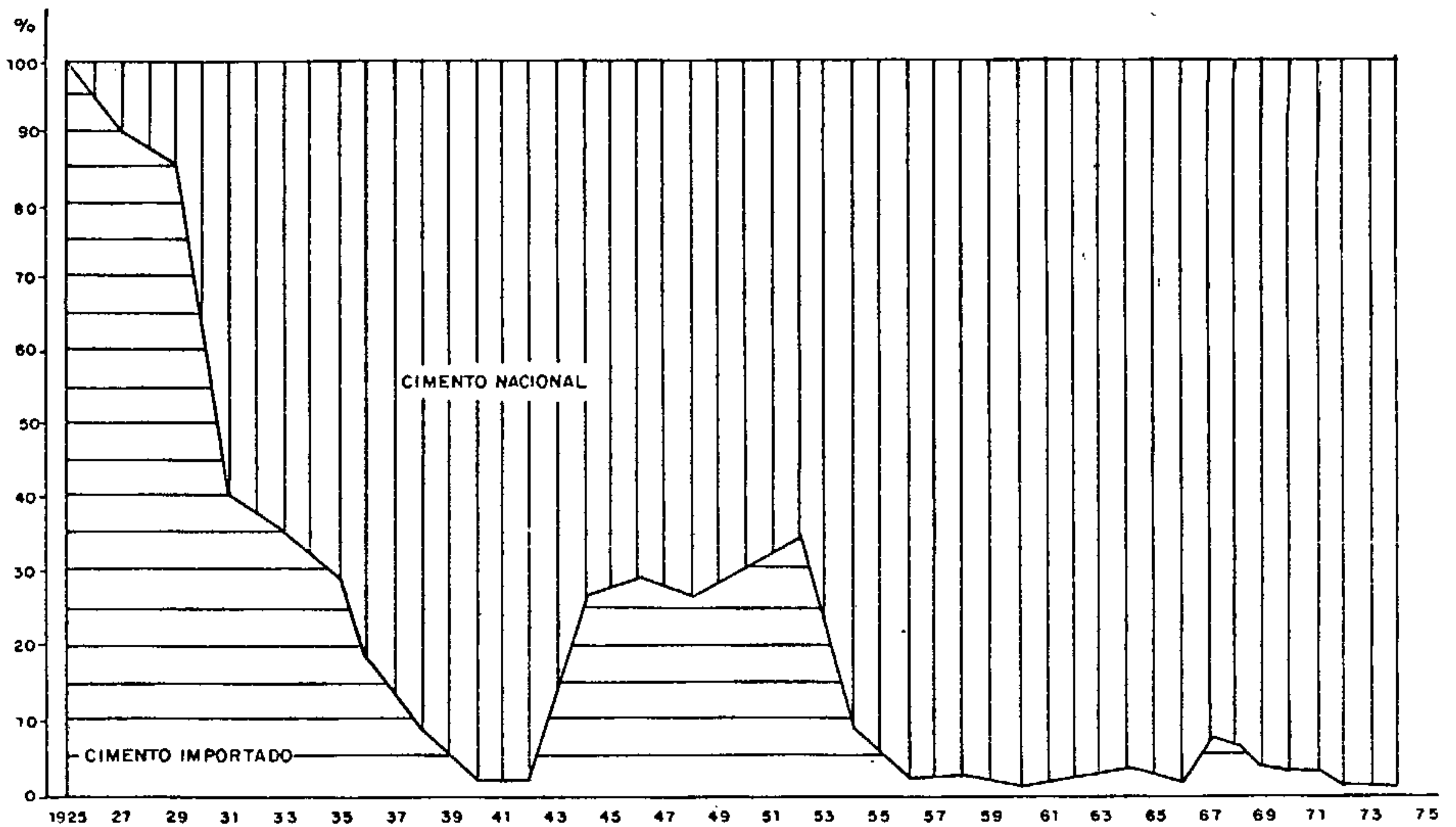
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELÉM

PROJETO CALCÁRIO ITAITUBA

PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DO CIMENTO

IMPORTADO NO CONSUMO NACIONAL

1925 - 74



11 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos durante o desenvolvimento do Projeto, permitiram o estabelecimento das seguintes conclusões:

- 1 - Das unidades lito-estratigráficas ocorrentes na área do Projeto Calcário Itaituba, apenas a Formação Itaituba apresenta potencialidade para exploração de calcários.
- 2 - As camadas calcárias apresentam maior espessura na base da Formação Itaituba. Intercalações de níveis de calcários, arenitos, siltitos e, subordinadamente, folhelhos, constituem o topo desta unidade.
- 3 - As mais extensas zonas calcárias ocorrem nas partes topograficamente mais arrasadas na Formação Itaituba.
- 4 - Foram visualizados e delimitados cinco extensos depósitos de calcários pertencentes à Formação Itaituba.
- 5 - Os depósitos delimitados compreendem uma área global de aproximadamente 194 km², assim distribuídos: Arixi, 66 km²; Jibóia, 44 km²; Capitoã, 34 km²; Bom Jardim, 29 km²; Laranja, 21 km².
- 6 - Não foi possível estimar a espessura das camadas nesses depósitos, dado a pouca representatividade das atitudes observadas e às estruturas de colapso frequentes nos afloramentos.
- 7 - A maior parte do capeamento nesses depósitos corresponde ao solo proveniente do próprio calcário. Não foi possível estimar sua espessura com os trabalhos desenvolvidos nesta etapa.
- 8 - Os resultados analíticos demonstraram ótimas perspectivas do calcário vir a ser utilizado na indústria de cimento ou na calagem de solos.
- 9 - Entre os cinco depósitos estudados, dois se destacaram (Jibóia e Capitoã) pelo elevado teor de cálcio e baixo

teor de magnésio.

10 - Os resultados espectro-analíticos nos calcários mostraram a presença dos elementos traços dentro do padrão normal para serem utilizados na agricultura.

11 - A existência de uma jazida de gipsita na área do Projeto (rio Cupari) viria valorizar em muito esses depósitos de calcários (na vez caracterizados como jazidas), quando da sua aplicação na indústria do cimento.

12 . RECOMENDAÇÕES

Como complemento aos trabalhos já executados, são recomendadas, a seguir, as atividades a serem desenvolvidas na Etapa II do Projeto:

- a) Mapeamento geológico 1:500.000 em quatro dos cinco depósitos de calcário (Arixí, Capitoã, Laranja e Jibóia), sendo este último, fora da área do Projeto, na Folha SB.21-X-B-I.
- b) A avaliação destes depósitos, mediante furos de trado mecanizado e sondagens em locais pré-estabelecidos, de modo que se obtenha informações ao nível de "reservas prováveis" destes depósitos.

A metodologia a ser empregada neste trabalhos seria a abertura, em cada depósito, de linha base ao longo da direção da camada e transversais perpendiculares convenientemente espaçadas, onde seriam desenvolvidos os seguintes trabalhos:

- Altimetria expedita, mediante o uso de altímetros Paulin.
- Furos de trado mecanizado, visando estabelecer as zonas de menor capeamento estéril.
- Furos de sonda, três em média para cada depósito, acompanhados de análises químicas das colunas de calcários atravessadas, onde seriam analisados quantitativamente CaO, MgO, SiO₂, P₂O₅, Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂ e PF, a intervalos de um metro. Paralelamente, em 10% das amostras, seriam efetuadas análises espectrográficas semi-quantitativas para 30 elementos (padrão).

O depósito Bom Jardim, já trabalhado em semi-detalle pela CAIMA, poderia ser considerado pesquisado e conseqüentemente nenhum trabalho seria aí executado.

13. BIBLIOGRAFIA

- 1 - ABREU, S.F. - Recursos minerais do Brasil; minerais não metálicos. 2. ed. Rio de Janeiro, IBGE, 1965, 1965. v. 1, 505 p., il. (Biblioteca Geográfica Brasileira, série A, Publicação, 20)
- 2 - ANDRADE, C.A.C. do & CUNHA, F.M.B da - Revisão geológica da bacia paleozóica do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. Anais do... São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. v. 3, p. 93 - III.
- 3 - APROVEITAMENTO DO CALCÁRIO PARA CALAGEM DE SOLOS. S. Luiz, CETREDE, 1974. 156 p., il.
- 4 - ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1975. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Diretoria de Divulgação, 1975 - v.36, 1016 p.
- 5 - ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO, 1975. Brasília, Departamento Nacional da Produção Mineral, 1975 - v.4, 324 p.
- 6 - BOYNTON, R.S. - Chemistry And technology of lime and limestone. New York, Interscience Publishers, c. 1966 520 p., il., Mapas, foto, graf.
- 7 - BOYNTON, R.S. & GUTSCHICK, Kenneth A. - Lime. In: GILLSON, J.L. ed - Industrial Minerals and rocks. 3. ed. New York, The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, 1960. p.497 - 519, cap. 23, il (Seeley W. Mudd Series).

- 8 - BRASIL - Conselho de Desenvolvimento Econômico - Polamazônia; esquema de recursos para 1975. Rio de Janeiro, 1975. 35 p.
- 9 - BRASIL - Departamento Nacional da Produção Mineral, Projeto RADAM - Folha SA.22-Belém; geologia, geomorfologia, solos vegetação e uso potencial da Terra, Rio de Janeiro, 1974. (Levantamento de recursos naturais,5).
- 10 - BRASIL - Instituto de Planejamento Econômico e Social - Região do Tapajós, Belterra - Santarém ; descrição. Projeto Tapajós; Desenvolvimento da borracha; Oportunidades de investimentos. Brasília, IPLAN, INCRA, 1973. 46 p., il. (Visita de empresários à Amazônia - Doc. nº 5)
- 11 - BRASIL - Ministério do Planejamento. Coordenação Geral Fundação IBGE - Sinópsse preliminar do censo demográfico; Pará. Rio de Janeiro, 1970. 96 p. (VII recenseamento geral).
- 12 - BRASIL - Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. Departamento de Recursos Naturais - Pesquisa mineral no Tapajós/Jamanxin; relatório preliminar. Belém, A.P.C. Divisão de Documentação, 1972. 172p. il, mapa.
- 13 - BRAUN, O.P.G. - Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. Revista brasileira de geologia. Rio de Janeiro, 32 (3); 3-39, 1971.
- 14 - CAPUTO, M.V. et alii - Nomenclatura estratigráfica da bacia do Amazonas; histórico e atualização. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém, 1972. Anais do ... Belém, Sociedade Brasileira de Geologia, 1968. v.3, p. 35 - 43.

- 15 - CAPUTO, M.V. & ANDRADE, F.G. - Geologia em semi-detalle do flanco sul da bacia Amazônia entre os rios Cupari e Abacaxis; relatório inédito, nº 589-A. Belém, PETROBRÁS - RENOR, Fev. 1968. 141 p., ip., mapas.
- 16 - CAROZZI, A.V. - Microfácies study of the Itaituba - Nova Olinda (Pensilvanian - Permian) Carbonates of the Amazonas basin; relatório inédito 676-A, Belém, PETROBRÁS - RENOR, 1972.
- 17 - CAROZZI, A.V.; ALVES, R.J.; CASTRO, J.C. de - Controle tectônico sinsedimentar dos carbonatos permo - carboníferos das formações Itaituba e Nova Olinda. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém, 1972. Anais do ... Belém, Sociedade Brasileira de Geologia, 1972. v. 3, p.47-63.
- 18 - CAROZZI, A.V. et alii - Environmental and synsedimentary tectonic evolution of the paleozoic clastics of the middle Amazon basin. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, Aracaju, Sociedade Brasileira de Geologia, 1973 (Boletim Especial, 2) p. 154.
- 19 - CARVALHO, F.P. de; PEREIRA, R.; SHIKAMA, R. - A gipsita do rio Cupari. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. (Boletim, 1) p. 120-121.
- 20 - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Departamento de Pesquisas Próprias - Projeto Aveiro; estudo de viabilidade de pesquisa. Rio de Janeiro, Mar. 1976. 18 p., mapas.

- 21 - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Superintendência Regional de Belém - Projeto Itamaguari; pesquisa de gipsita na Região do rio Cupari - Município de Aveiro, Estado do Pará. Belém, 1975. 2 v., fot., 9 anexos.
- 22 - COSTA, J.L. da et alii - Projeto Norte da Amazônia ; Domínio Oiapoque-Jari - Relatório final integrado. Belém, Convênio DNPm-CPRM, 1974. v. 5, 10 tab., 15 fig 36 fot., 10 mos., e mapa.
- 23 - DAEMON, R.T. & CONTREIRAS, C.J.A. - Zoneamento paleontológico da Bacia Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. Anais do... São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. v.3, p. 79-88.
- 24 - FALCÃO, H. - Súmula de ocorrências de calcários no Brasil. Avulso do Laboratório da Produção Mineral. Rio de Janeiro, 15: 1-89, 1967.
- 25 - FALCÃO, H. & CUNHA, I. da - Análises de calcários II. Boletim do Laboratório da Produção Mineral. Rio de Janeiro, 45: 1-196, 1965.
- 26 - FALESI, I.C. - Solos da Rodovia Transamazônica. Boletim técnico do IPEAN. Belém, 9: 3-93, 1972.
- 27 - FLINT; chert; novaculite. In: FRONDEL, C. - The System of mineralogy. 7. ed. New York, John Wiley, 1962. v.3, p. 219-223.

- 28 - GUIMARÃES, J.E.P. - Corretivos de acidez; desenvolvimento e tecnologia. Minas Gerais, Sociedade de Intercâmbio Cultura e Estudos Geológicos, 1969. p. 51-86. | X Semana de Estudos - cimento e cal de 29 de setembro à 3 de outubro de 1969 - Publ. nº 10 |
- 29 - KAMPRATH, E.J. - A acidez do solo e a calagem. Carolina do Norte, Estação Experimental de Agricultura da Universidade Estadual de Carolina do Norte, Out. 1967 20 p., il | Boletim técnico, 4 |
- 30 - KING, Lester C. - A Geomorfologia do Brasil Oriental. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro. 15 (2) 147-265, Abr|Jun. 1956 |
- 31 - LANGE, F.W. - Subdivisão bioestratigráfica e revisão da coluna siluriana-devoniana da bacia do Baixo Amazonas. In: ATAS DO SIMPÓSIO SOBRE A BIOTA AMAZÔNICA, GEOCIÊNCIAS. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Pesquisas, 1967. v.1, p.215-326, il.
- 32 - LOCZY, L. de - Contribuição à paleogeografia e história do desenvolvimento geológico da bacia Amazônica. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia. Rio de Janeiro, 223: 1-96, 1966.
- 33 - LOCZY, L. de - Geotectonic evolution on the Amazon, Paranaíba and Paraná basins: Acad. Bras. Ciê., Au., v. 40 (supl.). Rio de Janeiro. 231-249. 1968
- 34 - LUDWIG, G. Nova divisão estratigráfica e Correlação fa
ciológica por meio de pequenas estruturas internas dos
sedimentos silurianos e devonianos na bacia do médio
Amazonas. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, setor de Intercâmbio e Documentação, 1964. 72 p. (Ciência Técnica - Petróleo Seção: Exploração de Petróleo, 1).

- 35 - MACAMBIRA, E.M.B.; VALE, A.G.; CARREIRA, J. de M., REZENDE, N. das G.A.M. - Projeto Sulfetos de Altamira-Itaituba; relatório preliminar. Belém, CPRM - Superintendência Regional de Belém, 1975. 2 v., il., 3 graf., 5 mos., 10 mapas.
- 36 - NECESSIDADE DE CALCÁRIO EM SOLOS DA ZONA BRAGANTINA. IPEAN - Série: Fertilidade de solo. Belém, 1 (1): 11-21, 1971. 7 graf.
- 37 - PETTIJOHN, F.J. - Sedimentary rocks. 2. ed. New York, Harper 7 Row, 1957. 718 p., il.
- 38 - PONTES, A.R. - Interpretação Fotogeológica preliminar de áreas das bacias do Amazonas e Maranhão; relatório inédito 65-G. Belém, PETROBRÁS - RENOR, Jun.1966.
- 39 - REIS, R.M.; SILVA, G.H., LOBATO, T. de A.M. - Projeto Transamazônica; Trecho Estreito-Itaituba - reconhecimento geológico; relatório final. Belém, CPRM - Agência Belém, 1974. 106 p., il., 6 fig., 33 fot., 16 mapas em anexo.
- 40 - REZENDE, W.M. - Estudo dos processos de intrusões e extrusões de magmas básicos na bacia do Amazonas; Relatório Inédito 573-A. Belém, PETROBRÁS-RENOR, 1966.
- 41 - REZENDE, W.M. - O mecanismo de intrusões de diabásio nas bacias paleozóicas do Amazonas e do Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. Anais do ... São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, 1971. v. 3, p.123-147.
- 42 - RODRIGUES, R.R., VASCONCELOS, D.N. de; CAPUTO, M.V. - Sedimentologia das formações pré-pensilvanianas da bacia do Amazonas; relatório inédito 643-A. Belém,

PETROBRÁS - RENOR, 1972.

- 43 - SILVA, J.M. e - O cimento Portland. Minas Gerais, Sociedade de Intercâmbio Cultural e Estudos Geológicos, 1969 p. 98-115. [IX Semana de Estudos-cimento e cal, de 29 de setembro à 3 de outubro de 1969 - Publ. nº 20]
- 44 - SIOLI, H. - O rio Cupari - I; topografia e Hidrografia. Boletim técnico do Instituto Agrônômico do Norte. Belém, 17: 1-50, 1949.
- 45 - SUSZCZYNSKI, E.F. - Certas considerações sobre a tectônica da plataforma Amazônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23, Salvador, 1969. Anais do ... Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia, 1969. p. 75-76.
- 46 - VOLKWEISS, S.J. & LUDWICK, A.E. - O melhoramento do solo pela calagem. [Porto Alegre], Departamento de Solos e Hidrologia da Faculdade de Agronomia - UFECS [s.d.] 30 p., il.
- 47 - ZENKER, A.O. - Possibilidades de sulfetos na bacia Amazônica, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia, 1974 (Boletim, 1). p. 120-121.



CPRM

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA



Foto 01

Vista parcial da cidade de Itaituba.

Foto 02

Vista aérea, parcial, da cidade de Itaituba. Rodovia Transamazônica, trecho Itaituba-Jacareacanga. Observa-se áreas desmatadas para agricultura.



Foto 03

Vegetação típica da sub-classe Floresta Aluvial, rica em palmeiras, plantas rosuladas e arbustos de pequeno porte. Margem esquerda do rio Tapajós.



Foto 04

Tufos de composição ácida, pertencentes ao grupo Uatumã. Afluente do rio Itapacurazinho, rodovia BR - 230.

Foto 05

Detalhe do afloramento anterior. Tufos cinza escuro intensamente fraturados.



Foto 06



Arenitos da Formação Maecuru. Intercalações de leitos de granulometria fina, média e grosseira. Observa-se variação de tonalidade e estratificação cruzada. Os leitos de granulação fina aparecem mais claros. Rio Tracoá, próximo a Vila Braga.



Foto 07

Contato entre siltitos com es
tratificação paralela e arenii
tos com estratificação cruzada.
Provavelmente pertencentes a
Formação Maecuru.
Rodovia Br-230, trecho Itaituu
ba-Altamira.

Foto 08

Folhelhos escuros da Formação
Curuá, Membro Barreirinha. Obo
serva-se as "concreções" que
se desenvolvem neste folhel
hos.

Rio Tapajós, próximo a localiu
dade São Francisco.



Foto 09

Detalhe do afloramento anterior.
Observa-se um nítido contorno,
da "concreção", com ligeiro aru
queamento da rocha encaixante.

Foto 10



Folhelhos cinza da Formação Curuá. Observa-se fraturas transversais e oblíquas, preenchidas por precipitação de soluções ricas em óxido de ferro, mais resistentes que a rocha encaixante. Rodovia BR-230, próximo, ao Igarapé-Açu.

Foto 11

Arenitos finos a médios da Formação Monte Alegre. Nota-se estratificação cruzada e fraturas nesses planos.

Rio Tapajós, Localidade Maloquinha.



Foto 12

Arenitos da Formação Monte Alegre com fraturas subverticais, preenchidas por óxidos de ferro precipitados.

Rio Tapajós, margem esquerda.



Foto 13

Calcário da Formação Itaituba. Observa-se superfície cárstica característica.

Igarapé Bom Jardim.

Foto 14

Calcários abundantemente fosilíferos da Formação Itaituba.

Igarapé Arixí, próximo a localidade São Vicente.



Foto 15

Calcário da Formação Itaituba. Verifica-se a presença de fósseis (nódulos escuros) e recristalização da calcita.

Rio Tapajós, localidade Paredão.



Foto 16



Arenitos e Calcários da Formação Itaituba. Na parte inferior arenitos com estratificação e na superior calcários com delgados níveis argilosos.

No contato, nível argiloso arqueado.

Foto 17

Exploração de calcário da Formação Itaituba. O desmonte consiste de perfuração manual com "ponteira" e uso de pólvora como explosivo. Margem da estrada que, liga a cidade de Itaituba ao 53º BIS.



Foto 18

Blocos arredondados de diabásio de idade juro cretácea. A alteração, ocasiona uma crosta latéritizada protetora, e, as partes internas são normalmente frescas. Ocorrência comum nas encostas desta litologia. Nota-se latossolo roxo de boa utilização para agricultura. Rodovia BR-230, terço Itaituba-Altamira.

