



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

PHL
006898
2005

PROJETO ARGILA MANAUS
RELATÓRIO FINAL

VOLUME I

I.96

SUREMI SEDOTE	
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório nº:	009 - 5
N.º de volumes:	4
V.º:	1
OSTENSIVO	

AUTORES:

RICARDO NADER DAMIÃO
MIGUEL MARTINS DE SOUZA
MARCELO DE FREITAS MEDEIROS

MANAUS
JULHO/1972

A P R E S E N T A Ç Ã O

Com este Relatório ficam concluídos os trabalhos de pesquisas iniciados pela CPRM, em agosto de 1970, na área de 12.000 Km² situada em torno da cidade de Manaus.

O estudo da área resultou do convênio CPRM/DNPM, visando a procura de materiais de emprêgo imediato na construção civil (areia, pedra e argila) bem como, matérias primas necessárias às indústrias especializadas (areia para vidro, argilas refratárias, bauxita, etc.).

Este foi dividido em quatro partes: a primeira compreende o Relatório propriamente dito, sendo as de mais constituídas pelos Volumes II, III e IV, anexos, onde estão contidos respectivamente, os resultados das análises realizadas nos laboratórios, localização das estações e o ocorrências, e, mapas elaborados.

Deixamos patente o nosso agradecimento à todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para o êxito deste trabalho.

Os autores.

SUMÁRIO

I - APRESENTAÇÃO	
II - RESUMO	
III - INTRODUÇÃO	pág 6
IV - ASPECTOS GERAIS DA ÁREA	8
4.1 - <u>Localização e vias de acesso</u>	8
4.2 - <u>Condições sócio-econômicas</u>	11
4.3 - <u>Método de trabalho</u>	14
4.4 - <u>Fisiografia e feições geomórficas</u>	29
4.4.1 - Clima	29
4.4.2 - Relêvo	33
4.4.3 - Drenagem	36
4.4.4 - Solo e vegetação	37
4.5 - <u>Geologia Geral</u>	39
4.5.1 - Investigações prévias	39
4.5.2 - Observações geológicas	40
4.5.3 - Tectônica	55
V - GEOLOGIA ECONÔMICA:.....	58
5.1 - <u>Sedimentos inconsolidados</u>	58
5.1.1 - Argilas	58
5.1.1.1 - Ocorrência e distri- buição	58
5.1.1.2 - Exploração	63
5.1.2 - Areias	63
5.1.2.1 - Ocorrência e distri- buição	63
5.1.2.2 - Exploração	68
5.1.3 - Cascalhos	68

5.1.3.1 - Ocorrência e distribuição	pág 68
5.1.3.2 - Exploração	69
5.2 - <u>Sedimentos consolidados</u>	70
5.2.1 - Rochas sedimentares	70
5.2.1.1 - Ocorrência e distribuição	70
5.2.1.2 - Exploração	75
5.2.2 - Rochas cristalinas	76
5.2.2.1 - Ocorrência e distribuição	76
5.2.2.2 - Exploração	77
5.3 - <u>Produção e comercialização</u>	77
5.3.1 - Argilas	77
5.3.2 - Areias	78
5.3.3 - Cascalhos	80
5.3.4 - Rochas	80
VI - ESTUDOS COMPLEMENTARES	82
6.1 - <u>Depósitos argilosos e sua distribuição na área</u>	82
6.2 - Formação dos lateritos	85
VII - CONCLUSÕES E SUGESTÕES	87
VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
IX - ANEXOS	
Volume II - Análises realizadas	
Volume III - Localização das estações e amostras, argilas, areais e pedreiras	
Volume IV - Croquis de cubagens de areais, mapas de sondagens, perfis litológicos, mapas de estações e mapas de ocorrências.	

RESUMO

Na área de 12.000 Km² situada em torno de Manaus-AM, ocorrem sedimentos de ambiente continental fluvial de idade Plio-Pleistocênica capeados ao longo das margens dos rios, igarapés e ilhas por sedimentos Holocênicos. Esta é banhada pelos rios Negro, Solimões, Amazonas e seus afluentes.

Observa-se um verdadeiro escalonamento dos tabuleiros e uma maior inclinação nas suas vertentes W e SW, bem como um estreitamento dos talvegues que se apresentam com encostas íngremes. A drenagem é ortogonal e controlada, provavelmente, por linhas estruturais.

Os sedimentos situados ao norte dos rios Negro e Amazonas - sub-área I - e no interflúvio daquele com o Solimões são mais antigos e se encontram em cotas mais elevadas. Estão representados por arenitos e siltitos, capeados discordantemente por sedimentos argilo-arenosos. Nas "terras baixas" ou "várzeas" que constituem a sub-área II predominam os clásticos finos, cujas deposições atuais de siltes e argilas contribuem para a formação das ilhas.

Nas terras firmes predominam os argilo-minerais do grupo da caulinita com traços de gibsite e, raramente ilita, e, ainda, feldspato e quartzo. As terras baixas banhadas pelos rios Solimões e Amazonas são ricas em caulinita com traços de montmorilonita e, raramente vermiculita, clorita e quartzo. Aquelas poderão ser empregadas na cerâmica vermelha, cerâmica branca de baixa temperatura, em refra

tários e, conforme resultado da análise por microscopia e letrônica, em papel e borracha. Estas são aplicadas na cerâmica vermelha, agregados leves e ainda como agentes tixotrópicos e descorantes. As argilas encontradas nos tabuleiros apresentam possibilidades de serem exploradas como argilas luminosas.

Além das argilas, as rochas (arenitos, siltitos e argilitos) e areias constituem os sedimentos mais abundantes, sendo porém escasso o cascalho. Tais materiais são os únicos encontrados na área do Projeto, onde são empregados largamente na construção civil. O mercado ascendente absorve toda a produção, a qual vem sendo prejudicada pela falta de um planejamento técnico das firmas que exploram tais materiais.

III - INTRODUÇÃO

Em 1968 foi instituído pelo 5º Distrito Norte do Departamento Nacional da Produção Mineral, o Projeto Grande Manaus, que visava intensificar a procura de materiais de-emprego na construção civil (areia, pedra para construção, argila, etc) na área de influência da SUFRAMA (Superintendência da Zona Franca de Manaus) cuja superfície abrange cerca de 12.000 Km².

Movidos por interesses mútuos através do convênio assinado entre DNPM e a SUFRAMA em 18 de novembro de 1968, ficou decidido que o Projeto Grande Manaus seria iniciado pelos estudos geológico, geotécnico e hidrogeológico do Distrito Industrial da ZONA FRANCA DE MANAUS.

Destes estudos foram registrados somente alguns dados quanto à localização e comercialização dos materiais de construção além de 36 perfís de sondagem na área do Distrito Industrial.

Finalmente, o crescimento da cidade de Manaus e o rápido desenvolvimento do parque industrial amazônico motivaram a extinção do PROJETO GRANDE MANAUS em favor do PROJETO ARGILA, que além da procura dos materiais para a construção civil, estenderia seus objetivos à prospecção de matérias primas para indústrias especializadas conforme abaixo discriminamos:

a) Materiais de construção civil:

- rochas e cascalhos para serem utilizados como brita em concretos;
- areias para concretos, argamassas e

revestimentos;

- argilas para indústria de cerâmica ver melha (tijolos, telhas, manilhas, etc);

b) Materiais utilizados em indústrias es-pecializadas:

- areias para fabricação de vidros e fundentes;
- argilas para agregados leves;
- argilas para indústrias de: papel, borracha, plástico, inseticida, tinta, etc;
- argilas para indústrias petrolíferas (agentes tixotrópicos) e para indústrias metalúrgicas (pelotização de minérios);
- lateritos aluminosos (bauxita).

Por força do convênio elaborado entre DNPM e CPRM ficou ao encargo desta Companhia, através de sua Agência Manaus, a execução do Projeto Argila cujos trabalhos iniciaram-se, efetivamente, em 15 de agosto de 1970.

Em outubro de 1971, entretanto, foi determinado pelo DNPM uma reformulação e paralização do Projeto antes da execução de sua fase final, tendo a fase de campo sido encerrada nos últimos dias do mês de dezembro. Finalmente, o período compreendido entre os cinco primeiros meses do ano de 1972 foram dedicados à interpretação dos resultados das análises a que foram submetidas as amostras coletadas e a confecção deste Relatório.

Tomaram parte na realização do Projeto os



geólogos RICARDO NADER DAMIÃO, MIGUEL MARTINS DE SOUZA e MARCELO DE FREITAS MEDEIROS, ficando a cargo do primeiro a supervisão e direção geral dos trabalhos. Entretanto, em virtude do afastamento do coordenador do Projeto, durante a fase de processamento do Relatório Final, este foi substituído pelo geólogo MARCELO DE FREITAS MEDEIROS.



IV. ASPECTOS GERAIS DA ÁREA

4.1 - Localização e vias de acesso

A área do Projeto Argila Manaus situa-se em torno da cidade de Manaus, AM (Vide Mapa I, p. 9), abrangendo cerca de 12.000 Km². Está compreendida entre os paralelos de 2° 30'S e 3° 24'S e os meridianos de 59° 25' e 60° 30'WG, e para fins de estudo foi dividida em duas sub-áreas: I e II.

A sub-área I, compreende as terras ao norte da margem esquerda dos rios Negro e Amazonas, que se estendem desde jusante da foz do rio Cueiras e montante da ilha da Grande Eva até os limites setentrionais da área do Projeto. A sub-área II, abrange todas as ilhas dos rios Negro e Amazonas e as terras ao sul da margem direita desses rios situadas à jusante da enseada do Acajituba e à montante da ilha da Grande Eva até os limites meridionais.

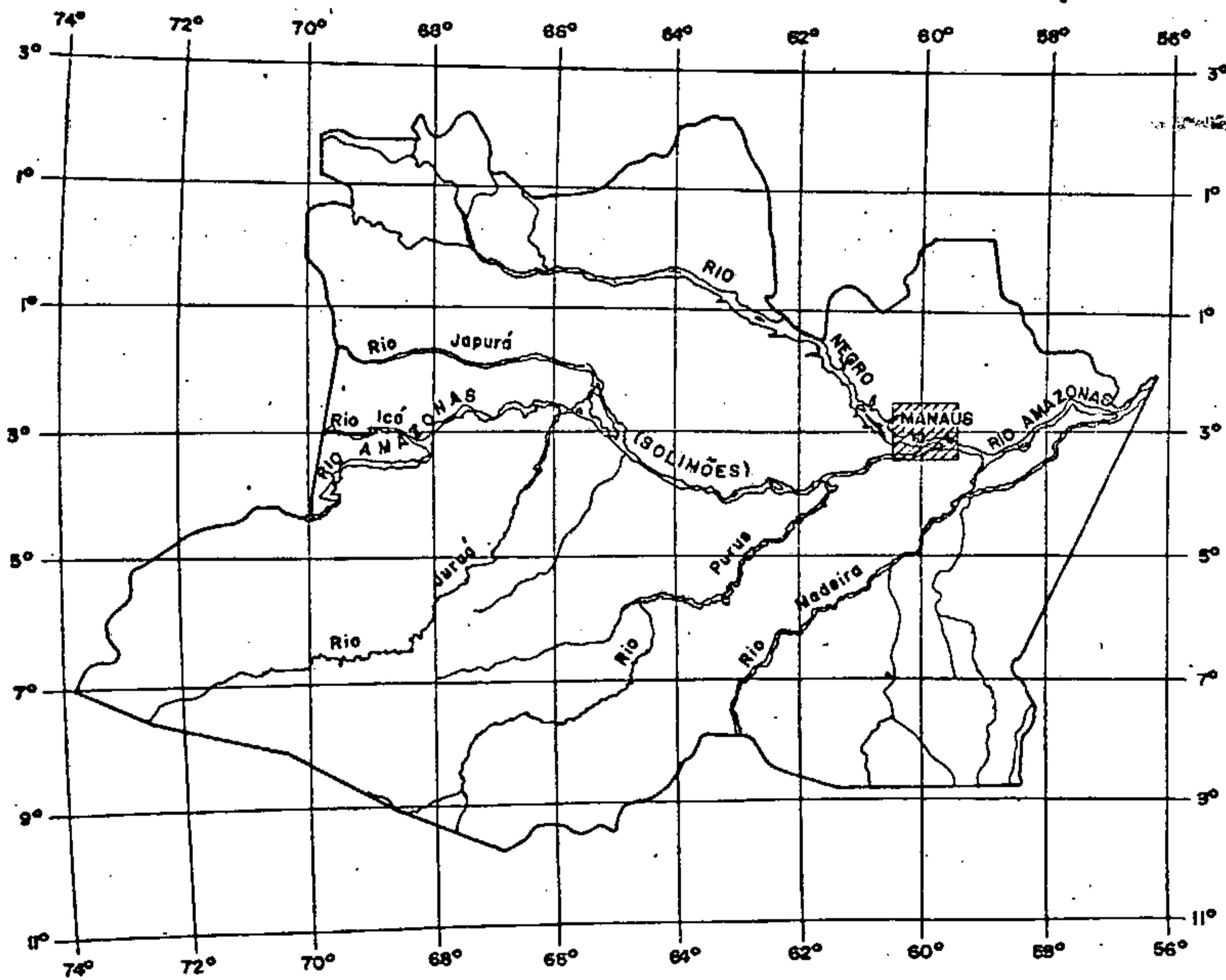
O acesso na área é feito principalmente por via fluvial através dos rios Negro, Solimões e Amazonas, bem como seus paranás e igarapés permitindo fácil navegação, mormente no período de cheias onde a penetração pelos igarapés é mais facilitada.

Não obstante a facilidade apresentada pelo acesso fluvial, a comunicação para o interior da área pode ser feita também por via terrestre através das rodovias BR-319 (Manaus-Porto Velho), BR-174 (Manaus-Caracarái), AM-10 (Manaus-Itacoatiara) asfaltada até 100 Km (Foto 2), AM-20

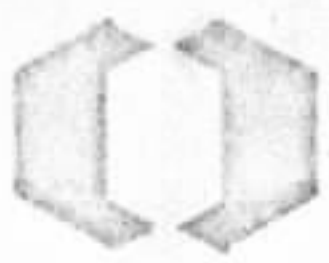


PROJETO ARGILA-MANAUS - 1103

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



ESCALA = 1:15 000 000

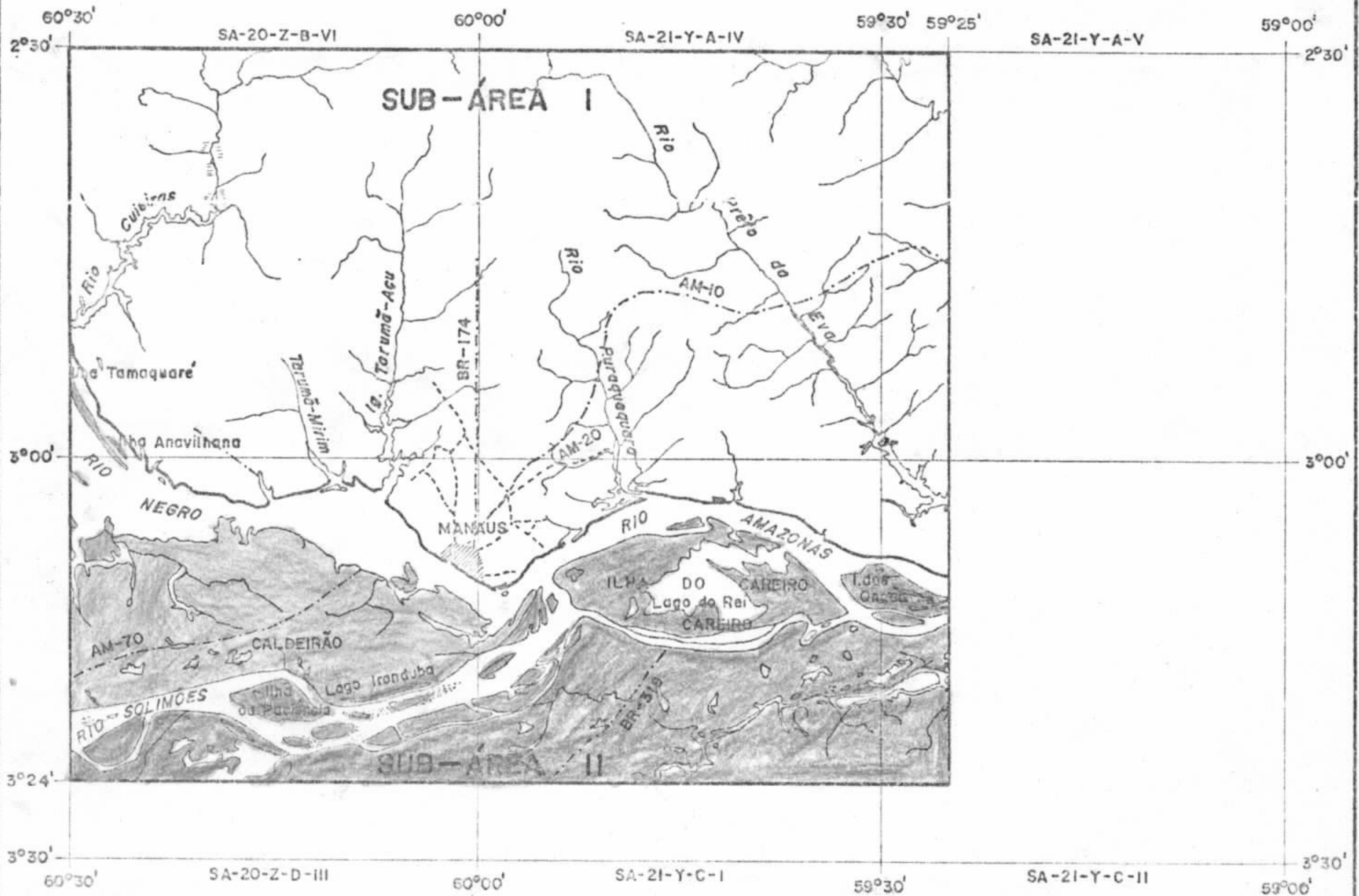


PROJETO ARGILA-MANAUS - 1103

SUB-ÁREAS E LIMITES GEOGRÁFICOS
(FÔLHAS - 30'x30')

— CONVENÇÕES —

- - ÁREA DO PROJETO
- - LIMITES DAS FÔLHAS
- - SUB-ÁREA I
- - SUB-ÁREA II



ESCALA = 1:1 000 000



CPRM

- 11 -

(Manaus-Colônia do Aleixo), AM-70 (Cacau Pereira-Manacapuru), AM-450 (Tarumã-Ponta Negra) toda asfaltada, estrada Claudio Mesquita, e, vários caminhos e picadas.

4.2 - Condições sócio-econômicas

A área do Projeto encontra-se envolvendo o maior centro sócio-econômico da Amazonia Ocidental, a cidade de Manaus, que apesar da imensa floresta que a circunda, mantém atualmente todos os requintes necessários a uma capital de estado brasileiro. Manaus, durante toda sua existência esteve dependente dos recursos financeiros oriundos de um extrativismo primitivo. Após a criação da Zona Franca em 28.02.67, o comércio foi ativado e intensificado, e foi incentivada a instalação de indústrias de base na região. Hoje, já conta com indústrias de porte como: SIDERAMA (Companhia Siderúrgica da Amazonia, em fase final de montagem), COPAM (Companhia de Petróleo do Amazonas, atualmente controlada pela PETROBRÁS), BRASILJUTA (Companhia Brasileira de Fiação e Tecelagem de Juta), Fábrica de Tecidos Matinha S/A, BETA (Confecção de Jóias), PAPAGUARA S/A (Massas alimentícias), além de indústrias de beneficiamento de matéria prima como castanha, borracha, madeira etc.

No tocante a atividade agrícola, o principal entrave ao seu desenvolvimento é a alta acidez do solo e sua pobreza em elementos como o potássio e o fósforo. As colônias garantem uma produção regular de abacaxi, mandioca, pimenta do reino, arroz, juta, castanha, etc. Atualmente só a juta representa a agricultura em escala competitiva.

A pecuária, também incipiente, vem sendo in



CPRM

- 12 -

FOTO . 1

Vista de Manaus à margem esquerda do Rio Negro.

FOTO 2

Vista parcial da estrada AM-10 (Manaus-Itacoatiara)
nas proximidades do Km 18, que dá acesso à área.



centivada, o que permitirá nos próximos anos uma produção que possa atender a demanda crescente.

Paralelamente ao desenvolvimento urbano e agro-pastoril surgiu a necessidade de materiais carentes às construções de edificações e indústrias oleiras. Como medida para solução do problema foi então criada pelo Convênio CPRM/DNPM o Projeto Argila de Manaus, visando a procura de jazidas desses materiais que viessem suprir o mercado interno da capital manauara.

4.3 - Método de trabalho

As diferentes condições de acesso, topografia, hidrografia e vegetação, da área, criaram condições diferentes de trabalhos tornando necessária a divisão desta em sub-área I e sub-área II.

Os trabalhos de campo tiveram como base cartográfica mapas planialtimétricos na escala de 1:100.000 executados para a SUFRAMA pelos Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A., a partir de fotos aéreas em escala de 1:50.000 obtidas em 1969, e, mapas restituídos de fotografias aéreas de escala 1:25.000 pertencentes ao INPA (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia), os quais não cobrem totalmente a sub-área II.

Devido a maior facilidade de acesso imediato, os trabalhos foram iniciados na sub-área I, onde se fez inicialmente o reconhecimento concómitantemente à coleta de amostras, ao longo dos caminhos, estradas e igarapés. As



CPRM

- 15 -

FOTO 3

Trabalho de reconhecimento. Amostragem de solo argiloso em pequena profundidade fazendo-se uso do trado-bôca de lobo.

FOTO 4

Amostras de argilas coletadas em sacos plásticos devidamente etiquetadas.





CPRM

- 17 -

FOTO 5

Trabalho de pesquisa onde se vê a perfuração de um furo de 16 metros de profundidade.

FOTO 6

Instrumental utilizado no campo na recuperação dos canos desgastados na atividade de perfuração.





amostras colhidas foram enviadas ao laboratório da Agência local, para serem submetidas aos ensaios com corantes orgânicos e teste de DTA, com a finalidade de selecionar qualitativamente áreas ou ocorrências de maior interesse econômico. Posteriormente, as amostras selecionadas foram submetidas a outros testes tais como: Análise granulométrica, sedimentação e pH. Algumas destas análises foram repetidas em laboratórios operacionais (LAMIN), visando confirmação e aferição de métodos, onde também foi solicitada análise química quantitativa, hidratação, rehidratação, queima e RX. Estes estudos visaram separar areias com granulometria e composição indicadas para o fabrico do vidro, bem como identificar argilo-minerais dos grupos Caulinita, Montmorilonita e Ilita, bem como as Bauxitas.

O relacionamento das atividades de campo e laboratório motivaram a divisão do estudo da área em duas fases: reconhecimento e detalhe.

Em novembro de 1971 partiu-se para o reconhecimento da sub-área II e, simultaneamente, eram feitas pesquisas na sub-área I.

Não obstante o encerramento dos trabalhos de campo ter sido programado para março de 1972, este foi antecipado para dezembro do ano anterior, prejudicando desta forma o desenvolvimento dos trabalhos de campo e laboratório, com prejuízo na fase de pesquisa da sub-área II.

Para realização dos trabalhos foram utilizados como meios de transportes: jeep, canoas de madeira e bo-

QUADRO I - RECONHECIMENTOS E DETALHES

DISCRIMINAÇÃO		ANO BASE			TOTAL	UNIDA DES
		1970	1971	1972		
ÁREA DO PROJETO		-	-	-	12.000	Km ²
RECONHECIMENTO LINEAR		630	2.726	-	3.356	Km
ÁREA TRABALHADA		1.230	5.824	-	7.054	Km ²
PROSPEC- ÇÃO DE SEMI-DE- TALHE	ÁREA PROSPEC- TADA	-	80	-	80	Km ²
	METROS PERFURA DOS C/ T.MANUAL	-	1.392	-	1.392	m

QUADRO II - ESTAÇÕES E AMOSTRAS

DISCRIMINAÇÃO	ANO BASE			TOTAL	UNIDA DES	
	1970	1971	1972			
ESTAÇÕES	510	941	-	1.451	ESTAÇÕES	
A M O S T R A S	ROCHAS	16	14	-	30	AMOSTRAS
	AREIAS E CASCALHOS	38	384	-	422	AMOSTRAS
	ARGILAS E SEDIMENTOS ARGILO-ARE NOSOS	344	801	-	1.145	AMOSTRAS
	TOTAL	398	1.199	-	1.597	AMOSTRAS



QUADRO III - (MEIOS DE TRANSPORTE)

T I P O	KM OU HORAS EM TRABALHO DE CAMPO				KM OU HORAS EM DESLOCAMENTO				TOTAL GERAL	U N I D A D E
	ANO BASE			T O T A L	ANO BASE			T O T A L		
	1970	1971	1972		1970	1971	1972			
JEEP	1.387	1.313	-	2.700	868	6.351	-	7.219	9.919	Km
BARCO COM MOTOR DE POPA	220	2.089	-	2.309	35	349	-	384	2.693	Horas
PÉ	25	791	-	816	-	191	-	191	1.007	Km

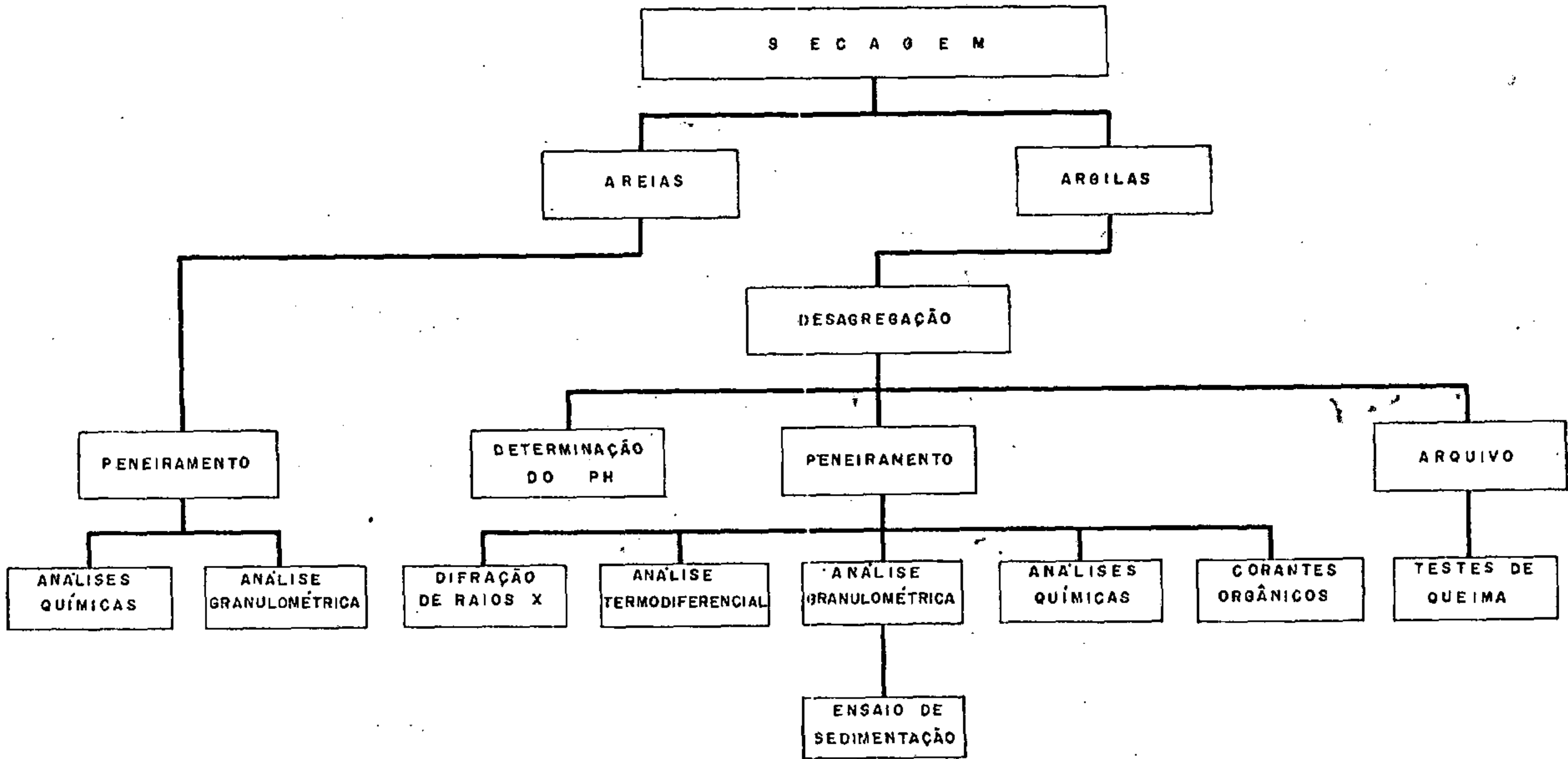


QUADRO IV - ANÁLISES

DISCRIMINAÇÃO	ANO BA- SE 1970	ANO BASE 1971			ANO BASE 1972			TOTAL
		ROCHAS	AREIAS E CASCALHOS	ARGILAS E SED. ARG. ARENOSOS	ROCHAS	AREIAS E CASCALHOS	ARGILAS E SED. ARG. ARENOSOS	
ANÁLISE PETRO- GRÁFICA	-	5			-			5
ANÁLISE GRANU- LÔMETRICA	-		72	133		17	123	345
ENS. COM CORAN- TES ORGÂNICOS	-			752			340	1072
TESTE DE pH	-			-			193	193
ANÁLISE DE DTA	-			310			105	415
ANÁLISE DE HI- DRATAÇÃO	-			8			28	36
RE-HIDRATAÇÃO	-			8			28	36
ANÁLISE DE SÊ- DIMENTAÇÃO	-			72			101	173
ANÁLISE DE RX	-			119			67	186
TESTE DE QUEI- MA	-						183	183
ANÁLISE QUÍMI- CA QUANTITATI- VA	-		28	8		15	28	79



PROCESSAMENTO DAS AMOSTAS NO LABORATÓRIO





CPRM

- 25 -

FOTO 7

Amostras em fase de secamento para serem submetidas aos diversos testes de laboratório .

FOTO 8

Amostras de argilas e areia guardadas em sacos plásticos devidamente etiquetadas e estocadas em ordem numérica .



CPRM

- 26 -





CPRM

- 27 -

FOTO 9

Depois de passada em peneiras de 100 mesh as amostras selecionadas pelos corantes orgânicos foram submetidas ao teste de DTA (Análise Termo Diferencial).

FOTO 10

Visando conhecer a granulometria do material argiloso, este foi analisado pelo processo de sedimentação em provetas de 2000 ml.



CPRM

- 28 -



tes de alumínio. Para a coleta de amostras foram utilizados trâ dos helicoidal e bôca de lobo, sendo os primeiros usados nas son dagens de até 16 metros de profundidade.

Finalmente como saldo dos trabalhos de campo foram cubados 12 dos 52 areais reconhecidos e sondadas 6 áreas vi-sando a prospecção de argilas brancas e aluminosas, com reali-zação de 86 furos com profundidade de até 16 m, perfazendo um to-tal de 1441 estações e 1597 amostras coletadas representativas de rochas, cascalhos, areias, sedimentos areno-argilosos e argi-las, etc. Os totais de análises realizadas foram os seguintes: 1072 ensaios com corantes orgânicos, 415 testes de DTA, 345 aná-lises granulométricas, 173 análises de sedimentação, 36 análises de hidratação, 36 análises de rehidratação, 193 medidas de pH, 186 difrações de RX, 183 testes de queima e 5 análises petrográficas.

Nos quadros I, II, III, IV e V estão sumarizados os trabalhos realizados no campo e no laboratório.

4.4 - Fisiografia e feições geomórficas

4.4.1 - Clima

O clima da região se enquadra no tipo AM, segundo a classificação de Koeppen.

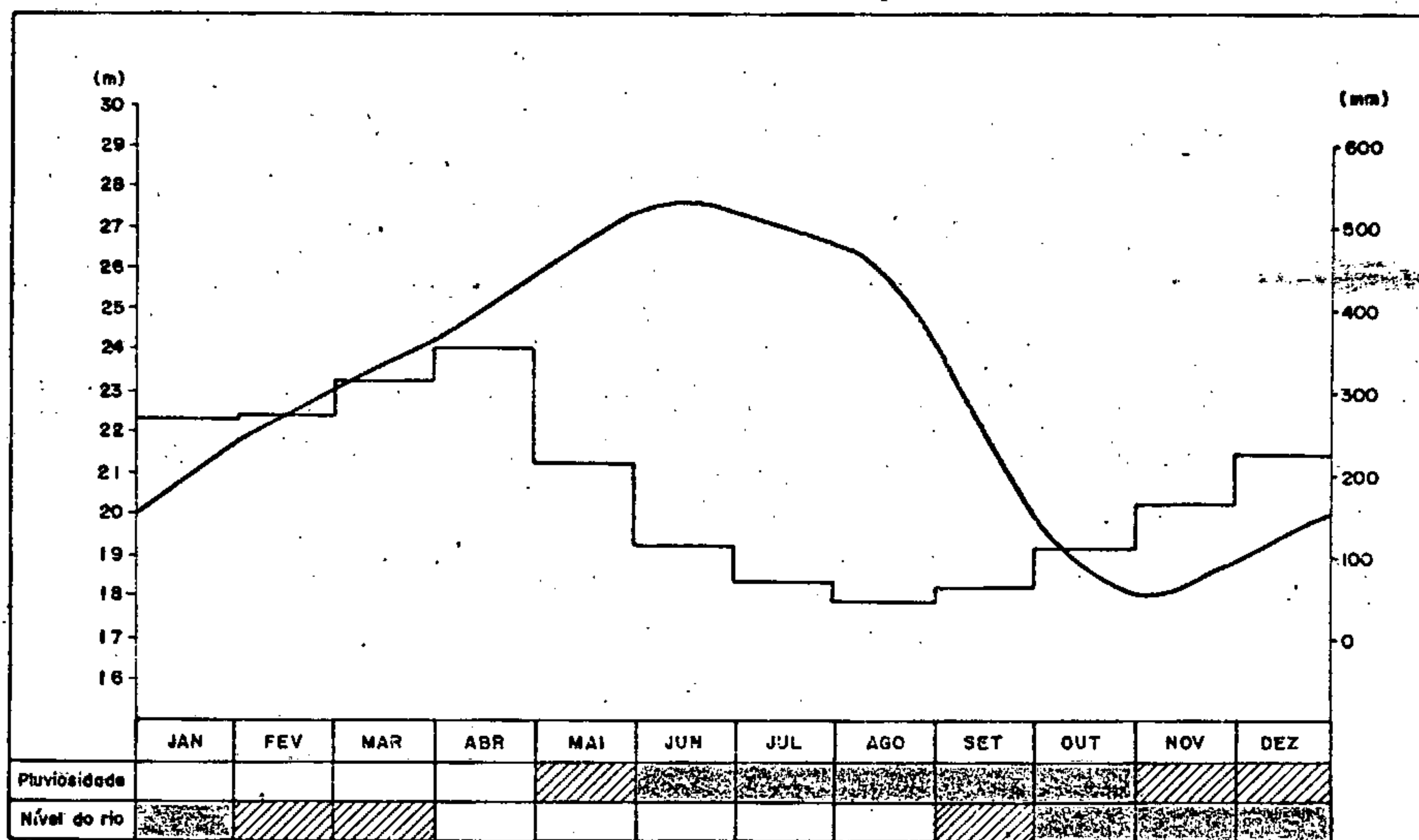
O total anual de pluviosidade na área é elevado atingindo uma média de 2.000 mm. Os meses em que mais chove são fevereiro, março e abril e os de maior seca, julho, a-gosto e setembro (Gráfico I, p. 30). Embora a temperara



PROJETO ARGILA - 1103

MÉDIAS MENSIAIS DAS VARIÇÕES DO NÍVEL DO RIO NEGRO (1903-1952)*, E DAS PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS EM MANAUS (1940-1969)**

(GRÁFICO - I)



CONVENÇÕES

- NÍVEL DO RIO
- PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA
- PERÍODO DAS MÁXIMAS
- PERÍODO DAS MÍNIMAS
- PERÍODO CRÍTICO

(*) -- CONFORME RÉGUA INSTALADA NO PORTO DE MANAUS

(**) - SEGUNDO DADOS DO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA



CFPRM

- 31 -

FOTO 11

Tabuleiros escalonados, onde se vê no primeiro plano, um com altitudes de 80m aproximadamente. Margem esquerda do Rio Negro, à W do Rio Cueiras.

FOTO 12

"Terras Firmes" mostrando um relêvo bastante ondulado nas proximidades do Rio Amazonas - Região do Aleixo.



tura média anual seja elevada, as variações de máxima e mínima são geralmente inferiores a 5°C.

4.4.2 - Relevo

A morfologia da região em estudo é em seu as pecto geral plana, constituída pela imensa planície Terciária Amazônica. Todavia, esta grande planície foi retalhada pela drenagem e desgastada pela erosão, -as quais deram origem a tabuleiros escalonados e planícies de inundações, constituindo verdadeiros patamares.

Na sub-área I, o relevo é formado por tabuleiros com extensões de 1 a 9 Km e cujas altitudes variam de 40 a 160 m. Tais superfícies por estarem sempre acima do nível atingido pelas cheias dos rios foram denominadas de "Terras Firmes". Em cotas mais baixas estes tabuleiros foram um relevo bastante ondulado (Foto 12, p. 32).

Tem-se observado uma maior inclinação nas ver tentes W e SW dos tabuleiros, bem como também talvegues es treitos em vales de encostas íngremes.

Completamente diferente é o relevo da sub-área II, onde a paisagem é formada por terraços, restingas, e planícies de inundação constituindo as "Terras Baixas" ou "Várzeas". Estas terras são de cota inferiores a 10m, estando sujeitas a alagações periódicas durante as enchentes dos rios. É aqui onde se observa o fenômeno das "Terras Caídas", sendo também comum a presença de lagos, paranás e ilhas, so bressaindo-se as seguintes: ilhas das Onças, Careiro, Marapá tá, Terra Nova, Paciência, Barroso, Maria Antônia e o arqui-



CPRM

- 34 -

FOTO 13

Vegetação densa contituida de árvores gigantescas que cobrem os tabuleiros de cotas elevadas - região do Aleixo.

FOTO 14

Nas "Terras Baixas" as altitudes são inferiores a 10 m porém apresentam também, árvores de grandes portes.



CPRM

- 35 -





pélago das Anavilhanas.

Analisando-se as duas sub-áreas observa-se um relêvo mais movimentado com cotas relativamente mais elevadas na sub-área I. Estas feições morfológicas parecem refletir um condicionamento estrutural.

4.4.3 - Drenagem

A área do Projeto está situada nos arredores da confluência dos rios Negro e Solimões que formam o rio Amazonas, os quais somados aos inúmeros igarapés, paranás, lagos e enseadas dão a região um aspecto de verdadeiro labirinto.

A rede fluvial observada em seu todo mostra dois padrões distintos de drenagem. Na sub-área I predominam os rios e igarapés onde a drenagem ortogonal reflete provavelmente linhas estruturais. Os rios Urubu, Preto da Eva, igarapé Puraquequara, igarapé Tarumã Mirim e baixo Rio Cueiras drenam esta sub-área, com cursos aproximadamente paralelos segundo a direção NNW-SSE tendo seus afluentes de ambas as margens, cursos geralmente perpendiculares as calhas dos rios principais. Somente o rio Branquinho (afluente do Cueiras) e o Igarapé Tarumã-Açu possuem uma direção E-W e N-S respectivamente.

Todos estes rios e igarapés apresentam nos seus baixos cursos, leitos exageradamente amplos em relação à largura que possuem nas cabeceiras e médio curso. Este fato faz com que as águas do baixo curso fiquem praticamente paradas. Neste trecho os vales próximos às margens apresentam-se



permanentemente alagados.

A sub-área II é drenada por um único rio definido, o rio Solimões, o qual, dominando uma grande área baixa, forma em seus arredores um emaranhado de pequenos igarapés, paranás, enseadas e lagos anastomosados.

Os principais igarapés, paranás e lagos desta sub-área II são: igarapé Santo Antonio e Caldeirão (afluentes do Solimões); os paranás Ariaú, Manaquiri, Xiborena, Curari, Autaz-Mirim, Careiro e Onças; os lagos Acará, Janauacá, Mona, Paciência, Rei e Boto.

4.4.4 - Solo e vegetação

Constituindo uma cobertura com espessura muito variável, os solos da área são, em sua maior parte, do tipo ferralíticos de origem residual, originados de arenitos, siltitos e argilas arenosas, de idades terciária e quaternária, bem como de sedimentos aluvionares recentes.

Na sub-área I e em partes da sub-área II, o solo é bastante espesso de natureza argilosa e areno-argilosa ricos em laterito, apresentando coloração amarela, alaranjada e/ou avermelhada com zonas esbranquiçadas. Nestes solos a vegetação se apresenta exuberante e exhibe os maiores exemplares da flora amazônica, tais como: castanheira (Bertholletia excelsa), mogno (Swietenia mahogany), maçaranduba (Lucuma procera), pau rosa (Aniba rosae odora), etc, também conhecidas pelos seus valores econômicos (Foto 13 p. 35).

Os solos da sub-área II são predominantemen-

te constituídos de sedimentos finos onde são encontrados palhetas de mica em abundância e poucos grãos de quartzo. Estes solos tem pH variando de 5,5 a 5,0. A vegetação se apresenta com menor porte embora ocorram, também, pequenas concentrações de mata densa e alta (Foto 14 p. 35). Nestes solos são mais comuns os seguintes tipos: seringueira (*Hevea brasiliense*), samambaia (*Ceiba pentrandia*), pau mulato (*Calycophyllum spruceanum*), etc, com ausência quase total das palmeiras que são bastante frequentes na sub-área I.

Além dos tipos de vegetação citadas ocorre um tipo de mata ao longo dos rios, nas partes mais baixas e permanentemente alagadas que constitui as "matas de igapó" onde são comuns árvores de pequeno porte e arbustos representados pelo taxizeiro, amamorana, arapari, etc.

4.5 -- Geologia Geral

4.5.1 - Investigações prévias

São poucas as referências bibliográficas que versam sobre a geologia da área.

A mais antiga referência data das viagens de reconhecimento de Albuquerque (1922), onde o mesmo emprega a denominação de Arenito Manaus (PLIOCÊNICO-PLEISTOCÊNICO ?) ao arenito consistente, branco, caulínico, manchado de óxido de ferro conspícuo na cidade de Manaus. Outra referência ao Arenito de Manaus é de Oliveira e Leonardos (1943).

Geólogos da PETROBRÁS em trabalhos de sondagens da região (1957 a 1967), mapearam esta área como pertencente aos terrenos Terciários da Formação Alter do Chão,

QUADRO VI - COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA ÁREA DO PROJETO

ERA	PERÍODO	ÉPOCA		ALBUQUERQUE	OLIVEIRA E LEONARDOS	PETROBRÁS	LOCZY - 1966	PROJETO ARGILA 1970 à 1972
		HOLOCENO	RECENTE SUB-RECENTE	1922	1943	1957/1957		
C E N O Z Ó I C A	QUATERNÁRIO	HOLOCENO					Depósitos fluviais e lacustrinos "Varzeas" "Terra Firme"	Areias, Siltes e Argilas aluvionares Terraços e Paleocanais
		PLEISTOCENO		FORMAÇÃO MANAUS - Arenito, Siltito e Argilito	FORMAÇÃO MANAUS - Arenito, Siltito, Argilito	FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO - Arenito, Siltito, Argilito	"SÉRIE BARREIRAS" Arenitos e Argilitos indivisos ao longo do eixo da bacia amazônica, em afloramentos. É correlacionada com a formação ALTER DO CHÃO em sondagens, 310, 590 metros. Arenito e Conglomerado basal com plantas	FORMAÇÃO ALTER DO CHÃO Sedimentos areno-argilosos, siltosos, inconsolidados; de cores variadas; níveis arenosos e seixosos; estruturas convolutas horizontais, estratificações cruzadas Arenitos, Siltitos e Argilitos, vermelhos, roxos e brancos; com cimento silicoso e/ou matriz argilo-ferruginosa caulinica



marginados ao longo dos rios Negro e Amazonas por uma faixa de aluviões Quaternários. Segundo estes técnicos, essa unidade compreende arenitos finos a grosseiros marros e amarelados com limonita constituindo depósitos de ambiente continental, doce e salobro, e, de pobre conteúdo fossilífero, o que impossibilita estabelecer a idade precisa da formação.

Loczy, descreve os arenitos e argilitos de ambiente de água doce aflorantes, como pertencentes à Formação Barreiras, enquanto que os arenitos e argilas constituindo depósitos de ambiente lacustrinos, ambas são de idade Quaternária.

4.5.2 - Observações geológicas

A área em apreço está representada por sedimentos de ambiente continental fluvial de idade Terciária capeados ao longo das margens dos rios, igarapés e ilhas por sedimentos Quaternários.

Os sedimentos inconsolidados representados pelas argilas arenosas que constituem os tabuleiros, devido as suas semelhanças mineralógicas com os arenitos subjacentes, foram enquadrados, também, dentro da Formação Alter do Chão, apesar de existir um diastema. O quadro VI, p. 39, mostra a coluna estatigráfica estabelecida com base nos estudos realizados, comparada às descrições apresentadas por autores precedentes.

Na sub-área I e em algumas partes da sub-área II no interflúvio Negro-Solimões são encontrados os sedimentos



FOTO 15

Banco de silte mostrando estratificação cruzada cuneiforme.

Ilha da Paciência - Solimões

FOTO 16

As "terras caídas" são fenômenos constante nas "terras baixas" - Rio Solimões





CPRM

- 43 -

FOTO 17

Areial encontrado em paleocanais deixados por antigos cursos de igarapés - Proximidades da ponte da Bolívia.

FOTO 18

Laterito formando lentes e couraças endurecidas (Box Work). Rio Urubu, 5 Km à montante da usina Pau Rosa.



CPRM

- 44 -





CPRM

- 45 -

FOTO 19

Intercalações de lentes e camadas argilosas siltosas esbranquiçadas, aflorando na base do barranco, sendo capeadas por sedimentos areno-argilosos de cor alaranjada.

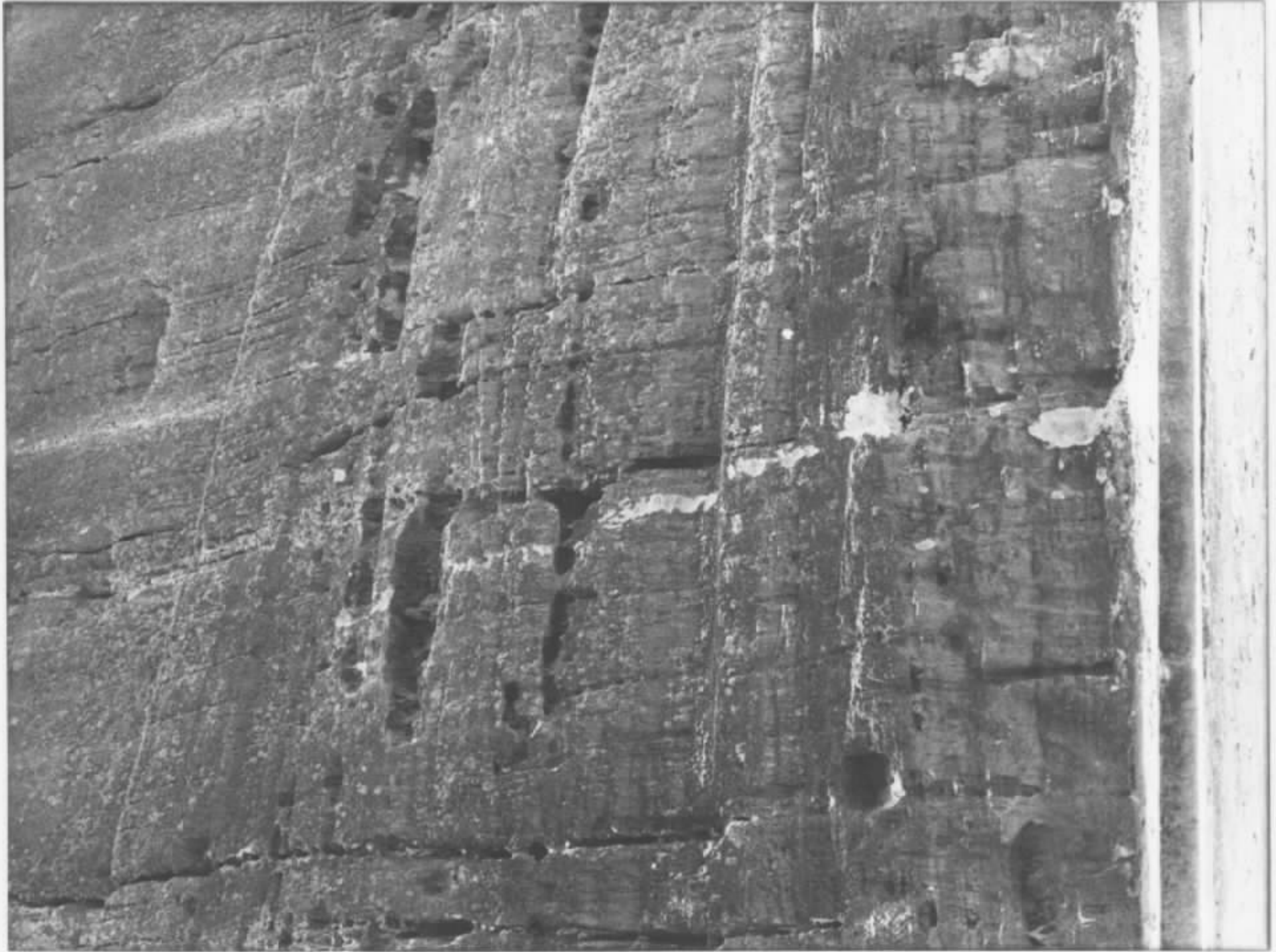
FOTO 20

Escarpa de erosão onde se vêem bolsões de areia branca capeados por sedimentos areno-argilosos amarelados. Jusante da Cachoeira da Lindóia - Rio Urubu.



CPRM

- 46 -





CPRM

- 47 -

FOTO 21

Pequeno falhamento na escarpa de erosão artificial ,
decorrente do acomodamento de camadas areno-argilo -
sas.

Manaus - Itacoatiara, nas proximidades do Km 18

FOTO 22

Intercalações de camadas argilo-arenosas de cores va
riegadas com camadas mais argilosas esbranquiçadas ,
onde se vê, também, bolotas de argilas (Clay Balls).
Estrada Claudio Mesquita nas proximidades do Km 15



CPRM

- 48 -



mais antigos, representados pelos arenitos, siltitos, argilitos e argilas arenosas.

Os materiais inconsolidados são predominantemente argilo-arenosos que sofreram transporte. Observou-se em muitas localidades que os mesmos são produtos de intemperismo de rochas sedimentares preexistentes e que permanecem in loco. Neste sedimento argilo-arenoso aparecem lentes e camadas de argilas brancas caulínicas, lentes e bolsões de areias ou, às vezes, bancos conglomeráticos com seixos quartzosos. São também encontradas feições estruturais representadas por estratificação cruzada do tipo lenticular; estratos anastomosados e, ainda, estratos com estrutura convoluta. Além destas estruturas, foram localizados inúmeros afloramentos cujas camadas apresentam-se inclinadas e dobradas, em consequência de falhas de acomodamento.

Nos sedimentos inconsolidados são também encontrados níveis ricos em concreções lateríticas granulares constituindo lentes que acompanham a topografia à profundidade de 1m, couraças endurecidas (box-work, foto 18), ou blocos soltos sobre a superfície do relevo. Nos tabuleiros, este nível de laterito ocorre em profundidades variáveis de 5 a 7 metros.

Em algumas localidades da área, como por exemplo na estrada Claudio Mesquita, foram observados sedimentos com uma estratificação mais visível e tonalidades mais vivas, tais como: amarelo, alaranjado, avermelhado, rôxo e esbranquiçado. Dentro destes sedimentos foram observados "Clay balls"- (Foto 22). O comportamento diferente deste sedimento, quanto a diversificação de tonalidades, estratificação e pre



CPRM

- 50 -

FOTO 23

Aspectos de estratificação cruzadas observadas no arenito.

Praia da Ponta Negra

FOTO 24

Cachoeira do Tarumanzinho formada por intercalações de arenitos e siltitos. (Estrada do Tarumã)



CPRM

- 51 -





sença de "Clay balls", sugere retrabalhamento e redeposição dentro do próprio sedimento inconsolidado.

As variações estruturais e físicas observadas nos sedimentos mais antigos não mostram qualquer ligação com uma diferenciação genética, pois, em toda a área estes apresentam o mesmo caráter, qual seja: granulação fina ou grosseira, constituída por grãos de quartzo de baixa esfericidade, associados algumas vezes a grãos de ilmenita, imersos numa matriz argilosa predominantemente caulínica, de cores variadas em geral creme ou alaranjada, dependendo da maior ou menor oxidação do ferro.

Os sedimentos recentes representados pelos siltes, siltes argilosos e argilas, tem sua maior predominância na sub-área II, onde se encontram constituindo as ilhas dos rios Solimões e Amazonas. As últimas deposições ocorridas nestas ilhas são formadas por intercalações de lentes siltosas, síltico-argilosas escuras e areias finas. A incoerência desses sedimentos, é um dos elementos principais que influenciam no fenômeno das "terras caídas" (Foto 16).

Tem-se observado que os núcleos mais antigos de tais ilhas são constituídos predominantemente de siltes argilosos com intercalações de argilas siltosas sendo frequente, também, lentes de argilas bastante plásticas. Outrosim, verificou-se que está havendo uma diminuição em área das mesmas devido a erosão fluvial conforme se observa nas ilhas de Terra Nova, Maneta, Onças, etc, ou um aumento em consequência de novas deposições tal como está acontecendo na margem norte da ilha da Careiro.

Os arenitos propriamente ditos, siltitos e argilitos, constituem o "Arenito Manaus", conforme é conhecido regionalmente. Estes, juntamente com os lateritos, são os únicos sedimentos consolidados que afloram na área do Projeto. A rocha arenítica constitui o sedimento consolidado mais abundante, o qual apresenta desde textura fina, média ou grosseira, chegando até conglomerática, constituído por grãos de quartzos sub-angulosos de baixa esfericidade, ligados por cimento silicoso ou ferruginoso, com tonalidades avermelhadas. Forma bancos horizontais onde muitas vezes observa-se estratificação cruzada (Foto 23).

Muito embora o arenito seja abundante falta-lhe porém continuidade lateral. As vezes apresenta-se ou truncado por sedimentos de paleo-canaís, ou o intemperismo o torna inconsolidado. Apesar deste arenito se apresentar bastante fraturado, não foram encontrados indícios de falhamentos. Sabe-se contudo, que muitos igarapés têm seus leitos e cursos comandados por falhamentos.

O arenito apresenta-se ora silicoso, ora argiloso. O fáceis silicoso forma ocorrências isoladas, enquanto o fáceis argiloso é mais abundante e constitui extensos lajeados que dão origem a cachoeiras e corredeiras. Este arenito, apresenta boa permeabilidade, resultando em consequência com a percolação das águas e diminuição do teor de ferro, passando de vermelho à branco com perda de coesão.



A seguir estão os resultados de estudos petrográficos realizados pelo LAMIN em uma amostra de arenito e outra de argilito.

1 - ARENITO

Características Mesoscópicas:

Rocha de coloração variando de rosa amarelada à avermelhada, constituída substancialmente por grânulos de quartzo detríticos sub-angulares ou arredondados com diâmetro variando em 0,1 a 2 mm, apresentando material argiloso.

Características Microscópicas:

Textura: não orientada; composição mineralógica: quartzo, opacos, zircão, epidoto, material argiloso e material carbonoso. Aparecem também algumas concreções silicosas. O cimento é ferruginoso e silicoso.

Descrição:

Rocha constituída essencialmente por grãos de quartzo sub-angulares, ou arredondados, envoltos por cimento ferruginoso ou silicoso. O quartzo em sua totalidade exhibe extinção ondulante. Os acessórios, bem como o material argiloso, são escassos.

2 - ARGILITO

Características Mesoscópicas:

Sedimento endurecido, não laminado, composto de matéria mineral finamente dividida, cor avermelhada, devido à presença de ferro.



Características Microscópicas:

Textura: não laminada; composição mineralógica: argilo-minerais, quartzo, opacos e matéria carbonosa.

Descrição:

Trata-se de uma rocha rica em minerais de argila. Ocorrem inúmeros pequenos grãos de quartzo arredondados distribuídos irregularmente envoltos por cimento argilo-ferruginoso. Os opacos e a matéria carbonosa ocorrem em diversos pontos da lâmina. O zircão e o rutilo são escassos.

4.5.3 - Tectônica

A retiliniedade dos afluentes, pela margem esquerda, dos rios Negro e Amazonas são as maiores evidências de falhamentos que ocorrem na área em questão. Além de se apresentarem de modo geral com direção NW-SE, os afluentes já citados, têm os seus tributários com direção perpendiculares às suas calhas. Estes fatos nos levam a considerar a existência de falhamento ortogonal predominante em toda a área ocupante das bacias hidrográficas dos rios: Urubu, Preto de Eva, Puraquequara, Tarumã Açu, Tarumã Mirim e Cueiras. Entretanto, poucas são as evidências de campo que atestam a existência destes falhamentos; apenas na estrada Claudio Mesquita, nas proximidades do Km 9 existem feições que se identificam com zonas perturbadas por falhamentos. O alinhamento NW-SE, onde se acha situado o paraná do Ariau é uma outra evidência de tectonismo na área.

As mais importantes falhas que afetaram a área estão localizadas na calha do rio Solimões e no do



CPRM

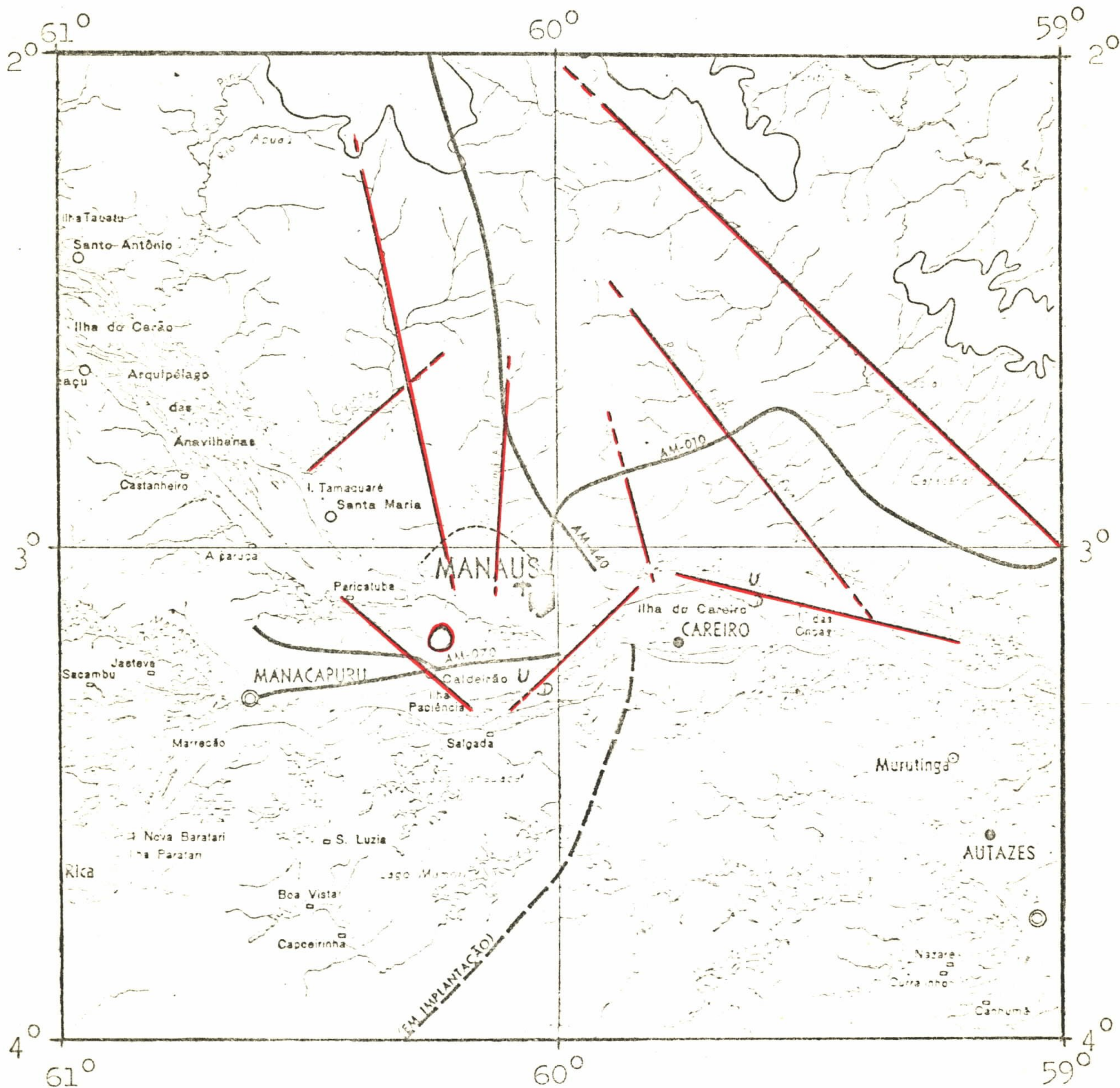
- 56 -

PROJETO ARGILA-MANAUS - 1103

MAPA TECTÔNICO

- CONVENÇÕES

- — Rodovia
- — Falha ou Diáclase
- — Estrutura dômica



ESCALA - 1:1.500.000
(base IBGE)

MAPA - III



CPRM

- 57 -

rio Amazonas se prolongando até a foz do rio Preto de Eva. Estas falhas são responsáveis pelo abaixamento de toda a parte sul da área em estudo, dando lugar a formação de inúmeros paranás, lagos, terrenos permanentemente inundados e a deposição de sedimentos quaternários. Este abaixamento é comprovado pela total ausência do Arenito Manaus e pelos sedimentos areno-argilosos que ao norte têm cotas superiores a 100 m e aí se localizam em cotas inferiores a 30 metros.

Além das evidências de falhamentos observadas o estudo de fotos aéreas mostrou a existência de uma drenagem radial centrífuga no interflúvio Negro-Solimões, a 25 Km a W de Manaus (Vide Mapa III), a qual sugere a existência de um domo.



V - GEOLOGIA ECONÔMICA

O interesse econômico da área está voltado para as rochas sedimentares, cascalhos, areias e argilas, as quais constituem a matéria prima empregada na construção civil, cerâmica e, futuramente, em indústrias especializadas.

5.1 - Sedimentos Inconsolidados

5.1.1 - Argilas

5.1.1.1 - Ocorrência e Distribuição

As argilas ou os materiais argilo-arenosos em questão são de origem sedimentar e apresentam ocorrências generalizadas na área do Projeto.

Na sub-área I estão situados os maiores depósitos argilo-arenosos, nos quais ocorrem lentes ou corpos de formas irregulares constituídos de argilas de cores esbranquiçadas ou alaranjadas. Nestes sedimentos predomina a argila do grupo caulinita representada algumas vezes pelo argilo-mineral haloizita, associado a traços de bauxita (gibsita), feldspato, quartzo e raramente, ilita. Estes poderão ser empregados na cerâmica vermelha, cerâmica branca de baixa temperatura, em refratários, e, conforme resultado da análise por microscopia eletrônica em papel e borracha.

Levando-se em consideração as 6 áreas de detalhes para prospecção de argilas, foi encontrado um volume aproximado de 1.700.000.000 m³ desse mineral. Contudo, conforme o traçado das ocorrências, presume-se um volume teórico igual a vinte vezes o valor supra mencionado.



CPRM

- 59 -

FOTO 25

Restinga constituída de argilas caulínicas com traços de illita, deposição durante as enchentes do Rio Solimoes. Margem esquerda do Rio Amazonas, à montante do Lago do Aleixo.

FOTO 26

Aspecto da restinga vista acima, mostrando o local de retirada da matéria prima consumida pela cerâmica ICA. Margem direita do Rio Amazonas.



CPRM

- 60 -





Na foz dos rios Cueiras e Puraquequara e em restinga localizada nas proximidades do lago do Aleixo (Foto 25) são encontrados depósitos de argilas amareladas ricas em caulinita e ilita. Estas argilas são plásticas e têm largo emprêgo no campo da cerâmica vermelha.

As argilas da sub-área II, principalmente da ilha do Careiro e margem direita do Paraná do Careiro, formam ocorrências isoladas com pequenas reservas, constituídas de caulinita associada a traços de montmorilonita, vermiculita e, raramente, clorita. Estas argilas são bastante ligantes e poderão ser utilizadas em agregados leves, pelotização de minérios, como agentes tixotrópicos e descorantes.

A ilha do Marapatá, situada a montante da foz do rio Negro e os depósitos da cerâmica Marajozinho são constituídos por argilas recentes de tonalidade creme, rica em caulinita com traços de ilita, quartzo e feldspato. Nas estradas Manaus-Caracaráí, Manaus-Itacoatiara e Cacau Pereira-Manacapuru ocorrem lentes e extensos depósitos de argilas brancas com capeamento inferior a 4m de espessura. Aquelas são empregadas na cerâmica vermelha enquanto estas poderão ser usadas como cerâmica branca de baixa temperatura, em papel e borracha.

Nos lagos, como por exemplo nas margens do lago do Rei e partes do Autaz Mirim, são encontradas ocorrências de argilas amareladas ou creme, bastante plásticas, em fase de deposição, as quais por constituírem ainda pequenos depósitos não apresentam interesse econômico.

As argilas aluminosas são encontradas na sub-área I em terrenos de cotas superiores a 80m e em profundida -



des que variam em torno de 6 metros. Amostras coletadas no Km 38 da estrada Manaus-Itacoatiara mostraram um teor de até 43% de Al_2O_3 . Esses teores diminuem com a profundidade e localização no platô, sendo, provavelmente, mais elevados em direção ao norte da área, onde se encontram em menor profundidade. Verificou-se também através do tamanho dos picos endotérmicos das amostras analisadas no DTA um valor superior a 30% de gibsitita. Estas ocorrências carecem portanto de um estudo mais detalhado para que se possa apreciar o seu real valor econômico.

Os argilos-minerais do grupo da montmorilonita ocorrem sobretudo na sub-área II, nas regiões baixas e alagadiças dos rios Solimões e Amazonas.

Na tabela abaixo é apresentado o percentual de distribuição dos minerais para 185 amostras analisadas por RX.

<u>MINERAL</u>	<u>% DAS AMOSTRAS</u>
MICA	32,4%
FELDSPATO	43,6%
GIBSITA	9,7%
MONTMORILONITA	22,7%
VERMICULITA	8,6%
ILITA	8,6%
CLORITA	3,8%
BOEMITA	1,0%
CAULINITA	100 %

No volume III, anexo, se encontram 6 mapas de



detalhe com os perfis dos respectivos furos realizados, bem como a relação de zonas argilosas localizadas na área.

5.1.1.2 - Exploração

A exploração dos depósitos de argilas é feita sobretudo na sub-área I e destina-se ao uso como matéria prima na indústria de cerâmica vermelha.

As principais jazidas em exploração estão situadas nas restingas e depósitos localizados às margens dos rios, devido estas oferecerem argilas mais plásticas e maior facilidade de transporte do produto fabricado. O material plástico explorado é misturado com argilas mais impuras, obtendo-se com isto um maior rendimento da reserva.

O principal problema com que se defrontam os jazimentos é decorrente de sua localização nas margens dos rios, o que ocasiona uma total submersão na época das cheias, obrigando uma estocagem de grande quantidade de matéria prima em terrenos não sujeitos a inundações. Em muitas explorações os trabalhos são levados a efeito em degraus escalonados que acompanham gradativamente a elevação ou o abaixamento do nível das águas:

A tabela 1 mostra as principais jazidas em exploração.

5.1.2 - Areias

5.1.2.1 - Ocorrências e Distribuição

As areias ocupam, depois dos arenitos, o se-

TABELA 1 - PRINCIPAIS CERÂMICAS E OLARIAS EM FUNCIONAMENTO

NOME	LOCALIZAÇÃO	FABRICAÇÃO	FONTE FORNECEDORA DE ARGILA	EXTRAÇÃO
CERÂMICA TARUMÃ	ME do Rio Negro na foz do Ig. Tarumã Açu	Toda mecanizada	Barreiro no local	Mecanizada
CERÂMICA ICA	ME do Rio Amazonas prox. a torre da Embratel	Toda mecanizada	Barreiro no local	Mecanizada
CERÂMICA NUNES	ME do Rio Negro a 30 Km montante de Manaus	Semi-mecanizada	Barreiro no local	Manual
CERÂMICA MARAJÓ	MD do Rio Negro no local denominado Marajó Mirim	Mecanizada	Barreiro no local	Mecanizada
OLARIA VITÓRIA	Manaus, bairro de Educandos	Semi-mecanizada	Barreiro no local	Manual
OLARIA GRILLO (2)	1- R. Leonardo Malcher, 114 2- MD Rio Negro, prox a Marajó Mirim	Semi-mecanizada	Barreiro na ilha Marapatá	Manual
CERÂMICA RIO NEGRO	MD do Rio Negro prox a Marajó Mirim	Semi-mecanizada	Barreiros de Albano Melo prox. a Marajó Mirim	Manual
CERÂMICA BAIANA	Bêco do Macêdo	Semi-mecanizada	Barreiros da Grillo & Cia	Manual
OLARIA CERMA	Rua Barcelos - B. Presidente Vargas	Semi-mecanizada	Barreiros da Grillo & Cia	Manual





CPRM

- 65 -

FOTO 27

"Sanambaias" - "plantas guias" para localização de
areais nas localidades anteriormente desmatadas.

FOTO 28

Exploração de um areal onde se vê a vegetação consti
tuída por árvores de pequeno e médio porte.



CPRM

- 66 -





gundo lugar na escala de ocorrência dos materiais de construção. Os maiores depósitos são encontrados na sub-área I, enquanto que na sub-área II, eles são escassos. As ocorrências estão localizadas em antigos canais fluviais, nas margens de rios e igarapés, ou, ainda, no sopé de elevações e em baixadas. Todavia, apenas os localizados nos paleo-canais apresentam maior interesse econômico, devido às suas dimensões e níveis freáticos baixos.

Os paleo-canais são abundantes na área e sua localização é fácil desde que se faça um estudo fotogeológico da região. Em fotografias aéreas estes depósitos são facilmente caracterizados pela vegetação menos densa e espaçada. Tem-se observado que nas localidades já desmatadas, as novas coberturas formadas pelas "SAMAMBAIAS" constituem uma informação segura sobre a existência de areia (foto 27).

Através do sub-paralelismo existente entre vários paleo-canais e os atuais igarapés que lhe deram origem, acredita-se que esteja havendo, de certo, um deslocamento destes para E ou NE. Caso esta suposição venha a ser provada através de outros estudos, poder-se-á localizar com mais facilidade outros depósitos de areias na região.

Um mapa de localização, juntamente com 12 croquis de jazidas de areias, ilustrados no volume III, anexo, mostram os resultados da cubagem de alguns dos principais areais, onde se vê um pequeno número destes já em exploração. Os perfis de sondagens dos mesmos se encontram descritos no anexo referente a descrição das estações.



5.1.2.2 - Exploração

A exploração dos areais na região está mais intrinsecamente subordinada às condições de acesso do que mesmo as dimensões dos depósitos ou a granulometria da areia. Esta, devido ao seu emprego preponderante na construção civil, é requisitada em qualquer granulometria. A impureza é facilmente eliminada através de um peneiramento rápido.

É grande o número de jazidas, vizinhas a Manaus, ao longo de estradas pavimentadas ou em suas proximidades. Estas jazidas garantem o suprimento da cidade por vários anos haja visto o consumo atual relativamente pequeno.

Nas cubagens realizadas nos areais determinou-se espessuras superiores a 5 m (areal 12), com médias variáveis entre 1 e 3,5 m. Porém em muitas sondagens não se chegou ao fundo dos mesmos tendo em vista a presença do nível freático local. Os 12 areais cubados apresentaram um volume estimado de 2.110.000 m³.

A exploração é feita a céu aberto desde a superfície, pois não há cobertura de solos e o único empecilho é a vegetação. Com auxílio de pás e tratores o material é retirado e transportado em caminhões e caçambas, com 5m³ de areia, até o centro de consumo ou comércio.

No volume III, anexo, são encontradas tabelas com a localização dos principais areais.

5.1.3 - Cascalhos

5.1.3.1 - Ocorrência e Distribuição



CPRM

- 69 -

O cascalho, susceptível de ser aplicado em concretagem, é de ocorrência limitada na área estudada, merecendo referência somente algumas pequenas ocorrências da sub-área.

É generalizada a presença de finas camadas de seixos pequenos nas bases dos areais da região. Existe também, pequenos depósitos residuais formados às expensas do intemperismo de arenitos ou sedimentos areno-argilosos, os quais, entretanto não têm significado econômico. A cascalheira do Igarapé Santa Cruz (Rio Preto da Eva) é um exemplo deste último caso.

Os depósitos situados a 800 m e 3 Km a jusante da Cachoeira da Lindóia, no Rio Urubu, são os únicos das cascalheiras encontradas que merecem maiores atenções. Estes se encontram fora da área do Projeto e formam barrancos com 3 m de altura, Os seixos chegam a medir 2 cm de diâmetro (Foto 29, p.70).

5.1.3.2 - Exploração

A atual exploração do cascalho na área é empírica e dispendiosa em vista da sua localização na base dos corpos de areias e ao emprego de processos rudimentares, como o sistema manual.

Os cascalhos que poderão ser explorados por



CPRM

- 70 -

processo semi-mecanizado são as ocorrências do rio Urubu os quais oferecem condições para serem transportados por via fluvial até a usina de essência de Pau Rosa e daí até Manaus por via rodoviária.



Foto - 29 . Cascalheira; Rio Urubu 800 m à jusante da Cachoeira da Lindoia.

5 2 - Sedimentos Consolidados

5.2.1 - Rochas Sedimentares

5.2.1.1 - Ocorrência e Distribuição

Os sedimentos consolidados, ocorrem por quase toda a área onde existem os sedimentos argilosos mais antigos. Contudo, é ao longo das margens dos rios que os mesmos afloram mais persistentemente. Seu aparecimento ao longo dos igarapés



é raro, e mais raro ainda no interior da "terra firme" ou ao longo das estradas.

Os arenitos, conforme foi visto anteriormente, se apresentam cimentados por material silicoso ou ferruginoso. No primeiro caso, ele é vulgarmente conhecido por "arenito botija" ou "pedra rio Negro", sendo o ferruginoso denominado de "pedra Tarumã" - nomes derivados dos locais de exploração.

O arenito "Pedra Tarumã argiloso caulínico" é friável e mais abundante, sendo encontrado ao longo das margens dos rios Negro, Amazonas e Cueiras e em muitos igarapés, constituindo escarpas de erosão de até 4 m de altura. No rio Solimões foi encontrado uma ocorrência nas cabeceiras do igarapé Caldeirão. Este arenito, apresenta-se bastante intemperizado em todos os seus afloramentos naturais. Contudo, nas localidades onde o mesmo encontra-se menos fraturado, em cotas mais elevadas em relação ao nível freático local e protegido por capeamento argiloso, conserva as características físicas responsáveis pela sua dureza média.

O arenito silicoso - "arenito botija" - é de distribuição mais restrita, constituindo ocorrência isoladas cujos afloramentos só foram localizados na sub-área I, onde mostraram espessuras variáveis de 1 a 2 cm.



Além dos arenitos propriamente ditos, ocorrem, siltitos e argilitos, constituindo núcleos isolados de distribuição relativamente menor. Em algumas localidades estas rochas se apresentam intercaladas. Na cachoeira do Tarumão Mirim as mesmas formam escarpas de erosão de até 15 m de altura.

Esses lutitos constituem bancos compactos com 4 m de altura, em relação ao nível médio das águas dos rios. Por intemperismo e carreamento do ferro, os lutitos tornam-se friáveis dando origem a sedimentos argilosos.

Com testes de resistência realizados com essas rochas, após 28 dias de cura do concreto, se obteve os seguintes resultados:

Arenito tipo Tarumã	-	100 Kg/cm ²
Arenito tipo Rio Negro (mediante controle <u>ri</u> goroso da brita)	-	130 a 150 Kg/cm ²

Assim, o arenito Tarumã pode ser aproveitado em estruturas leves de pequeno porte, em fundações, em blocos de concreto ciclópico de até 20 toneladas, em edifícios com 3 pavimentos , etc. O arenito Rio Negro pode ser aplicado, como agregado, nas estruturas de concreto armado em edifícios de até 10 andares, em pavimentação de aeroportos, estradas, etc.

Os lateritos ferruginosos constituem outro sedimentó endurecido encontrado comumente na sub-área I. Ocorrem



CPRM

- 73 -

FOTO 30

Exploração do Arenito Botija, onde se vê o mesmo capeado por banco de areia. Pedreira da Ponta Negra.

FOTO 31

Pedreira de siltito em exploração, às margens do Rio Cueiras, montante do largo Jaradã.





CPRM

- 75 -

em blocos fortemente endurecidos na margem esquerda do Rio Negro e nos seus afluentes. Em trechos dos rios Urubu e Preto da Eva foram observados extensos afloramentos destes sedimentos, os quais se apresentam em forma de placas nos barrancos (Foto 18). No interior da sub-área, estes são encontrados nos vales ou formando concreções logo abaixo da superfície dos sedimentos argilo-arenosos alaranjados. Tais sedimentos podem ser usados em aterros, como por exemplo o aterro da estrada Cacau Pereira-Manacapuru (AM-70), ou como britas.

Para uma melhor visualização das ocorrências de rochas e outros sedimentos, foram delimitadas zonas de tais materiais, conforme o Mapa de Ocorrências, em anexo.

5.2.1.2 - Exploração

A lavra das pedreiras é feita por processos rudimentares. As principais pedreiras estão situadas nas vizinhanças de Manaus. Nas margens dos rios e igarapés, estão localizadas a maioria das jazidas em exploração. Com a subida de nível dos rios durante as cheias elas ficam submersas, e a exploração só é feita naquelas que se localizam no curso médio dos mesmos. A pedreira de argilito no médio rio Cueiras é um exemplo do último caso citado (Foto 31). Para solucionar parte do problema muitas das pedreiras recorrem ao sistema de estocagem.

Além do alagamento temporário das pedreiras, e existe um outro fator, que muito tem prejudicado a exploração destas, o seu capeamento que em muitas localidades constitui lençóis argilo-arenosos com espessura superior a 4 m, onde, se localizam árvores de grande porte. Nestes ca-



os o desmonte é feito por tratores e, quando o capeamento é fino, o mesmo trabalho é por processo manual.

O material explorado é transportado aos centros consumidores em forma de blocos ou britas, sendo mais comum o primeiro caso. Utiliza-se como via principal o transporte fluvial através de "batelões".

Tomando por padrão as pedreiras em exploração, podemos dizer por analogia que as ocorrências encontradas constituem pedreiras em potencial. No volume III anexo, são encontradas tabelas que mostram a localização das principais pedreiras encontradas.

5.2.2 - Rochas Cristalinas

5.2.2.1 - Ocorrência e Distribuição

Em nossas observações de campo não foram encontrados sedimentos pré-terciários e rochas cristalinas, dentro da área. Dados geofísicos da PETROBRÁS (1964) mostram que o embasamento cristalino, nas proximidades de Manaus, ocorre em profundidades superiores a 500m.

Todavia, fora dos limites da área, na estrada Manaus-Caracará (BR-174) ao norte da área, a partir do Km 130 ocorrem feições morfológicas e estruturais que diferem das apresentadas em sedimentos terciários. A primeira rocha cristalina foi coletada no Km 167 e trata-se de um granodiorito a hornblenda.

No rio Negro, 202 Km a montante de Manaus, em



CPRM

- 77 -

Airão são encontradas rochas diabásicas, e, somente em Moura 68 Km mais a montante ocorrem granitos e gnaisses.

5.2.2.2 - Exploração

As pedreiras de Moura constituem afloramentos em lajeados cujo topo atinge a 4 m acima do nível do rio.

São explorados por processos rudimentares, utilizando-se em geral pólvora preta na quebra das lajes.

Atualmente, parte das pedreiras de Moura situam-se nos terrenos da COMARA (Comissão dos Aeroportos do Amazonas), departamento pertencente ao Ministério da Aeronáutica.

O transporte dos blocos para Manaus é feito em batelões de até 80 m³ sendo a demora do carregamento em Moura de 5 a 10 dias, enquanto o percurso até Manaus é realizado no mínimo em 42 horas.

5.3 - Produção e Comercialização

5.3.1 - Argilas

Na região não há indústrias de beneficiamento de argilas para usos especiais. Todos os depósitos que se encontram em exploração destinam-se a indústria de cerâmica vermelha.

As primitivas instalações das olarias e cerâmicas excetuando-se as cerâmicas ICA, TARUMÃ e MARAJÓ, fazem extração da matéria prima manualmente e seus produtos são fabricados por processos semi-mecanizados. Em consequência desta indus



CPRM

- 78 -

trialização rudimentar ocorre com frequência no mercado consumidor uma demanda superior à produção. Tais fatores têm estimulado e dado expansão a indústria de cerâmica da região, a qual tem sofrido grande impacto das ofertas mais baixas dos produtos importados com as isenções proporcionadas pela Zona Franca de Manaus.

O fabrico de blocos de 6 a 8 furos ocupa o primeiro lugar na produção de cerâmica vermelha. Segundo dados fornecidos pelo IBGE, a produção de tijolos furados atingiu em 1970 um total de 18.842 milheiros com equivalência de Cr\$ 27.789,00. Em segundo lugar aparecem as telhas vermelhas com um total de 75 milheiros, equivalentes a Cr\$ 27.789,00. Mereceu ainda relato a comercialização de tijolos compactos, manilhas vermelhas, combogós, etc.

Na tabela 2 encontra-se os preços dos principais produtos cerâmicos, conforme os dados verbais obtidos diretamente nas cerâmicas locais. Vale salientar que não existe um órgão controlador dos preços, resultando em consequência uma constante variação dos mesmos, principalmente durante o período da enchente dos rios locais.

5.3.2 - Areias

A areia é a matéria prima mais abundante no mercado amazonense, e destina-se às construções civis onde é aplicada em concretos, argamassas e revestimentos.

O alto teor em CaO e MgO (maior que 0,01%) limitam a sua aplicação na indústria de vidros, tornando-a res-



CPRM

-79 -

TABELA 2 - PRÊÇOS DE MATERIAIS CERÂMICOS

PRODUTO FABRICADO	PRÊÇO NA CERÂMICA C\$../milheiros	PRÊÇO NA OBRA C\$../milheiros
Tijolo de 2 furos	360,00	370,00
Tijolo de 4 furos	360,00	370,00
Tijolo de 8 furos	390,00	400,00
Tijolo maciço	400,00	430,00
Combogol	370,00	400,00
Telha de canal	500,00	-
Telha de marseille	500,00	-

PRODUTO FABRICADO	PRÊÇO NA CERÂMICA C\$../milheiros	PRÊÇO NA OBRA C\$../milheiros
Blokret - 10 cm	1,40	29,20
Blokret - 8 cm	1,40	26,80
Blokret - 6,5 cm	1,40	23,40
Blokret - 5 cm	1,40	20,90

COLÉGA DA	MANILHA C\$ /Unid.	SIFÃO C\$../Unidade	CURVA C\$ /Unidade
2'	2,00	3,00	3,00
3'	3,00	5,00	3,00
4'	4,00	5,00	4,00
5'	5,00	8,00	5,00
6'	6,00	10,00	6,00
8'	8,00	12,00	8,00



trita na região esta atividade produtora, bem como um mercado consumidor capaz de absorver qualquer produção industrial.

Os preços da areia varia de Cr\$ 1,50 a 2,00/m³ nos areais e são revendidos no comércio a Cr\$ 10,00/m³.

5.3.3 - Cascalhos

Devido a escassez de cascalhos na região não há uma cotação definida sobre a produção e venda deste material. Em 1971 a firma J. Cordeiro comprava seixos nos areais a Cr\$ 10,00/m³ e revendia ao consumidor a Cr\$ 75,00/m³, enquanto a firma F. Lima e T. Pinto comprava a Cr\$ 40,00/m³ e revendia a Cr\$ 70,00/m³.

5.3.4 - Rochas

A comercialização da rochas é feita em grande escala, principalmente a do tipo Tarumã. Devido as ocorrências limitadas dos arenitos silificados (pedra rio Negro), inexistência de rochas cristalinas na área e falta de melhores técnicas de exploração, verifica-se uma carência destas nos centros consumidores.

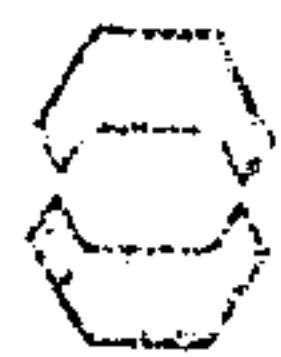
A tabela 3 mostra o preço de vendas de blocos e britas do arenito. A pedra de Moura (granito) é vendida sem controle fiscal e por preços elevadíssimos. Esta é comprada em blocos a Cr\$ 1,00/m³ e revendida por Cr\$ 60,00/m³ (blocos) e Cr\$ 130,00/m³ (brita).

TABELA 3 - PRÊÇOS DO ARENITO

FORNECEDORES	TIPO DO MATERIAL	1971 - C\$ 1,00/m ³			1972 - C\$ 1,00/m ³		
		PRÊÇO NAS MINAS EM BLOCO	PÔSTO NA OBRA		PRÊÇO NAS MINAS EM BLOCO	PÔSTO NA OBRA	
			EM BLOCO	BRITADO		EM BLOCO	BRITADO
JAIME CORDEIRO	MOLE *	10	20	35	24	-	50 à 55
	DURO **	10	30	50	45	-	-
TRANSPORTADORA OLIVA LTDA	MOLE	10	20	35	14	28	52
	DURO	10	30	50	25	38	58
FRANCISCO HGLANDA	MOLE	-	-	-	-	26	50
	DURO	-	-	-	-	-	-
F..LIMA E T. PINTO	MOLE	10	20	35	-	-	-
	DURO	10	30	50	-	-	-

OBSERVAÇÃO: "Dados obtidos verbalmente dos fornecedores -

* - PEDRA TARUMÃ
 ** - ARENITO BOTIJA





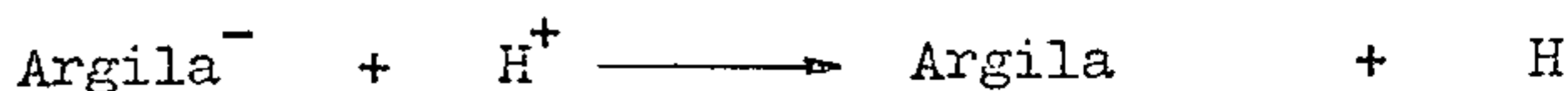
VI - ESTUDOS COMPLEMENTARES

6.1 - Depósitos argilosos e sua distribuição na área

A distribuição dos depósitos de argilo mine - rais que se encontram na área está ligada intrinsecamente à ve locidade dos rios drenantes e ao pH da água dos mesmos.

Medidas de pH tomadas a partir das amostras co letadas, mostraram existir uma marcante diferença entre aque - las procedentes das bacias do rio Solimões e do rio Negro. Nas primeiras, o pH varia entre 5 e 7, enquanto nas últimas, devi - do a elevada quantidade de matéria orgânica e, consequentemen - te, ácido húmico, ele varia de 3 a 5.

Por outro lado, a deposição das partículas de argilas em suspensão na água está na dependência do pH, uma vez que sendo este mais baixo, ocasionará uma floculação mais rápi - da e consequente deposição, cuja reação se processa conforme a equação abaixo:



Este fenômeno de neutralização dos ions explica a inexistência de argila em suspensão coloidal nos rios de água negra. Os de - pósitos de argilas que se encontram às margens do rio Negro, como por exemplo a ilha do Marapatá e as argilas da cerâmica Marajozinho, foram de certo, formados durante os períodos de cheias. Aqui predominam argilas de ambiente ácido tais como as caulinitas e ilitas.

A matéria orgânica, também, tem grande influ - ência na formação e conservação dos alófanos, conforme se vê

nas duas equações abaixo:

Rocha + Intemperismo \longrightarrow Argila
cristalizada

Rocha + Int. + Mat. Orgânica \longrightarrow Argila
cristalizada + Alófone

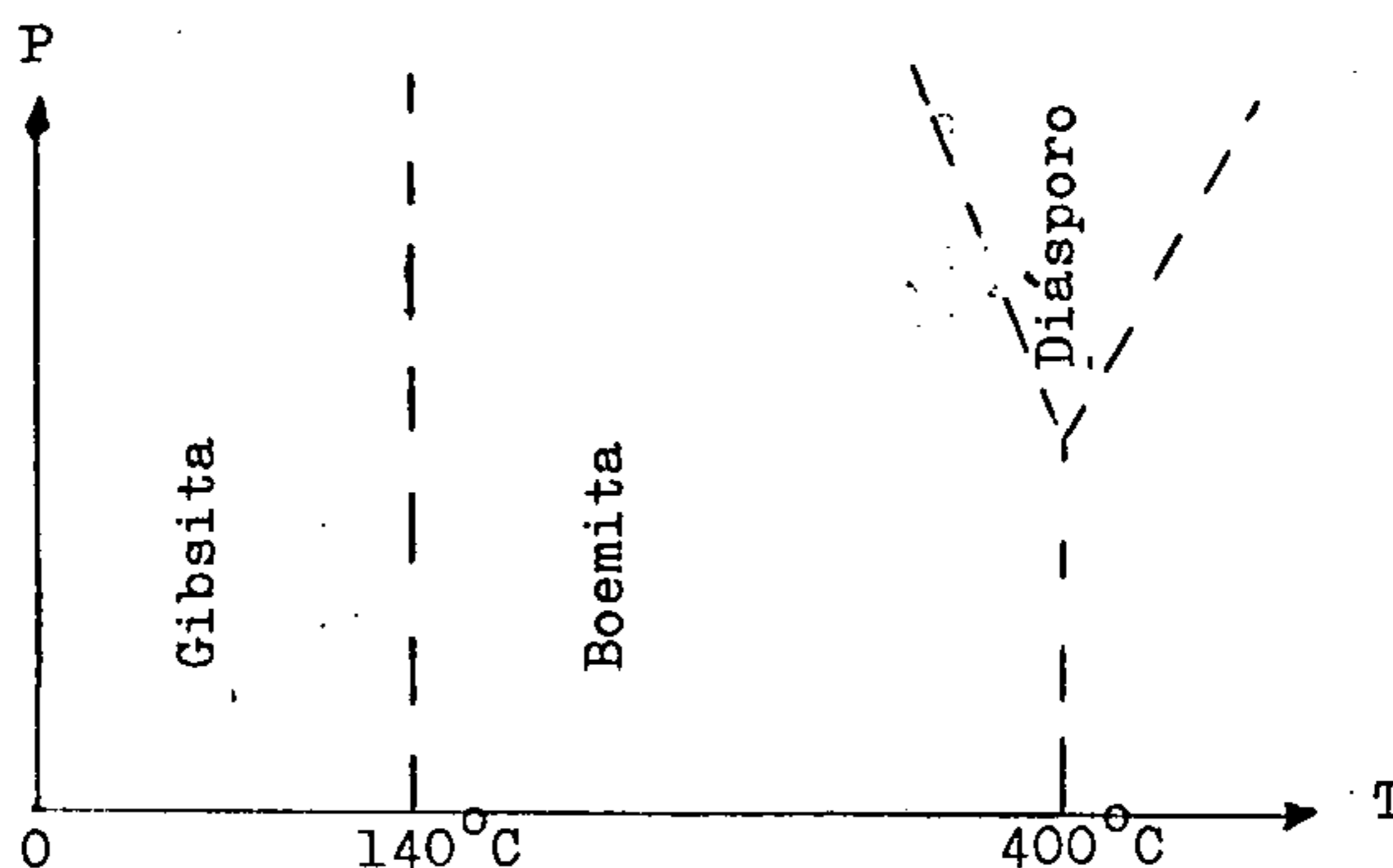
O represamento : relativamente pequeno e de curta duração das águas do rio Solimões e de seus afluentes, devido aos seus elevados gradientes, é o responsável pelo empobrecimento destas águas em matéria orgânica e ácido húmico. A ausência destes elementos na água diminui a velocidade de sedimentação das partículas argilosas, permitindo que as mesmas sejam transportadas a grande distância. O grande volume hídrico deste rio (canal receptor) durante as enchentes faz com que as águas dos seus subsidiários sejam barradas nas suas desembocaduras, criando assim um ambiente propício a deposição das partículas que se encontram suspensas. No período das secas o rio Solimões, com seu leito divagante, volta a erodir os sedimentos depositados pelos seus subsidiários. Este procedimento do rio explica o grande volume de material trazido em suspensão durante todo o ano.

Os colóides transportados pelo Rio Solimões são levados até onde haja uma diminuição na velocidade de

transporte ou onde a variação do pH comece a atuar no fenômeno da floculação. Devido a estes fatores são encontrados depósitos de argilas com mais frequência nas proximidades e a partir do encontro de suas águas com as do rio Negro. Este ambiente levemente ácido ou quase neutro favorece a preservação de argilas provenientes de solos básicos ou neutros, tais como as argilas caulínicas com traços de argilo minerais do grupo da montmorilonita, vermiculita e clorita, aí encontradas.

Os extensos depósitos de caulins encontrados nos tabuleiros são de origem sedimentar e se formaram concomitantemente a deposição dos sedimentos argilo arenosos alaranjados encaixantes. Apenas a sua coloração esbranquiçada foi adquirida, de certo, após a deposição com posterior carreamento do ferro presente. Devido ao seu caráter sedimentar dever-se-á encontrar enormes corpos deste sedimento argiloso nos sedimentos da "Terra Firme".

Uma lixiviação intensa nos tabuleiros planos constituídos de sedimentos caulínicos, em cotas superiores a 80 m originou, por um processo de laterização, as bauxitas as quais são representadas na grande maioria pela gibsita e em alguns casos pela boemita. Este fato é demonstrado pelo gráfico exposto abaixo, onde se vê a estabilidade dos óxidos de



alumínio quando submetidos a pressão e temperatura.

A quantidade da bauxita é tanto maior quanto mais elevada e íngreme forem as encostas dos tabuleiros. Esta pode ocorrer dentro de lineamentos de fraturas que cruzam tais tabuleiros. O nível de laterita ferrífera constitui um horizonte chave para localização deste mineral.

6.2 - Formação dos lateritos

Os lateritos da área em questão se formaram a partir da meteorização dos sedimentos argilo-arenosos que constituem os tabuleiros. Quimicamente, caracterizam-se por teores elevados em sesquióxidos de Fe e/ou Al em relação aos outros constituintes. Segundo Mignien (1966) estes dois constituintes podem estar presentes em proporções muito variáveis nos lateritos, desde 80% de Fe_2O_3 e raro Al_2O_3 , até 60% de Al_2O_3 e raro Fe_2O_3 .

O tipo ferruginoso é o mais abundante e caracteriza-se pela tonalidade avermelhada. É encontrado também nos relevos de cotas baixas constituindo um nível endurecido e contínuo com espessura variável de 20 a 30 cm à profundidade de 1 m. Onde este aflora, devido a denudação do solo, aparecem blocos sobre a superfície. A cor mais clara destes, relativamente aos encontrados nos tabuleiros sugere-lhes uma idade de formação mais recente.

A formação da couraça está ligada ao ferro liberado dos argilo-minerais os quais são capturados do lençol drenante existente no sedimento. O espesso capeamento florestal influencia na evaporação tornando-a fraca, resultando em



consequência um pequeno movimento por ascensão ou descensão dos elementos solúveis na laterização.

A água infiltrada, por ser rica em oxigênio, ataca o ferro existente nos sedimentos transformando-o em hidróxido. A constante migração do mesmo satura os interstícios do sedimento, criando, de certo, por este processo o nível impermeável laterítico.

O colapso do nível freático compelido pelo aprofundamento dos talwegues ou vales incita a formação de outros níveis lateríticos e um maior espessamento destes em direção as bordas dos talwegues. Fenômeno análogo acontece com o Al, sendo o mesmo depositado sob forma de gibsita.

Os lateritos aluminosos se identificam pelos fragmentos granulares de cores amareladas ou esbranquiçadas. É o tipo mais raro, encontrado com frequência nos tabuleiros de cotas superiores a 80 m. Constitue um horizonte com espessura variável aumentando em direção as bordas dos talwegues, das fraturas, ou lineamentos encontrados na área. São estes lateritos os elementos chaves para localização das argilas.

Nos locais onde ocorre a erosão do capeamento e a influência da matéria orgânica, o Al da gibsita e o Fe dos hidróxidos são mobilizados sob as formas, respectivamente, de Al^{+3} e Fe^{+2} .



VII - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Saliente-se de início que a antecipação da fase final de campo e a solicitada paralização do Projeto prejudicaram em grande parte o estudo da área.

Muitas das hipóteses levantadas durante a execução dos trabalhos foram confirmadas pelos estudos de laboratório. Contudo, outras hipóteses aventadas, tais como: a origem dos paleocanais relacionada com o deslocamento destes para E ou SE, bem como o aumento de Al_2O_3 em direção ao norte da área, não foram comprovadas nem tão pouco contestadas.

Do que foi exposto nos capítulos precedentes pode-se extrair as seguintes conclusões:

7.1 - Geologia Geral

7.1.1 - Afloram na área exclusivamente sedimentos cenozóicos representados por arenitos e sedimentos argilo-arenosos (plio-Pleistocênicos) referentes à Formação Alter do Chão, e, clásticos finos (Holocênicos) de caráter flúvio-lacustrino.

7.1.2 - Existe um contato discordante entre os arenitos e todos os sedimentos inconsolidados da área.

7.1.3 - As "Terras Baixas" e suas ilhas formadas por siltes, siltes argilosos, argilas e, raramente, areias, procedem das "Terras Firmes".

7.1.4 - A diminuição do pH e da velocidade da água



do Rio Solimões após o encontro com o Rio Negro, favorece a flocculação e precipitação das argilas trazidas em suspensão.

7.1.5 - As ilhas constituídas de clásticos finos encontradas no Rio Negro, foram formadas durante as enchentes.

7.1.6 - Os Platôs, na área, constituem verdadeiros terraços escalonados com cotas variáveis entre 60 a 140 m.

7.1.7 - A retilinidade dos rios e igarapés sugerem uma rede de drenagem orientada pela tectônica.

7.1.8 - As "SAMAMBAIAS" e a vegetação esparsa com árvores de pequeno porte constituem elementos-chaves para localização de areais nas "Terras Firmes".

7.1.9 - O encontro sinuoso das margens do Rio Negro, onde este banha as "Terras Firmes", é comandado pelos afloramentos de arenito. Nas "Terras Baixas", banhadas pelo Rio Solimões, em tais mudanças de curso nota-se presença de argilas.

7.2 - Geologia Econômica

7.2.1 - As areias são abundantes na área e não constituem problemas para a indústria de construção civil. Alguns de seus depósitos apresentam possibilidades de emprego na industrialização do vidro colorido.

7.2.2 - O cascalho empregado como brita é escasso na área e sua aplicação é feita a partir da recuperação das areias.

7.2.3 - Os arenitos são abundantes porém o tipo "Pedra Rio Negro" (arenito silicificado) é mais escasso ocorrendo em núcleos isolados.

7.2.4 - As rochas cristalinas estão ausentes na área.

7.2.5 - Nas "Terras Firmes" predominam as argilas caulínicas associadas a traços de gibsita e, raramente, ilita. Estas são aplicadas na cerâmica vermelha, cerâmica de baixa temperatura e refratários. Somente através de um estudo por microscopia eletrônica, poderá ser definida a sua aplicabilidade no beneficiamento da borracha e do papel.

7.2.6 - Nos tabuleiros foram encontrados níveis com teores em Al_2O_3 superiores a 40%, em profundidades de 5 a 7m. Observou-se que os citados teores crescem com as cotas dos platôs e que a evidência destes aumentam à medida que o deslocamento se processa em direção ao norte da área estudada.

É óbvio, que o potencial em reservas de argilas e areiás já localizadas oferece possibilidades amplas para implantação de indústrias de base para aproveitamento desta matéria prima, em : indústria de vidro colorido, agregados leves, refratários, cerâmica branca de baixa temperatura e cerâmica vermelha, além de outras possibilidades industriais.



CPRM

- 90 -

VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALECRIM, J.D. e PUTY, C. O. - Relatório preliminar da viagem realizada às pedreiras de Moura - DNPM - Relatório inédito. (1969)
- BANDUNG SYMPOSIUM of 1969 - Soil and Tropical Weathering. UNESCO (1971)
- BRADLEY, W. F. and GRIM, R. E. - High Temperatures Thermal Effects of Clays and Related Minerals - American Miner. (1951)
- BRAGA, P. Geologia e Minerais da Amazônia Ocidental em da Integração - O Jornal - Manaus AM. (07-03-68)
- BRINDLEY, G.W. - Problemas sobre mineralogia das Argilas - Cerâmica nº 50 (1969)
- BUCKMAN e BRANDY - Natureza e Propriedade do Solo. (1968)
- CAILLERE ET HENIN - Mineralogie des Argiles. Masson ed. France s.d.
- CASTRO, Lúcio de Amazônia - C N G Rio de Janeiro - 1963
- CHARLOT, G. - Les Méthodes de la Chimie Analytique. Masson et Cie. Paris s.d.
- CHEMICAL RUBBER PUBLISHING Co. USA - Handbook of Chemistry and



Phisies 51ª edition (1970-1971)

- GIFFONI, L. E. Projeto Grande Manaus - relatório progressivo I e III Convênio DNPM - SUFRAMA, sondagens na área do Distrito Industrial. DNPM. Relatório Inédito. (1969)
- GRIM, E. R. - Clay Mineralogy - McGraw Hill Book Company N.Y. (1968)
- Propriedades das Argilas (notas de aula) (1963)
- GUIMARÃES, D. Geologia do Brasil - Memória nº 1 - DNPM Rio de Janeiro (1964)
- JESUS, A. M. e ARANTES, J. S. G. - Relatório dos trabalhos de campo realizados ao longo da estrada Manaus-Itacoatiara DNPM relatório inédito (1968)
- KLINEFELTER and HAMLIN - Syllabus of Clays Testing - Bureau of Mines, Bulletin 565 (1957)
- HOLTHOFF and SANDELL - Texbook of Qualitative Inorganic Analysis. s.d.
- MAIGNIEN, R. - Compt Rendu du Recherche Sur les Laterites UNESCO (1966)
- MACKENSIE. R. C. - The Diferencial Thermal Investigation of Clays Miner, Soc., Clay Min. group, London (1957)
- MILLOT, B. - Geologie des Argiles (1964)



CPRM

- 92 -

- PASK, J. A. - Clays and clay technology Division of Mines
Bulletin 169 (1955)
- PINTO, J. A. - Projeto Grande Manaus, relatório progressivo II,
cadastramento das minas e jazidas de materiais para
construção. DNPM Relatório inédito.
- PUTY. C. O. - Convênio SUDAM - DNPM, relatório individual de
participação no Projeto Grande Manaus. Relatório inédito
(1969)
- ROBINO, et Alii - La Classification des Kaolins aux Kaolins
D' ARVOR (1971)
- SANTOS, P. S. - Tecnologia de Argilas IPT São Paulo (1969)
- SCOTT'S STANDARD METHODS OF CHEMICAL ANALYSIS - Furman ed. 2º
vol. USA s.d.
- STERNBERG, H. O. - A Água e o Homem na Várzea do Careiro. INPA
(1956)
- SWAN, A. G. - Geology of the Lower Rio Negro Area - Petrobrás
report nº 213-A (1968)
- VISCONTI, S. V. - Argilas e Minerais Afins, Instituto Nacional
de Tecnologia - Rio de Janeiro (1951)
- Clays and clay Technology - Bulletin 169 - Dept. of
nat. Resources State of California (1955)
 - Guia para Concreto Estrutural de Agregado Leve - Jour.
of the Am. Concrete Ins. nº 3 (1967)



CPRM

- 93 -

VISCONTI, S. Y. - et alii - Contribuição ao estudo dos Cau-
lins. INT Rio de Janeiro s.d.

VOGEL, A. - Química Analítica Qualitativa e Quantitativa.
(Espanha ou Inglaterra) s.d.