

BSL-DK

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARA
CENTRO DE GEOCIENCIAS
COLEGIADO DE GEOLOGIA
DEPARTAMENTO DE GEOQUIMICA E PETROLOGIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

GEOQUIMICA DO PERFIL LATERITICO DE OUTEIRO (BELEM-PA)

AUTOR: NEWTON CUNHA DA COSTA
ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCONDES LIMA DA COSTA
(Departamento de Geoquímica e Petrologia)

BELEM-PA
MAR\1994

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos à Universidade Federal do Pará através do Centro de Geociências e do Departamento de Geoquímica e Petrologia pelo espaço em seus laboratórios;

Ao CNPq pela concessão de bolsa de iniciação científica durante a realização dos trabalhos;

Agradeço ao Prof. Dr. Marcondes Lima da Costa pela orientação neste e nos outros trabalhos, e pela amizade e confiança depositada em mim;

Ao geólogo e amigo Milsom Xavier pela ajuda na confecção das figuras deste trabalho;

Agradeço a meu pai Nazareno Machado da Costa pelo apoio em todos os momentos e a quem dedico esse trabalho;

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Mapa de localização e acesso.....	03
Figura 02 - Perfil esquemático evidenciando o relevo da Ilha de Outeiro.....	05
Figura 03 - Mapa geológico do NE do Pará.....	06
Figura 04 - Coluna estratigráfica da região NE do Pará. Modificado de ABREU et al. (1980), HASUI et al. (1984) e PASTANA et al. (no prelo).....	09
Figura 05 - Localização do perfil amostrado dos pontos de coleta de água e configuração do litoral.....	11
Figura 06 - Perfil geológico com pontos de amostragem.....	12
Figura 07 - Localização dos pontos de coleta de água nos perfis.....	13
Figura 08 - Perfis geológicos ao longo das praias Brasília e Prainha.....	19
Figura 09 - Perfil geológico descrito, correlacionado com a coluna proposta por COSTA et al. (1991).....	20
Figura 10 - Distribuição granulométrica no perfil	25
Figura 11 - Histogramas granulométricos das amostras.....	26
Figura 12.a e b - Curvas acumulativas das amostras.....	27
Figura 13 - Distribuição dos minerais pesados em cada horizonte ao longo do perfil.....	32
Figura 14.a e b - Padrões difratométricos de amostras dos vários horizontes.....	38
Figura 15 - Variação do pH ao longo do perfil.....	40
Tabela 01 - Análise químicas utilizadas neste trabalho com os respectivos métodos e as instituições executoras.....	18
Tabela 02 - Abundância dos minerais pesados na fração grossa.....	30
Tabela 03 - Abundância dos minerais pesados na fração fina.....	31
Tabela 04 - Quantificação dos minerais pesados na fração grossa	33
Tabela 05 - Quantificação dos minerais pesados na fração fina	33
Tabela 06 - Composição química dos quatros horizontes e média crustal.	35

Tabela 07 - Concentração de Fe ₂ O ₃ e Al ₂ O ₃ obtido por absorção atômica pelo autof...	35
Tabela 08 - Concentração dos elementos traços e média crustal.....	36
Tabela 09 - Concentração de Rb, Sr, Y, Zr E Nb obtidos por Fluorescência de Raios-X (CG).....	37
Tabela 10 - Resultado da análise fisico-química de águas subterrâneas de Outeiro e Mosqueiro.....	41

SUMARIO

AGRADECIMENTOS.....	i
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	ii
RESUMO.....	vi
1 - INTRODUÇÃO.....	01
1.1 - Problemática.....	01
1.2 - Área Estudada.....	02
1.2.1 - Localização e Acesso.....	02
1.2.2 - Aspectos Fisiográficos e Morfológicos.....	04
1.2.3 - Aspectos Geológicos Regionais.....	06
2 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
2.1 - Pesquisa Bibliográfica.....	10
2.2 - Trabalho de Campo.....	10
2.2.1 - Perfil Geológico.....	10
2.2.2 - Amostragem.....	10
2.2.2.1 - Material Rochoso.....	10
2.2.2.2 - Aguas de Outeiro e Mosqueiro	12
2.3 - Preparação das Amostras.....	14
2.4 - Análise Granulométrica.....	14
2.5 - Extração e Identificação dos Minerais Pesados.....	14
2.6 - Análise Mineralógica por Difração de Raios-X.....	15
2.7 - Análises Químicas.....	16
2.7.1 - Absorção Atômica.....	16
2.7.2 - Fluorescência de Raios-x.....	16
2.7.3 - Análises Comerciais.....	17
2.8 - Análises Físico-Química das Aguas.....	17
2.9 - Determinação do pH das Rochas do Perfil.....	17

3 - RESULTADOS OBTIDOS.....	19
3.1 - Geologia.....	19
3.2 - Parâmetros Granulométricos.....	25
3.3 - Minerais Pesados	29
3.4 - Composição Química dos Horizontes	34
3.5 - Elementos Traços.....	36
3.6 - Mineralogia.....	37
3.7 - pH	40
3.8 - FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS.....	41
4 - DISCUSSÕES E CONCLUSÕES.....	42
5 - BIBLIOGRAFIA.....	44

RESUMO

A região Amazônica guarda em toda sua imensidão, abundantes ocorrências de lateritos. Esses lateritos, produto resultante de processos subaéreos, guardam registros e informações importantes sobre as transformações ambientais experimentadas pela região. A Ilha de Outeiro, inserida neste contexto, apresenta em suas falésias boas exposições desse tipo litológico. Neste trabalho esses lateritos são descritos em função da textura, intimamente relacionada a granulometria dos Sedimentos Barreiras, envolvidos no processo de lateritização. Neles são identificados os horizontes de solo, concretionário, mosqueado e restos da rocha mãe. A mineralogia predominante neste perfil é quartzo e caulinita, ocorrendo no horizonte concretionário grande quantidade de hematita e goethita e muscovita na porção mais basal. Os minerais pesados identificados foram, em ordem de abundância, estaurolita, turmalina e cianita, zircão e rutilo. O quimismo é caracterizado por altos teores de SiO₂, variando do topo para base de 90% a 51% e teores altos de Fe e Al no horizonte concretionário e de Fe na rocha mãe, não caracterizando, entretanto, uma diferenciação química completa, comprovando a natureza imatura do perfil.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - PROBLEMATICA

Os lateritos, produtos resultantes de intenso processo intempérico em rochas subaéreas (SCHELLMANN, 1980), possuem distribuição mundial e vêm sendo estudado na Austrália, África, Índia, América do Sul entre outros. Este interesse é justificado pelo grande potencial mineral associado a esse tipo de rochas e solos, e por, geralmente, se encontrar aflorante, facilitando a amostragem e exploração.

Na Amazônia, apesar de conhecidos desde o início do século (KATZER 1933), somente nos anos 50 com a descoberta de grandes depósitos bauxíticos é que iniciaram as pesquisas, que só se intensificaram a partir da década de 70, porém, apesar da região Amazônica apresentar grandes extensões de lateritos imaturos estes ainda não receberam a devida atenção dos geocientistas.

A área de trabalho apesar de próxima a Região Metropolitana de Belém e consequentemente, vizinha de centros de pesquisas como o Centro de Geociências, somente nesta década despertou interesse da comunidade geocientífica. Este trabalho visa somar os conhecimentos geológicos da região, acrescentando um panorama geoquímico evolutivo dos lateritos imaturos que ocorrem na área.

O trabalho tem como objetivo a identificação das estruturas e caracterização mineralógica e química dos lateritos de Outeiro e discussão genética, fazendo uso de dados obtidos por microscopia ótica, difração de raios-x, análises químicas, análises granulométricas e análise fisico-química de águas subterrâneas de Outeiro e Mosqueiro, pois nas falésias, a altura do horizonte pálido há, exsurgência dessas águas sob a forma de

verdadeiras fontes d'água.

1.2 - ÁREA ESTUDADA

1.2.1 - Localização e Acesso

O trabalho foi desenvolvido na Ilha de Outeiro e teve como elemento de estudo as falésias que ocorrem nas praias Brasília e Prainha. As praias estão localizadas na porção oeste da Ilha de Outeiro, pertencente ao distrito de Icoaraci, município de Belém, nordeste do Pará. O acesso a Ilha é feito saindo de Belém através da Avenida Almirante Barroso até o entroncamento com a Rodovia Algusto Montenegro, a qual é percorrida até a estrada Maracacuera, na entrada de Icoaraci, seguindo-se por esta até as praias da Ilha de Outeiro num percurso de aproximadamente 28 Km (Figura 01).

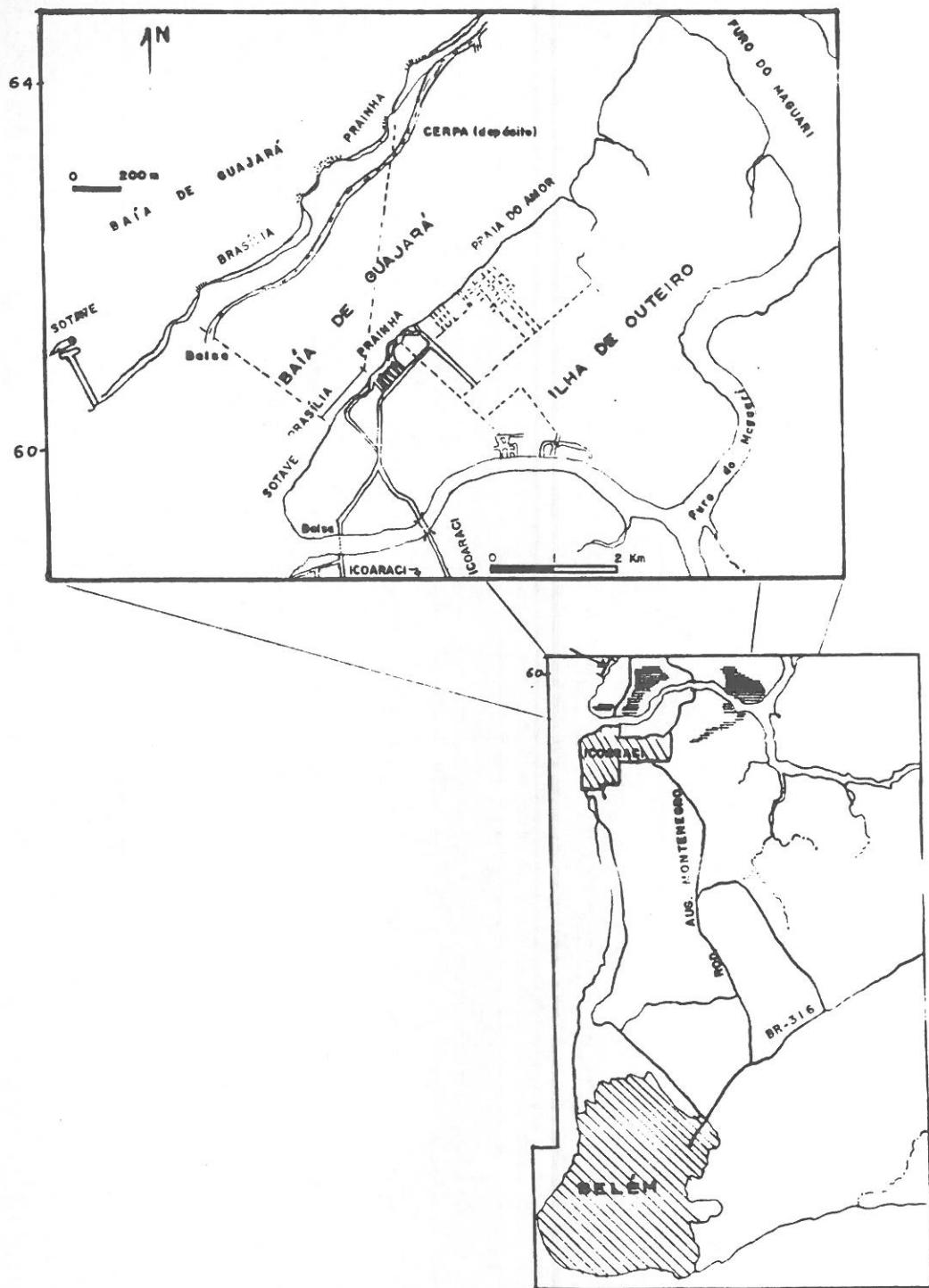


Figura 01 – Localização e Acesso
Fonte: COSTA et al.1991.modificado

1.2.2 - ASPECTOS FISIOGRAFICOS E MORFOLOGICOS

O clima da região enquadra-se no da micro-região Guajarina, tropical chuvoso (quente úmido), apresentando alta pluviosidade, com chuvas frequentes pela parte da tarde e início da noite, principalmente nos quatro primeiros meses do ano, que são os mais chuvosos, sendo em outubro e novembro o registro de menor pluviosidade (60 mm/mês). A região não apresenta meses secos bem definidos, além de não existir uma distribuição razoável das chuvas durante o ano. A umidade relativa do ar oscila entre 85 a 95% e temperatura média de 26°C. De acordo com a classificação de Köppen o clima é tropical chuvoso ("Af"), com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C, condicionando o tipo de vegetação conhecida como selva tropical("f"), e a oscilação anual de temperatura é inferior a 5°C ("i"), sendo definido por "Afi" (BRASIL/DNOCs 1970).

A vegetação da área de Outeiro e adjacências (Município de Belém) acha-se condicionada às diferentes variáveis geomorfológicas, podendo-se distinguir, segundo PINHEIRO (1987), três tipos: (1) vegetação de várzea, típica de área inundável, sob controle periódico das marés; (2) vegetação de floresta densa associada aos terrenos mais elevados, chamados de terra-firme e (3) floresta secundária, associada a áreas desmatadas.

A geomorfologia da área é caracterizada por um relevo excessivamente plano, com cotas entre 18 a 2 metros, correspondendo a pequenas ondulações no relevo e as planícies de inundação, caracterizadas pela presença de mangues, rios e praias, onde ocorrem as falésias com até 12 metros de altura. Nota-se que a ação erosiva da maré sofrida pela ilha promoveu um recuo da linha de costa e o desenvolvimento de uma plataforma de abrasão (Figura 2).

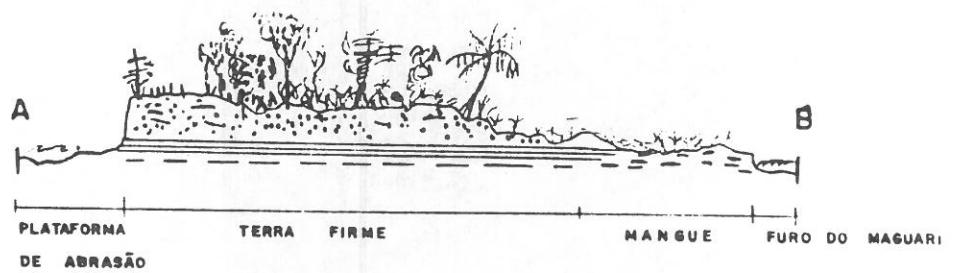
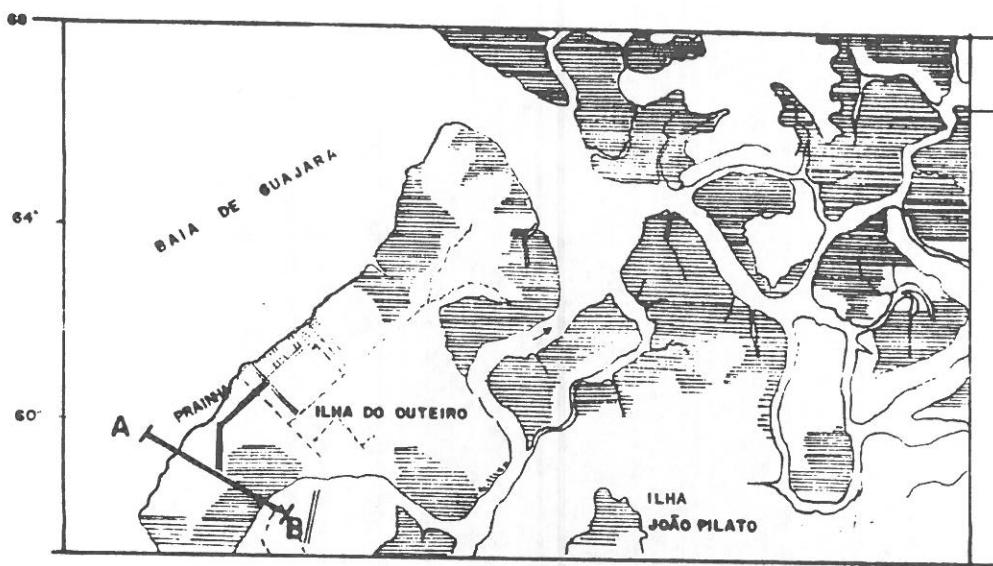
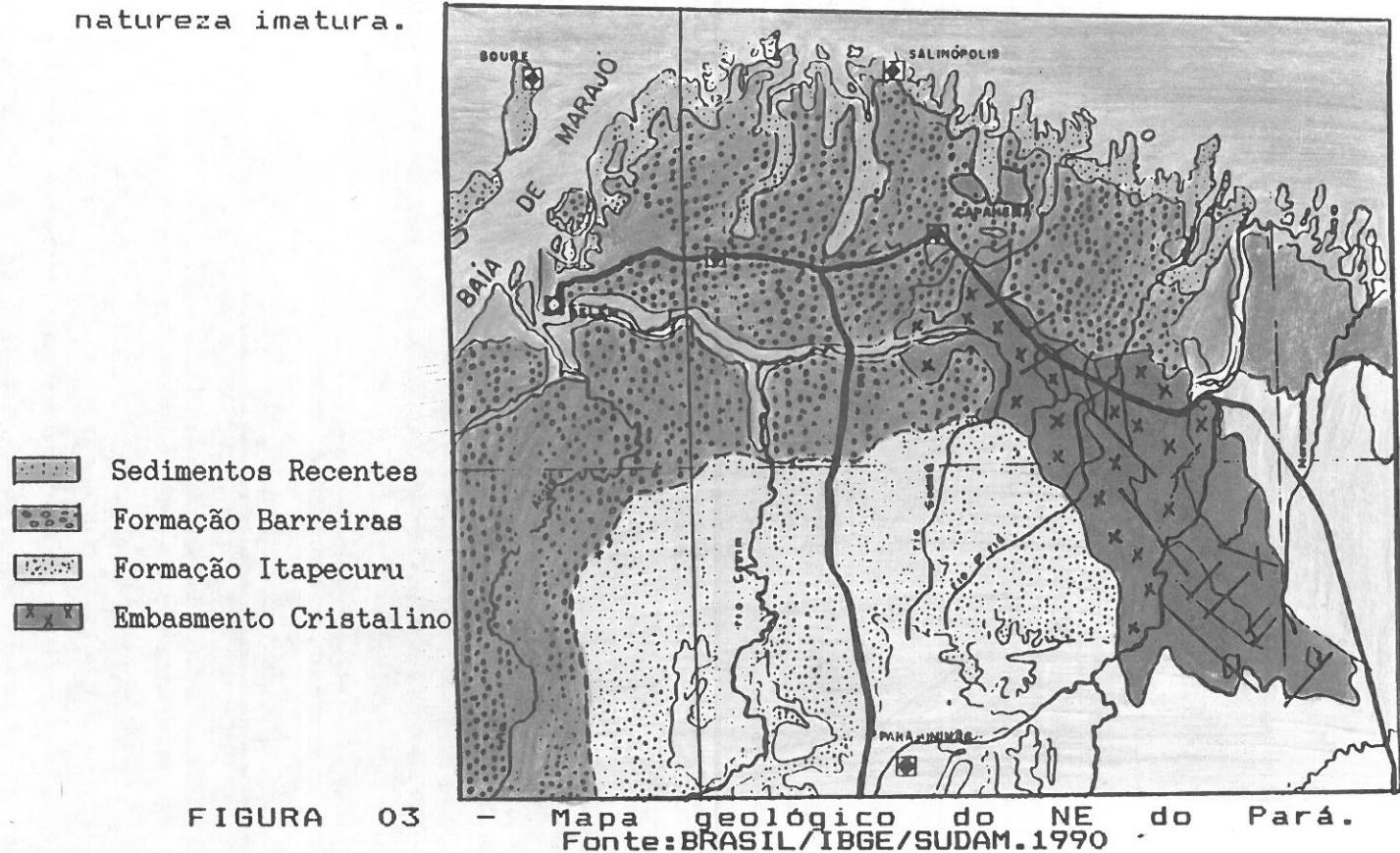


Figura 02 – Perfil esquemático evidenciando o relevo da Ilha da Outeiro

1.2.3 - ASPECTOS GEOLOGICOS REGIONAIS

A geologia das áreas adjacentes pode ser visualizada na figura 03 onde tem-se rochas do Pré-Cambriano, pertencentes ao Complexo Maracaçumé a leste e Sudoeste da área estudada, passando por unidades do Arqueano até o recente.

A área do trabalho localizada no município de Belém, assim como os municípios vizinhos, como Ananindeua, Benevides, Marituba entre outros, é geologicamente enquadrada como pertencente às Formações Barreiras e Pós-Barreira. As áreas mais antigas, as terciárias, são formadas pelos sedimentos do Grupo Barreiras (Plio-Pleistoceno), de ambiente continental, e que atualmente em seu topo, encontram-se lateritos com perfis de natureza imatura.



A denominação "Barreiras" foi utilizada para designar sedimentos Cenozóicos terrígenos esculpidos nos tabuleiros, formando falésias abruptas em certos trechos do litoral nordestino, que com o tempo e uso, firmou-se no meio científico, sendo adotada para sedimentos assemelhados que ocorrem desde o Amazonas até o Rio de Janeiro. Esta denominação tem sido aplicada ora informalmente - sedimentos barreiras - ora como denominação litoestratigráfica formal - Formação ou Grupo Barreiras (ALHEIROS et al. 1988).

Os sedimentos Barreiras são constituídos de argila, silte e areia fina, podendo apresentar leitos de areias mais grossas e conglomerados. Exibe um baixo grau de compactação, cores variegadas (vermelho, amarelo e esbranquiçado) e concreções de ferro formada "*in situ*", responsável pelo aspecto mosqueado típico. Podem ser observados arenitos ferruginosos (Grés do Pará) "*in situ*" e níveis de microconglomerados quartzosos. A sua seleção granulométrica varia de pobre a moderada. Estruturas com acamamento em argilas e estratificação cruzada e horizontal podem ser observadas localmente (ROSSETTI et al. 1989) e são correlacionáveis com o perfil descrito a seguir. Apesar da maioria dos sedimentos Barreiras ser considerado afossilífero (origem continental) trabalhos palinológicos identificam a presença de gêneros de dinoflagelados tais como "*Hystrichokolponea*, *Nematospaeropsis* e *Spiniferite*" além de restos quitinosos de micro foraminíferos, levando a se considerar a possibilidade de uma certa influência marinha na sua deposição mais costeira, o que é confirmado pela abundância de "*Zonocostites Ramonae*", pólen típico de mangue enquadrando-se no modelo deposicional adotado por ARAI et al.(1988). O posicionamento estratigráfico definido por estudos palinológicos,

levam à suposição de que a deposição desta sequência, pelo menos em parte, aconteceu no Mioceno (ARAI et al. 1988).

Sá (1969) in: GOES e TRUCKENBRODT (1980) abordando especificamente os sedimentos Barreiras aflorantes na Região Bragantina, propõe sua subdivisão em Barreiras e Pós-Barreiras como duas unidades litologicamente distintas e separadas por discordância erosiva. Segundo o autor, os sedimentos Barreiras representariam os sedimentos de granulação mais fina, mais compactos, cores variadas, com Grés do Pará e concreções ferruginosas formadas "in situ". Os sedimentos do Pós-Barreiras seriam de granulação mais grossa, com predominância de frações de areia fina a grossa, com leitos delgados de seixos quartzosos, Grés do Pará e concreções ferruginosas retrabalhadas.

GOES e TRUCKENBRODT (1980), subdividem os sedimentos Barreiras em três fácies provavelmente contemporâneas e litologicamente distintas, sendo produtos da maior ou menor proximidade da área fonte e de condições deposicionais, em partes diferentes. São elas: 1) A fácies argilo-arenosa que corresponderia aos sedimentos Barreiras; 2) A fácies arenosa que representaria o Pós-Barreiras, descritos por Sá (1969) in: Góes e Trunckenbrodt (1980); 3) A fácies conglomerática.

Nas assembléias de minerais acessórios descritas por GOES e TRUCKENBRODT (1980), as três fácies constituídas predominantemente por estaurolita e cianita, asseguram ação decisiva de fonte metamórfica, representada certamente pelos xistos da Formação Santa Luzia (Proterozóico Inferior), cujos primeiros afloramentos estão aproximadamente a 150 Km de Belém.

O perfil laterítico aqui estudado desenvolveu-se sobre a sequência superior da Formação Barreiras.

F A N E R O Z Ó I C O	QUATERNARIO CENOZOICO	HOLOCENO PLEISTOCENO	PÓS-BARREIRAS	SEDIMENTOS ARENOSOS, ARENO-ARGILOSOS E CONGLOMERATICOS NAO ESTRUTURADOS.
			GRUPO BARREIRAS	SEDIMENTOS ARENOSOS, CONGLOMERATICOS E ARGILOSO, EM CORES AVERMELHADAS, MAL SELECCIONADOS E ABUNDANTES ESTRUTURAS PRIMARIAS
		PLIOCENO	FORMAÇÃO PIRABAS	CALCAREOS MICRÍTICOS, BIOCLÁSTICOS, DOLOMICRÍTICOS E MARGAS COM FOLHELHOS.
		MIOCENO	GRUPO SERRA GRANDE INDIVISO	CONGLOMERADOS, ARENITOS E FELITOS, COM ESTRUTURAS FLASER, WAVY E LINSEN, ALEM DE ESTRATIFICACAO CRUZADA.
	PALEOZOICO	SILURIANO	FORMAÇÃO UIZEU	CONGLOMERADOS E ARENITOS ARCOSSIANOS MEDIOS A GROSSOS
			FORMAÇÃO IGARAPÉ DE AREIA	ARCOSIOS E ARENITOS GROSSOS COM ESTRATIFICACOES
		PROTEROZOICO SUPERIOR A MEDIO	SUITE TROMAI	GRANITOIDE DE DIMENSOES BATOLITICAS COM PREDOMINIO DAS VARIEDADES TONALITICAS E TRONDJEMITICAS
			TONALITO ITAMOÁRI	TONALITOS E TRONDJEMITOS RETRABALHADOS TECTONICAMENTE
			GRANITO ESTRATÓIDE MARIA SUPREMA	SIENO GRANITOS E TONALITOS A DUAS MICAS
	PRECAMBRIANO	PROTEROZOICO INFERIOR	GRUPO GURUPI	SEQUENCIA VULCANO SEDIMENTAR DO TIPO GREENSTONE
			KINZIGITO MARAJUPEMA	ROCHAS PARADERIVADAS REPRESENTADAS POR GNAISSES KINZIGITICOS E METAQUARTZITOS MUSCOVITICOS
			COMPLEXO MARACAÇUMÉ	GNAISSES DE COMPOSICAO TONALITICA E TRONDJEMITICAS, E ANFIBOLIOS INTENSAMENTE MIGMATIZADOS.

Figura 04 - Coluna Estratigráfica da Região NE

do Estado do Pará.

Modificado de ABREU et al. (1980),
HASUI et al. (1984) e PASTANA et al.
(no prelo).

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - PESQUISA BIBLIOGRAFICA

Foi realizada nas bibliotecas do Centro de Geociências, Central da UFPA, Museu Emílio Goeldi e nos vários artigos da biblioteca particular do orientador deste trabalho. Poucos trabalhos foram publicados sobre a geologia da área, destacando-se KATZER (1933), ACKERMANN (1969), SA (1969), além dos trabalhos de GOES (1982), BORGES e ANGÉLICA (1986), ROSSETTI et al. (1989), COSTA et al (1991), FARIAS et al.(1992).

2.2 - TRABALHO DE CAMPO

2.2.1 - PERFIL GEOLOGICO

Para a composição do perfil geológico foram realizados caminhamentos ao longo da praia Brasilia até a Praia Grande. Durante o percurso, foram descritos cinco seções para a composição de perfis, o que facilitou na escolha do ponto de amostragem.

2.2.2 - AMOSTRAGEM

2.2.2.1 - MATERIAL ROCHOSO

O ponto escolhido para amostragem (figura 05) tem seu perfil representado na figura 06, onde a posição de cada amostra encontra-se identificada. Foi utilizado para isto, o material do Grupo de Espelioologia do Pará (GEP), fornecido gentilmente pelo professor Roberto Vizeu.

Na primeira fase foram coletadas 10 amostras, num total de 30Kg. Para isto foram utilizados sacos plásticos de 3 litros, martelo e pá de jardineiro. A coleta foi feita da base

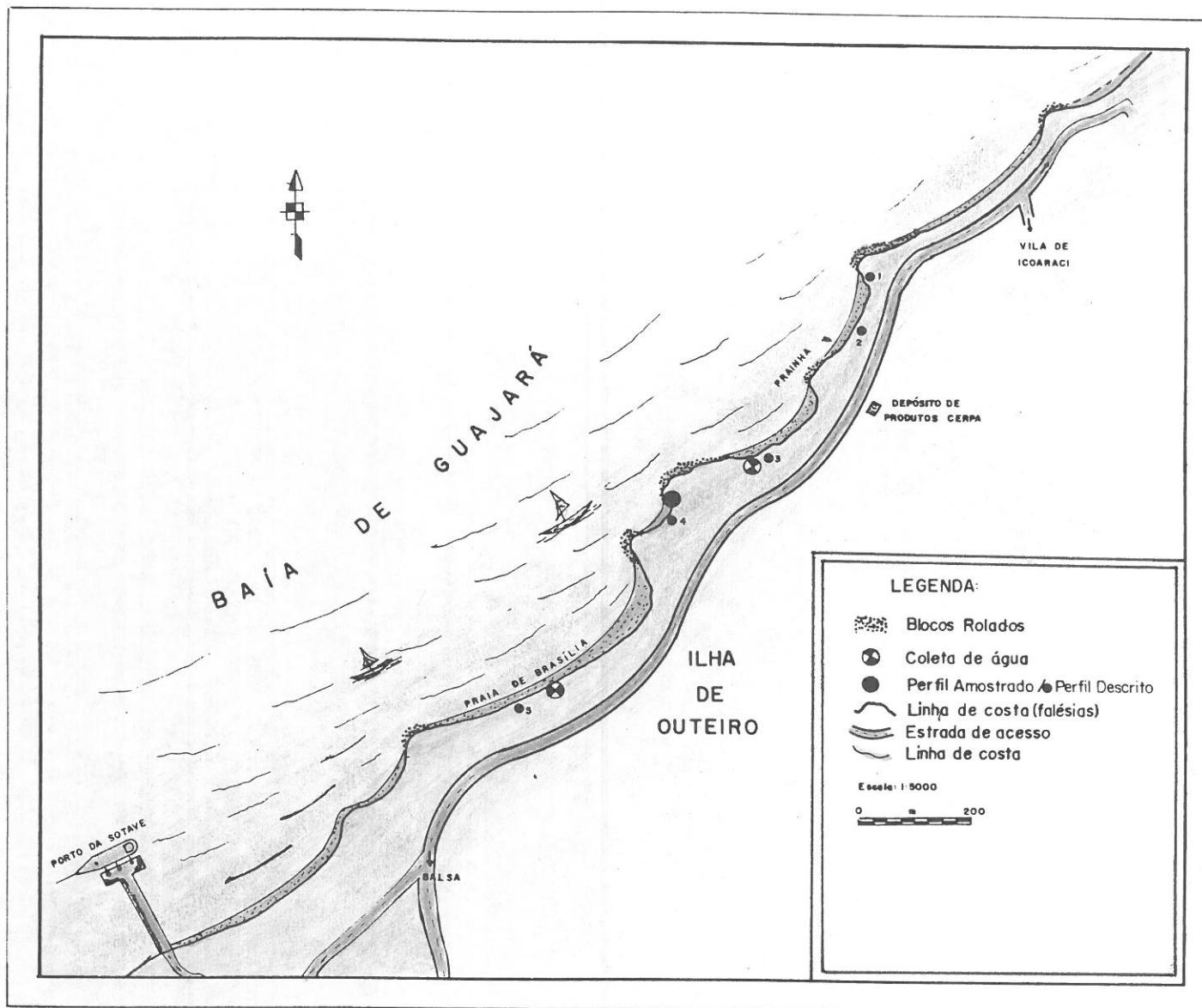


Figura 05 – Localização do perfil amostrado, dos pontos de coleta de água e configuração do litoral.

para o topo do perfil para evitar contaminação. Uma segunda fase de amostragem ocorreu devido a necessidade de qualificar e quantificar os minerais pesados do perfil. A quantidade coletada foi de 2 Kg por amostra e foram retiradas do mesmo local da primeira amostragem.

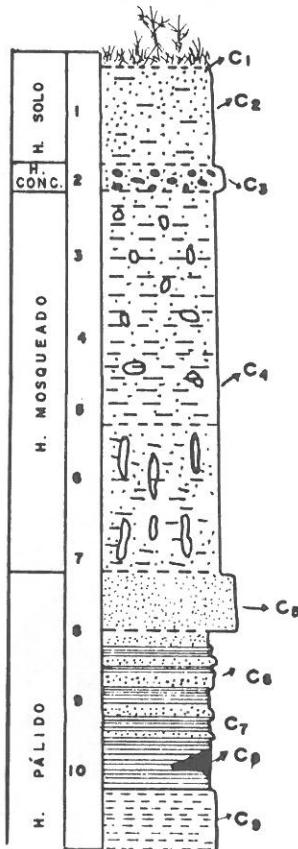


Figura 06 - Perfil geológico com pontos de amostragem.

2.2.2.2 - AGUAS DE OUTEIRO E MOSQUEIRO

A coleta de Água foi realizada em quatro pontos diferentes, sendo dois em Outeiro e dois em Mosqueiro, com o objetivo de caracterização fisico-química dessas águas. Os dois pontos de Outeiro estão localizados nas figuras 05 e 07, onde se pode ter uma visão da configuração do litoral em Outeiro. Os dois

pontos de coleta em Mosqueiro foram na Praia do Genésio (MOS 1), e o segundo ponto foi o olho d'água da Praia Grande (figura 07). Durante a coleta de água, foram executadas diversas medidas de caráter fisico-químico. Para isto foi utilizado becker, pipeta, garrafas plásticas, condutivímetro, termômetro, pH-metro, papel torna sol e ácidos.

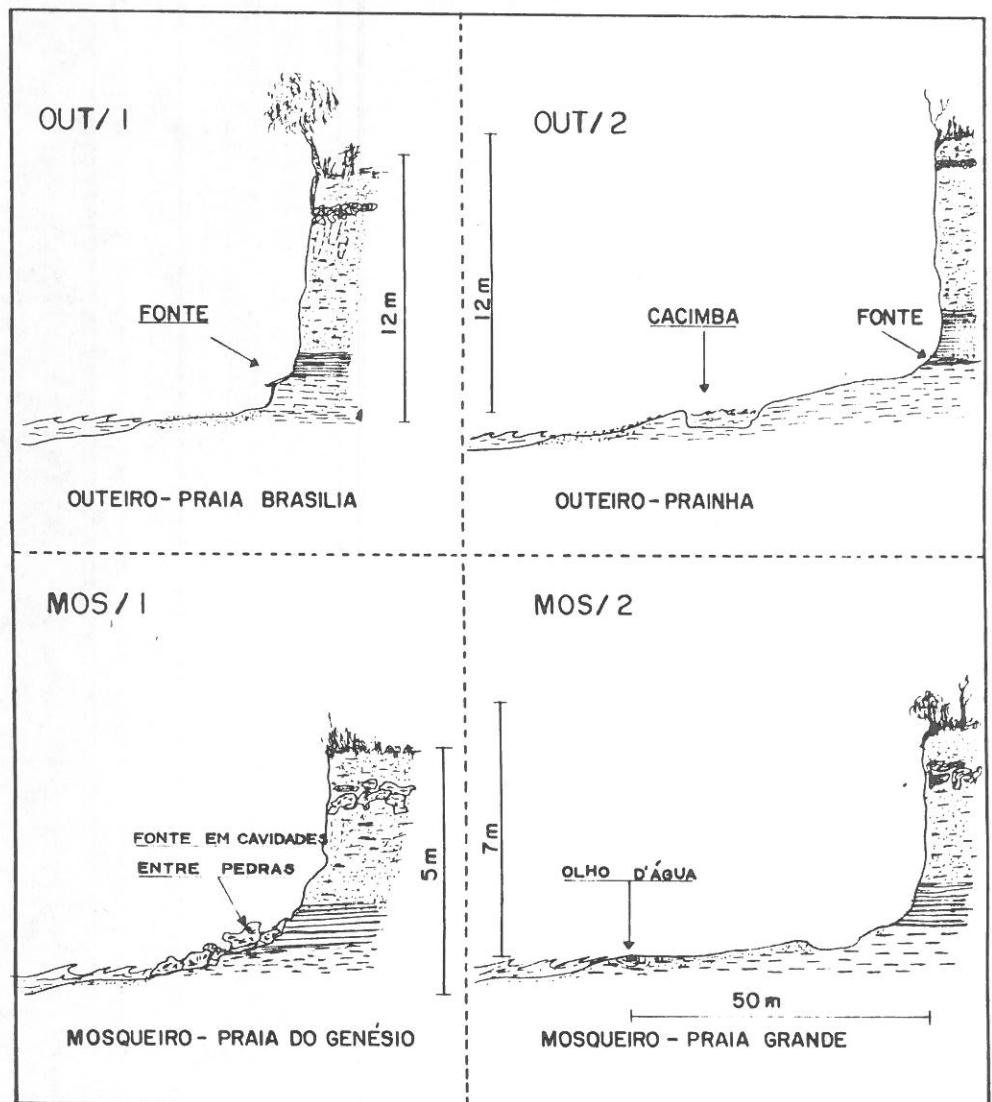


Figura 07 – Localização dos pontos de coleta de água nos perfis.

2.3 - PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras sólidas foram secadas em temperatura ambiente no Laboratório de Sedimentologia no Centro de Geociências e depois quarteadas e tomadas na aliquote de 300g para pulverização e posterior utilização nas análises químicas. Uma aliquote de 500g por amostra foi utilizada para análise granulométrica, utilizando-se para isto 11 peneiras. As frações 0.250-0.125 mm e 0.125 - 0.062 mm foram utilizadas para separação dos minerais pesados.

2.4 - ANALISE GRANULOMÉTRICA

A análise granulométrica foi efetuada no Laboratório de Sedimentologia do Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará. As amostras, num total de dez, foram peneiradas em doze intervalos (>2.0 , $2-1.41$, $1.41-1.0$, $1.0-0.71$, $0.71-0.5$, $0.5-0.35$, $0.35-0.25$, $0.25-0.177$, $0.177-0.125$, $0.125-0.088$, $0.088-0.062$, <0.062 mm). O peneiramento foi feito a seco e com os resultados foram montados histogramas, curvas acumulativas e quadro de distribuição granulométrica do perfil.

2.5 - EXTRAÇÃO, QUANTIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS MINERAIS PESADOS.

A extração dos minerais pesados foi feita com utilização do bromofórmio e o ácido clorídrico 10%. O primeiro para separação dos minerais e o segundo para a lavagem dos grãos, devido a necessidade de retirar o envoltório formado pelo ferro, que impossibilitava a identificação. Para a identificação dos minerais pesados, os grãos foram montados em lâminas de vidro com

auxílio de bálsamo do Canadá e araldite, utilizando uma chapa elétrica para aquecer a lâmina e a mistura. Foram confeccionadas seis (6) lâminas na fração grossa e seis (6) na fração fina. Os minerais foram estudados através de microscópio ótico Zeiss, onde além da identificação e descrição dos minerais pesados foi realizada contagem de grãos, que serviu para a verificação da porcentagem de cada mineral nos horizontes. A quantificação dos minerais pesados no perfil, foi realizada utilizando-se 2 Kg de cada amostras. As amostras foram peneiradas e somente nas frações 0.250-0.125 e 0.125-0.062 foi realizada a separação dos minerais pesados, com o objetivo de fazer uma relação entre o peso total de amostra e peso da fração de minerais pesados.

2.2.6 - ANALISES MINERALOGICA POR DIFRAÇÃO DE RAIOS X

Foram feitos 10 difratogramas, correspondentes às amostras de todos os horizontes lateríticos. Os difratogramas foram obtidos com difratômetro de raios-x do Laboratório de Difração do Centro de Geociências, onde utilizou-se um aparelho PHILIPS, modelo PW-1729, com controle de canal PW-1390, motor PW-1394, registrador PM-8203 e tubo de Cu PW-2233. As condições de calibração foram: intensidade de 10^3 ; 2×10^3 e 4×10^3 cps; intervalos em graus de 4-60 (20); tubo de raios-x CuK α ($K \alpha 1,54051 \text{ \AA}^\circ$) voltagem de 45 KV; corrente de 40 mA e velocidade do registrador de 1 cm/min.

2.7 - ANALISES QUIMICAS

As análises químicas foram realizadas nos Laboratórios de Hidroquímica, Absorção Atômica, Fluorescência de Raios-X e no Laboratório de Análises Químicas do Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará, além, de análises comerciais realizadas pelos laboratórios da GEOSOL/GEOLAB.

2.7.1 - ABSORÇÃO ATÔMICA

Foram analisados os teores de Fe₂O₃ e Al₂O₃ nas amostras C1, C4, C5, C6, C7, C8 e C10. A abertura químicas das amostras foi realizada no Laboratório de Análises Químicas, utilizando para isto os ácidos HF e HCl. As leituras foram feitas no Laboratório de Absorção Atômica.

2.7.2 - ANALISES POR FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

Dez amostras foram analisadas por fluorescência de raios-x para determinação de Sr, Rb, Zr, Nb e Y, no Laboratório de Difração de Raios-X. A preparação consistiu da confecção de pastilhas prensadas do material pulverizado com parafina e ácido bórico. Utilizou-se um espectrômetro PW-1130, com controle de canal PW-1390, motor PW-1394, programador PW-1395, detector PW1410/70, tubo Rh PW-2182, voltagem de 60Kv, corrente de 40 mA e voltagem do detector de 850 W.

2.7.3 - ANALISES COMERCIAIS

Foi enviado para os laboratórios da GEOSOL/GEOLAB seis amostras previamente pulverizadas, para a análise dos elementos maiores e traços. As amostras enviadas foram: C2 representando o horizonte de solo, C3 representando o horizonte concrecionário, C4 representando o horizonte mosqueado, C6 e C8 o horizonte pálido e C9 a rocha mãe. Os elementos analisados e os métodos estão citados na tabela 01.

2.8 - ANALISES FISICO-QUIMICA DAS AGUAS

A temperatura da água, condutividade, pH e Eh foram analisadas no momento da coleta, utilizando o termômetro, o condutivímetro e o potenciômetro respectivamente. As análises químicas foram feitas nos laboratórios de Análises Químicas via Úmida e Absorção Atômica, do Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará.

2.9 - DETERMINAÇÃO DO pH DAS ROCHAS DO PERFIL

A análise foi efetuada no Laboratório de Hidroquímica do Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará. Foi utilizado material pulverizado, em alicotas de 5g para 10ml de água destilada.

Tabela 01 - Análises químicas utilizadas neste trabalho com os respectivos métodos analíticos e as instituições executoras.

INSTITUIÇÃO	AMOSTRAS	MÉTODOS ANALÍTICOS	ELEMENTOS ANALISADOS
GEOSOL/ GEOLAB	C2,C3,C4 C8,C9	Fluorescência de Raios-X	P ₂ O ₅ , TiO ₂ , CaO, K ₂ O SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , MgO, MnO, Cr ₂ O ₃ , F, FeO
		Espectrografia Ótica	R, Ba, Co, Cu, V, Sr Zr, Nb, Y, Zn, Ga
CENTRO DE GEOCIENCIAS UFFPa	MOS1,MOS2 OUT1,OUT2 C1,C4,C5, C6,C7,C8, C10	Titulação/colorimetria Absorção Atômica Absorção Atômica	SiO ₂ , CaCO ₃ , Cl ⁻ , Si, Fe, Na, K, Ca, Mg, NO ₃ , SO ₄ , PO ₄ Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃
	C1 a C10	Fluorescência de Raios-X	Rb, Sr, Y, Zr, Nb

3 - RESULTADOS OBTIDOS

3.1 - GEOLOGIA

Como resultado do trabalho de campo tem-se a figura 8 onde se pode verificar que os horizontes lateríticos são contínuos, variando, via de regra, pouco em sua espessura. O perfil laterítico, abaixo descrito está representado na figura 9, tendo do topo para base:

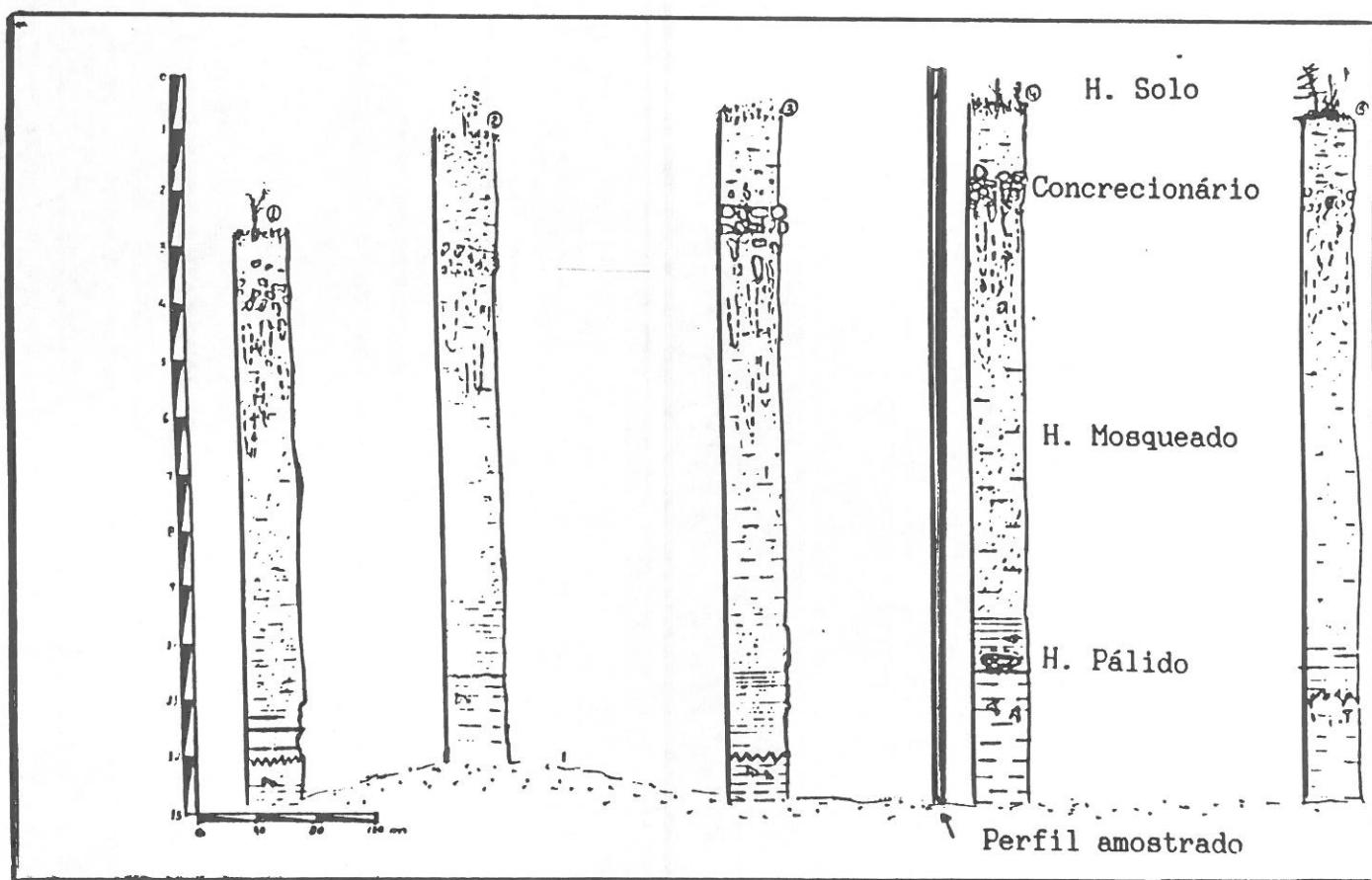


Figura 08 - Perfis geológicos ao longo das praias
Brasília e Prainha.

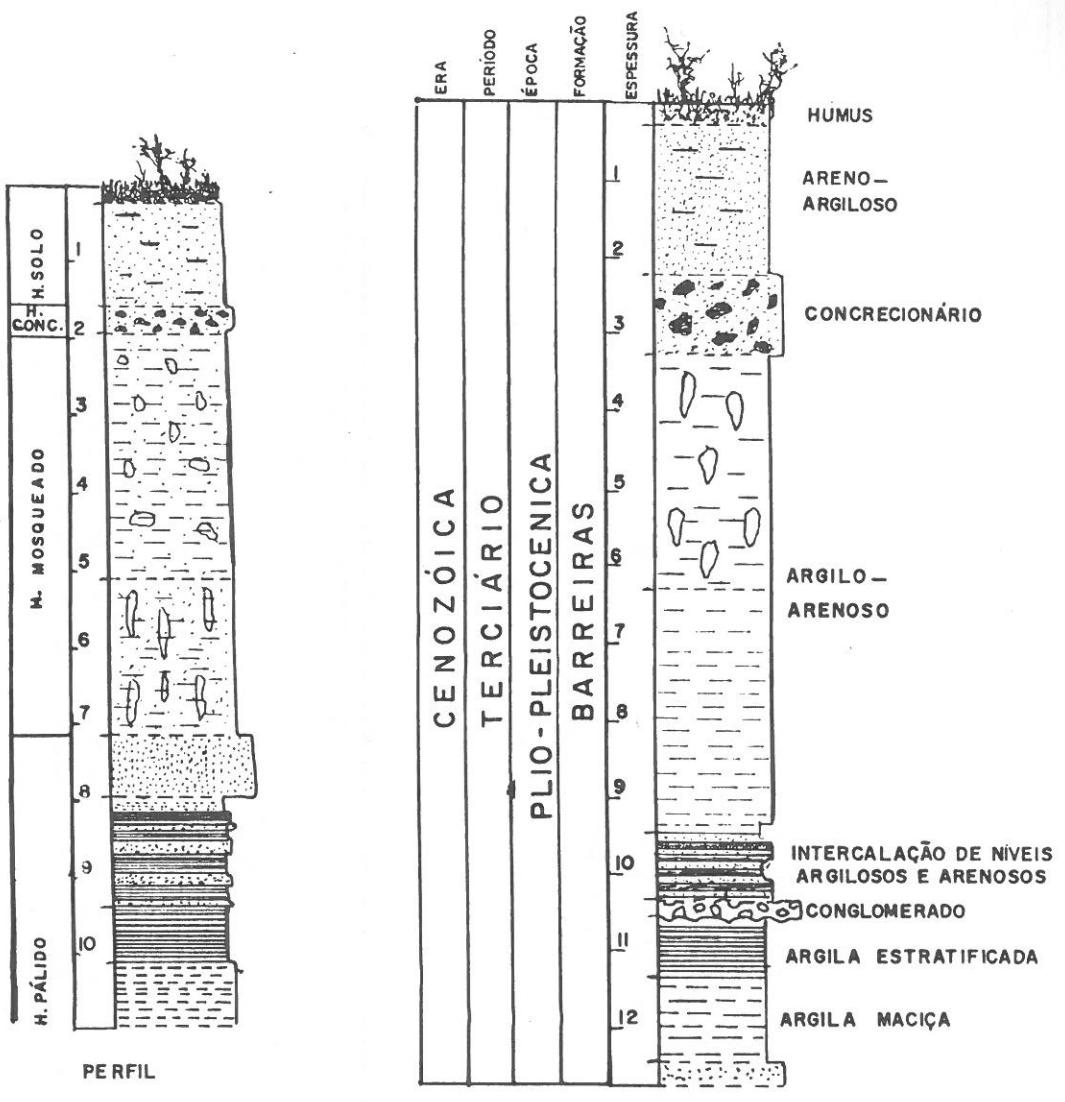


Figura 09 – Perfil geológico descrito, correlacionado com a coluna proposta por COSTA et al. 1991.

HORIZONTE DE SOLO – Constitui a superfície do terreno: o húmus e o solo arenoso-argiloso de coloração amarela.

O húmus possui uma espessura de 25 cm, coloração cinza escuro e é rico em matéria orgânica. A mineralogia é

composta principalmente por quartzo, na fração areia mal selecionada, com grãos angulosos a arredondados. Possui boa quantidade de argila, aproximadamente 25%. O contato entre esta unidade e a inferior é gradacional.

O material arenoso-argiloso possui espessura de 1.4m, coloração amarelo alaranjado. Verifica-se a presença de raízes que penetram na superfície até 3.2m de profundidade. Algumas porções dessa unidade apresentam-se mais argilosa, sendo constituída no geral por areia fina à média, ocorrendo também areia grossa em pequena quantidade e aproximadamente 46% do total é de silte e argila.

Este horizonte é constituído por sedimentos correspondentes ao Pós-Barreiras de SA (1969).

HORIZONTE CONCRECIONARIO - Possui espessura máxima de 30 cm e coloração marrom-avermelhada. A matriz é bastante semelhante com o material da unidade superior, representada por areia fina a areia média, destacando-se entretanto a fração silte-argila. As concreções ocorrem com formato globular ou alongado e ocupam 37% do volume de sedimentos nesse horizonte com diâmetro variando de milímetros até 3cm. O contato entre o horizonte subjacente é gradativo.

HORIZONTE MOSQUEADO - É instalado sobre duas seqüências, uma argilo-arenosa e outra arenoso-argilosa, onde podemos distinguir texturas tipo colunar, tipo pele-de-onça com concreções nas porções mais argilosa.

O material argilo-arenoso apresenta espessura de 3 metros, coloração amarelo alaranjado. Nos primeiros 2 metros superiores, apresenta algumas concreções esparsas de tamanho variando de 3 a 20 cm, dando uma feição do tipo pele-de-onça

gradando para formas colunares. Aparentemente esta porção parece ser um pouco mais coesa devido o mosqueamento ser mais intenso.

O material arenoso-argiloso possui uma coloração amarelo avermelhado e espessura de 2 metros. É composto por areia fina, bem selecionada, silte e argila. Nesta porção é possível ainda observar o aspecto colunar em seu topo, entretanto, o mosqueamento é mais claro devido o aumento na quantidade de grãos de quartzo. O contato com o horizonte inferior e em alguns pontos temos uma zona de transição dada pela ocorrência de uma grande lente de arenito com estratificação cruzada, enquadrada no horizonte pálido.

HORIZONTE PALIDO - instalou-se na sequência basal constituída de cima para baixo por uma lente de arenito, intercalação de arenito e argilito, argilito com acamamento, conglomerado intraformacional e argilito maciço.

A lente de arenito friável possui espessura de 0,8 metros se estendendo a vários metros de comprimento. O contato gradacional inferior e superior é marcado pela presença de lentes de argila com comprimentos que variam de 1 a 19 cm e espessuras milimétricas a 2 cm. A estrutura primária principal é a estratificação cruzada. Esta unidade é composta por areia quartzosa média a fina, bem selecionada, apresentando boa quantidade de muscovita.

A intercalação de níveis de arenito e argilito possui espessura de 1.2 metros, coloração variando de branco, amarelo e laranja. Os níveis de areia apresentam uma diminuição nas espessuras à medida que se aproxima da base, enquanto que os níveis de argila apresentam um aumento na espessura em direção a

base. Os níveis de argila possuem coloração branca a alaranjada e os arenosos possuem uma coloração mais forte. A areia varia de fina a média, moderadamente selecionada com grãos subarredondados e em muitos níveis encontram-se cimentados por oxi-hidróxido de ferro, formando lajes goethíticas, dispostas paralelamente ao acamamento.

O argilito com estratificação plano-paralela e contendo entre os estratos lenticulas de areia, apresenta coloração variegada com tons branco, amarelo, lilás e vermelho, apresentando espessura de 0,6 metros. Foi observado a aproximadamente 25 metros do perfil C, parte da rocha mãe preservada, na forma de língua, onde se pode verificar uma auréola de difusão. Esta lente de 2 metros de comprimento por 25 cm de largura e coloração cinza escuro, apresenta em sua auréola de difusão, as colorações (do centro para a borda) cinza, roxo, vermelho, lilás, laranja e amarelo claro a creme. Esta unidade encontra-se em contato discordante com a unidade inferior. Próximo do perfil também podemos observar, entre esta unidade e a inferior, a presença de um conglomerado intraformacional de coloração cinza avermelhado, composto por clastos de argila, subarredondados de diâmetros milimétricos podendo chegar a até 4 cm. A matriz é argilo-arenosa podendo-se encontrar seixos de quartzo. A espessura deste conglomerado é de 5 cm.

O argilito maciço da base do perfil, comporta-se tabularmente ao longo de toda a falésia e possui coloração variegada com tons branco, róseo e amarelo. Apresenta grande quantidade de moldes de raiz indicando uma fitobioturbação intensa. Nas paredes dos moldes de raiz verifica-se a formação de um revestimento ferruginoso. Estes tubos de raiz possuem

comprimento médio de 15 cm e diâmetro de 3 cm, distribuídos caoticamente no pacote. No perfil a camada aflora 0,8 metros. Nos trabalhos de AVELAR (1991) e COSTA et al. (1991) foram descritas porções deste argilito não alterado, identificado como "rocha mãe" e com as mesmas características do argilito cinza-escuro anteriormente citado.

3.2 - PARÂMETROS GRANULOMÉTRICOS

Os resultados da análise granulométrica estão representados sob a forma de quadro de distribuição granulométrica (Figura 10), histogramas (figura 11) e gráficos de curvas acumulativas (Figura 12a e b). Fica claro, observando estas figuras, que a granulometria do perfil diminui do topo para a base, porém, no horizonte concretionário ocorre um mascaramento da granulometria provocada pelas concreções, isto pode ser observado na amostra C3.

PERFIL

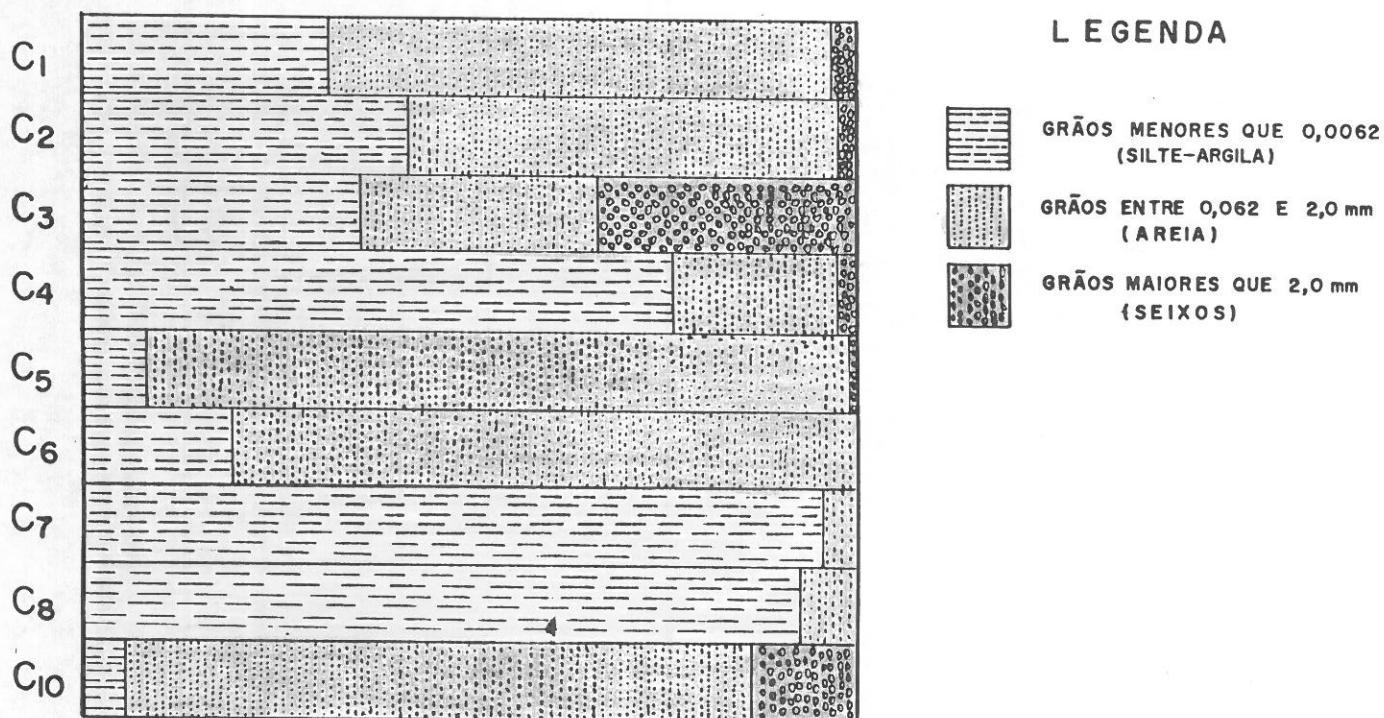


Figura 10 - Distribuição granulométrica no Perfil

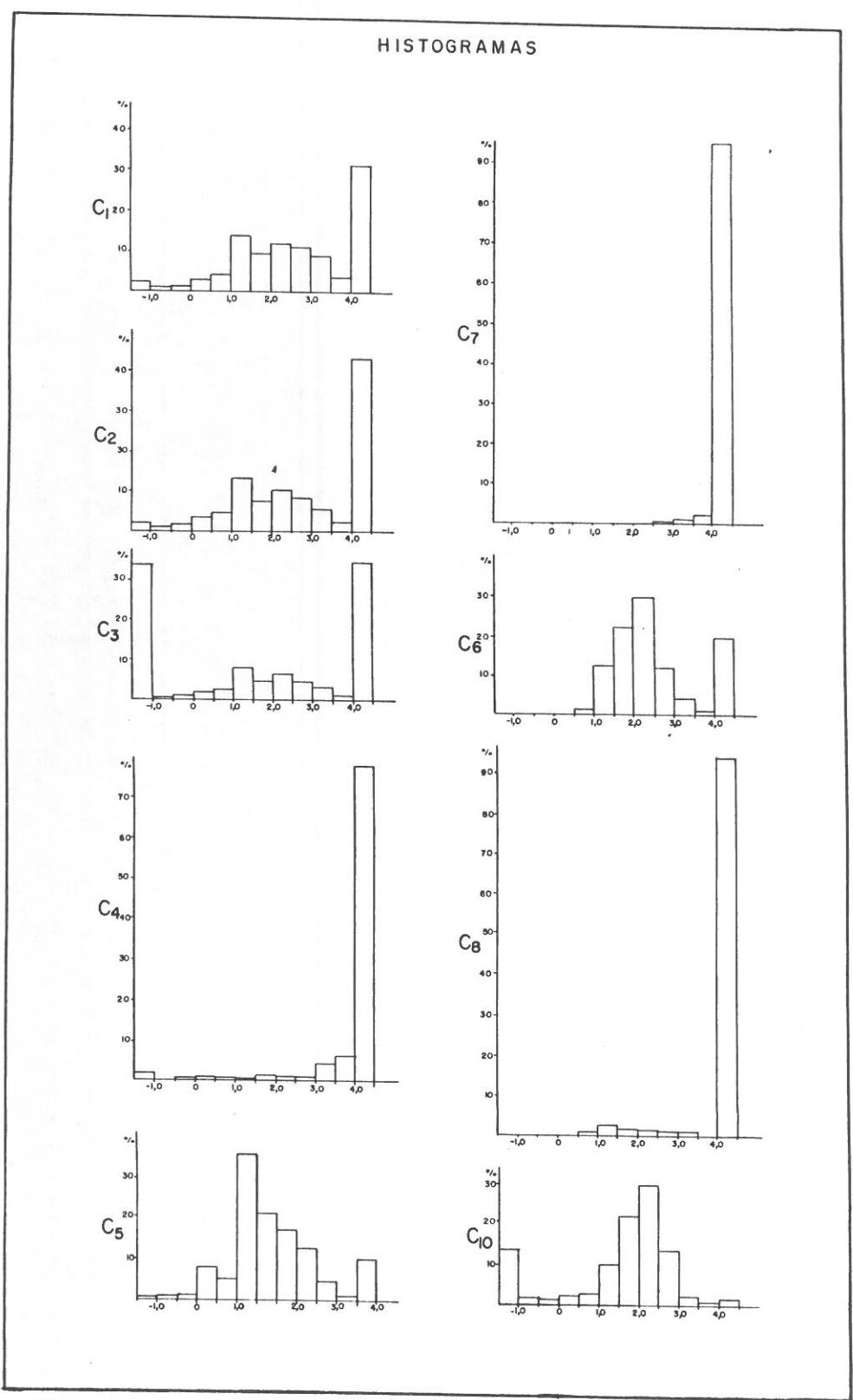


Figura 11 - Histogramas granulométricos das amostras

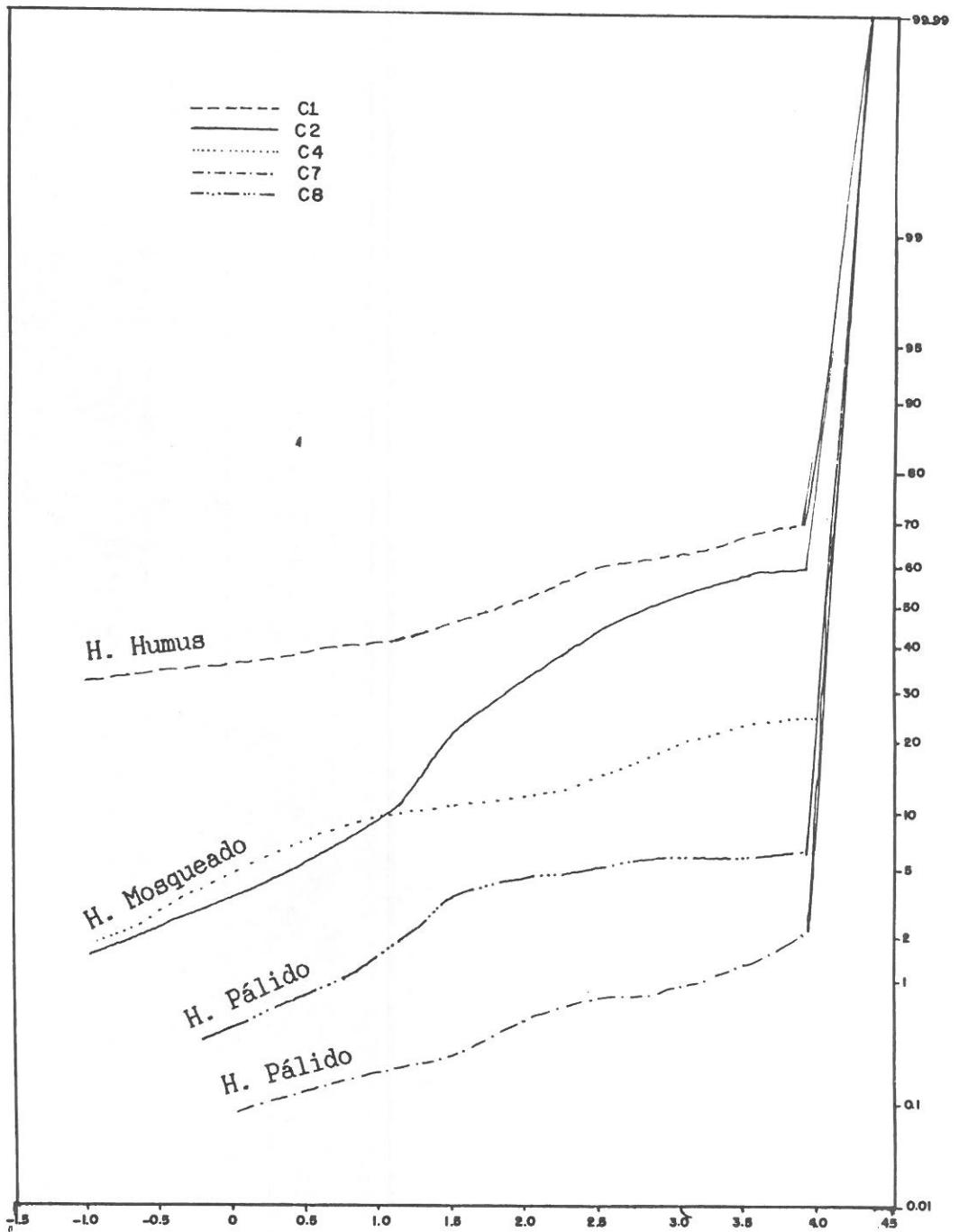


Figura 12a – Curvas acumulativas das amostras.

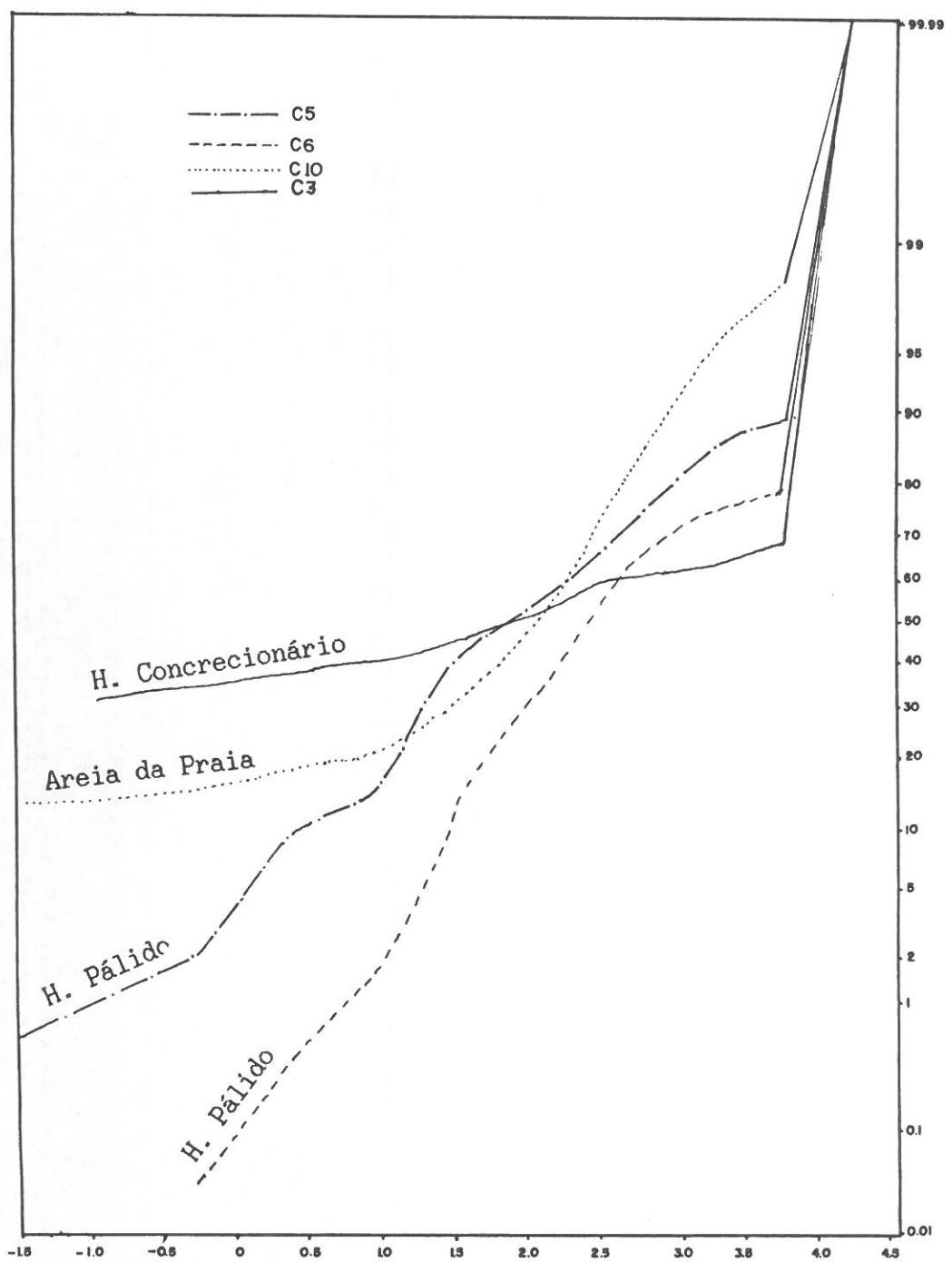


Figura 12b – Curvas acumulativas das amostras.

3.3 - MINERAIS PESADOS

As lâminas analisadas ao microscópio ótico mostram, em ordem decrescente de abundância, a seguinte mineralogia: estaurolita, turmalina, cianita, zircão, rutilo e mica.

A **estaurolita** ($\text{Fe}_2\text{Al}_9\text{O}_7(\text{SiO}_4)_4$), mineral mais abundante, ocorre como grãos subangulosos a subarredondados, por vezes apresenta superfície rugosa, bordas corroïdas exibindo geminação e estrutura tipo crista de galo.

A **trumalina** ($(\text{Na,Ca})(\text{Li,Mg,Al})(\text{Al,Fe,Mn})_6(\text{BO}_3)_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{OH})_4$) ocorre como grãos de forma alongada e arredondada, predominando os arredondados. A coloração varia de azul, verde, marrom e amarela.

A **cianita** Al_2SiO_5 apresenta-se geralmente incolor sob a forma arredondada a subarredondada. Eventualmente ocorrem cristais prismáticos com bordas salientes mostrando geminação polissintética e fraturas de acordo com os planos de clivagem preenchidos por óxido de ferro.

O grãos de **zircão** (ZrSiO_4) são incolores a pardo, prismáticos e subarredondados a arredondados. Verifica-se normalmente grãos com zoneamento característico.

Os grãos de **rutilo** (TiO_2) ocorrem geralmente de forma alongada e raramente subarredondada. O vermelho intenso dos grãos é muitas vezes reforçado pelo óxido de ferro presente em sua superfície.

Encontra-se com frequência palhetas de mica com coloração marrom esverdeada e inclusões pontuais não identificadas.

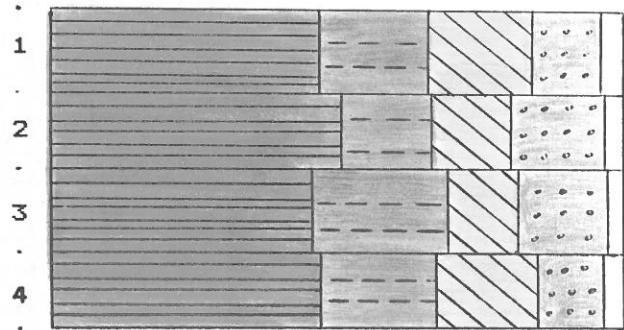
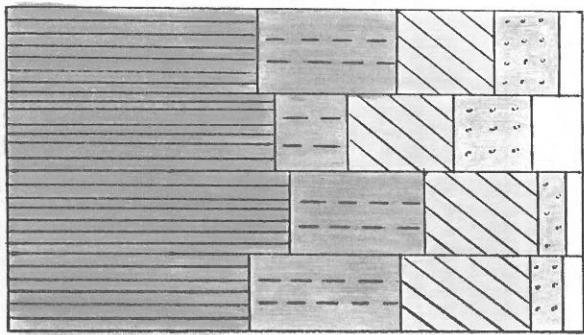
Os resultados dos dados obtidos no microscópico ótico através da contagem de grãos estão contidos nas tabelas 02 e 03, onde temos em todas as amostras a estaurolita predominando, ocorrendo cianita e turmalina em proporções variadas e em menor quantidade o zircão e o rutilo. Na figura 13 pode-se visualizar a distribuição dos minerais pesados em cada horizonte. As tabelas 04 e 05 é o resultado da quantificação dos minerais pesados nas frações grossa e fina, onde observa-se que a freqüência de minerais pesados é maior na fração fina ao longo do perfil, em termos de percentagem, do que na fração grossa.

Tabela 02 - Abundância dos minerais pesados na fração grossa

MINERAIS\HORIZ.	SOLO	CONCRECIONARIO	MOSQUEADO	PALIDO
ESTAUROLITA	43.5	45.4	48.8	41.6
TURMALINA	23.3	13.1	24.4	16.5
CIANITA	16.5	17.7	19.5	22.2
ZIRCAO	11.1	12.3	3.2	6.8
RUTILO	4.9	11.1	4.1	2.2

Tabela 03 - Abundância dos minerais pesados na fração fina

MINERAIS\HORIZ.	SOLÔ	CONCRECIONARIO	MOSQUEADO	PALIDO
ESTAUROLITA	45.5	48.3	44.8	45.5
TURMALINA	19.6	17.1	24.4	21.3
CIANITA	17.1	13.7	11.5	17.6
ZIRCAO	13.1	16.3	16.2	11.4
RUTILO	4.7	4.6	3.1	4.2



1-Horizonte de Solo

2-Horizonte Concrecionário

3-Horizonte Mosqueado

4-Horizonte Pálido



Estaurolita



Turmalina



Cianita



Zircão



Rutílio

Figura 13 - Distribuição dos minerais pesados em cada horizonte.

Tabela 04 – Quantificação dos minerais pesados na fração grossa

AMOST.	FRAÇÃO GROSSA	PESADO GROSSO	% PESADOS
C1	196.70 g	1.370 g	0.69 %
C2	100.70 g	0.300 g	0.29 %
C3	38.30 g	0.270 g	0.70 %
C4	22.50 g	0.520 g	2.31 %
C5	51.30 g	0.128 g	0.23 %
C6	109.10 g	0.447 g	0.40 %
C7	2.49 g	---	---
C8	2.20 g	---	---
C9	---	---	---
C10	163.60 g	0.890 g	0.54 %

Tabela 05 – Quantificação dos minerais pesados na fração fina.

AMOST.	FRAÇÃO GROSSA	PESADO GROSSO	% PESADOS
C1	102.80 g	0.400 g	0.38 %
C2	56.03 g	0.450 g	0.80 %
C3	20.50 g	0.090 g	0.43 %
C4	21.30 g	1.270 g	5.96 %
C5	19.60 g	0.145 g	0.73 %
C6	17.80 g	0.070 g	0.39 %
C7	12.33 g	---	---
C8	2.80 g	---	---
C9	---	---	---
C10	19.70 g	0.260 g	1.31 %

3.4 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS HORIZONTES

De acordo com os resultados obtidos pela análise química realizada pela GEOSOL/GEOLAB (Tabela 06) tem-se a sílica (SiO_2) predominando em todo o perfil com teores mais elevados no topo do perfil (80.4%) e teores mais baixos na base do perfil (51.3%). O Al_2O_3 tem comportamento inverso ao anterior e teores no topo de 10,6% e na base 24.3%. O Fe_2O_3 apresenta uma concentração maior no horizonte concrecionário com teor de 20.3%, no horizonte mosqueado, teor de 5.6% e nos outros horizontes fica em torno de 3%. Na rocha mãe o teor sobe para 4.2%, provavelmente devido a ocorrência de pirita, pois é justamente nesta amostra que o teor de enxofre é anômalo com 2.5% sendo que no restante do perfil este teor não é superior a 0.033%. Os demais elementos apresentam um teor abaixo da média crustal.

Tabela 06 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS QUATRO HORIZONTES E MÉDIA CRUSTAL

	solo C2	concrec. C3	mosquea. C4	p á l i d o C6	rocha mae C8	média crustal	
SiO ₂	80.40	49.40	69.20	90.04	59.50	51.30	59.2 wt%
Al ₂ O ₃	10.60	18.40	20.40	5.50	24.90	24.30	15.3 wt%
Fe ₂ O ₃	2.20	20.30	5.60	0.94	3.10	4.20	7.4 wt%
FeO	0.29	0.58	0.21	0.14	0.14	0.59	6.4 wt%
CaO	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	5.0 wt%
MgO	0.10	0.10	0.11	0.10	0.13	0.14	3.4 wt%
Na ₂ O	0.01	0.02	0.04	0.01	0.04	0.05	3.8 wt%
K ₂ O	0.02	0.07	0.44	0.09	0.51	0.55	3.1 wt%
MnO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1 wt%
TiO ₂	1.20	1.40	1.50	0.25	1.50	1.60	0.7 wt%
P ₂ O ₅	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.2 wt%
Cr ₂ O ₃	0.02	0.12	0.02	0.01	0.03	0.03	0.1 wt%
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	- wt%
F	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.6 wt%
P.F	5.00	9.14	2.30	2.61	9.93	17.10	
SO.TO	99.76	99.55	99.84	99.95	99.86	99.96	
O=F	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
SO.FI	99.75	99.55	99.84	99.95	99.86	99.95	
S	0.01	0.03	0.03	0.02	0.03	2.50	260 ppm
Fe	1.77	14.65	4.08	0.77	2.28	3.39	5.6x10 ⁴ ppm
C1	20.00	27.00	20.00	20.00	61.00	77.00	130 ppm

Teor médio crustal segundo MAYSON, B. and MOORE, C.B., 1982. In: KLEIN and HURLBUT, Jr. Manual of Mineralogy. 1993.

Os resultados obtidos pela absorção atómica para Fe₂O₃ e Al₂O₃ são bastante semelhantes aos resultados das análises do GEOSOL, como se pode observar na tabela 07.

TABELA 07 - CONCENTRAÇÃO DE Fe₂O₃ E Al₂O₃ OBTIDA POR ABSORÇÃO ATÓMICA PELO AUTOR.

AMOSTRA	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	%
C1	2.30 %	10.55 %	
C4	4.68 %	22.07 %	
C5	1.51 %	6.67 %	
C6	1.18 %	8.59 %	
C7	3.98 %	26.93 %	
C8	3.13 %	27.94 %	
C10	7.04 %	19.40 %	

3.5 - ELEMENTOS TRAÇOS

Foram também analisados pela GEOSOL/GEOLAB os teores dos elementos traços e pelo CG analisou-se Rb, Sr, Y, Zr e Nb, cujo os resultados podem ser comparados nas tabelas 08 e 09. Dos elementos analisados na rocha mãe, apenas Co, Cu, Pb, Sc, Zr, Nb, Y, Ga estão acima da média crustal. Já no horizonte pálido os teores diminuem, principalmente os de Co, Cu, Pb, Sc, V, Y. No horizonte mosqueado elevam-se os teores de B, V, Zr e Ga, de mesma forma no concretionário. Já no solo os teores de V e Ga diminuem abruptamente, enquanto Zn e Y aumentam. Esse padrão de distribuição dos elementos é compatível com aqueles de perfil lateríticos.

Tabela 09 - CONCENTRAÇÃO DOS ELEMENTOS TRAÇOS E MÉDIA CRUSTAL

	SOLO C2	CONCRE. C3	MOSQUE. C4	P A L I D O C6	R. MÃE C8	MÉDIA CRUSTAL	
B	68	50	44	14	14	10	ppm
Ba	34	65	164	68	200	425	ppm
Co	<5	<5	<5	<5	200	25	ppm
Cu	14	25	24	54	420	55	ppm
Pb	<10	36	34	20	<10	13	ppm
Sc	15	28	31	5	26	22	ppm
V	160	1240	192	100	186	135	ppm
Sr	24	22	62	19	66	375	ppm
Zr	1540	850	1050	220	530	165	ppm
Nb	<20	<20	<20	<20	54	20	ppm
Y	44	28	36	<10	38	33	ppm
Zn	<200	<200	<200	<200	<200	70	ppm
Ga	16	53	40	<5	30	15	ppm

Teor médio crustal segundo MAYSON, B. and MOORE, C.B., 1982. In: KLEIN and HURLBUT, Jr. Manual of Mineralogy. 1993.

TABELA 09 - CONCENTRAÇÃO DE Zr, Y, Nb, Rb e Sr OBTIDOS POR FRX (CG)

AMOSTRA	Rb	Sr	Y	Zr	Nb
C1	05	14	21	1128	29
C2	04	16	20	898	25
C3	04	21	23	888	28
C4	21	46	19	591	24
C5	04	07	<10	159	10
C6	07	11	<10	121	11
C7	27	35	16	294	19
C8	27	40	23	376	27
C9	29	42	28	303	25
C10	05	09	<10	080	<08
MÉDIA CRUSTAL 90	375	33	165	20	

Teor médio crustal segundo MAYSON, B. and MOORE, C.B., 1982.
In: KLEIN and HURLBUT, Jr. Manual of Mineralogy, 1993.

3.6 - MINERALOGIA

A análise por difração de raios-x mostra que o quartzo e a caolinita estão presentes ao longo de todo o perfil. A concentração destes dois minerais é inversamente proporcional, sendo o quartzo mais abundante nos horizontes superiores (solo e concretionário), e a caolinita mais abundante no horizonte pálido (inferior), no horizonte mosqueado a concentração é equilibrada. Verifica a presença de muscovita nos dois horizontes inferiores e de hematita e goetita nos horizontes á cima do pálido (Figuras 14.a e .b).

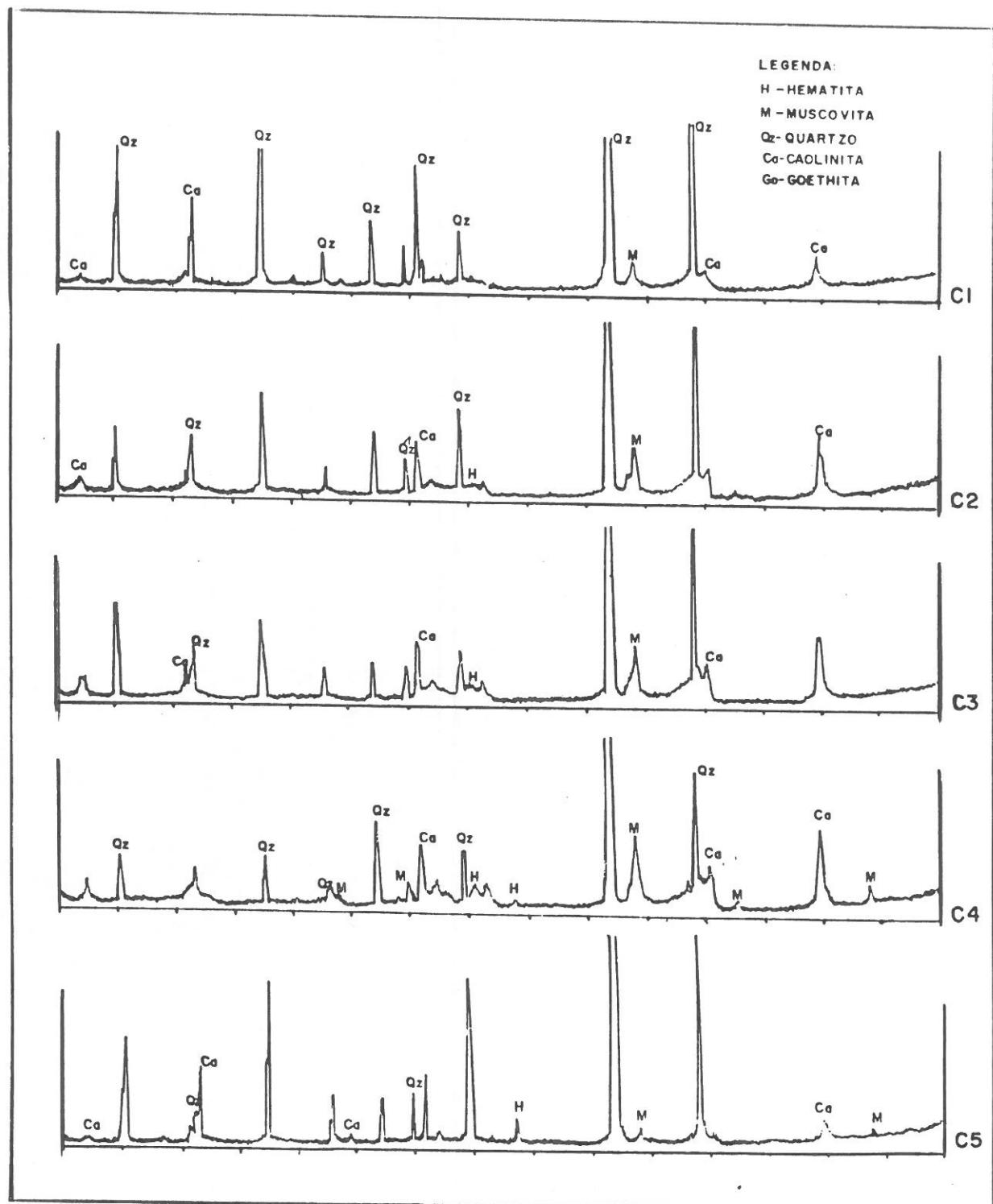


Figura 14.a - Padrões difratométricos de cada amostra (amostra total).

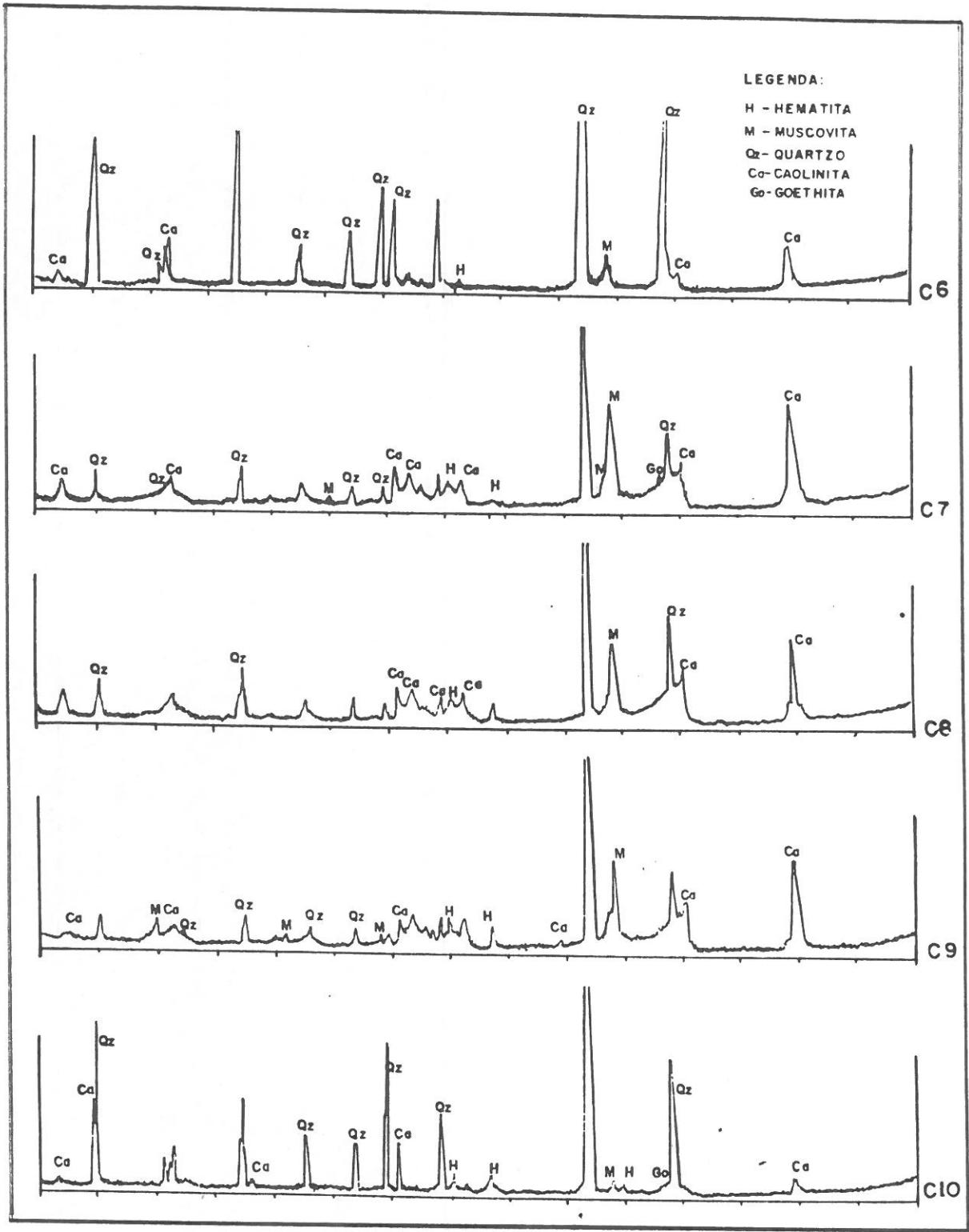


Figura 14.b - Padrões difratométricos de cada amostra (amostra total).

3.7 - pH NO PERFIL

A figura 15 mostra a variação do pH no perfil e compara com estudos feitos anteriormente, no caso, o trabalho de AVELAR (1991). Os resultados obtidos variam entre 4.48 e 5.25. No horizonte de solo os valores são mais elevados diminuindo em direção a base do perfil. Os valores mais baixos encontram-se na zona saprolítica, onde a rocha mãe apresenta valor igual a 4.48.

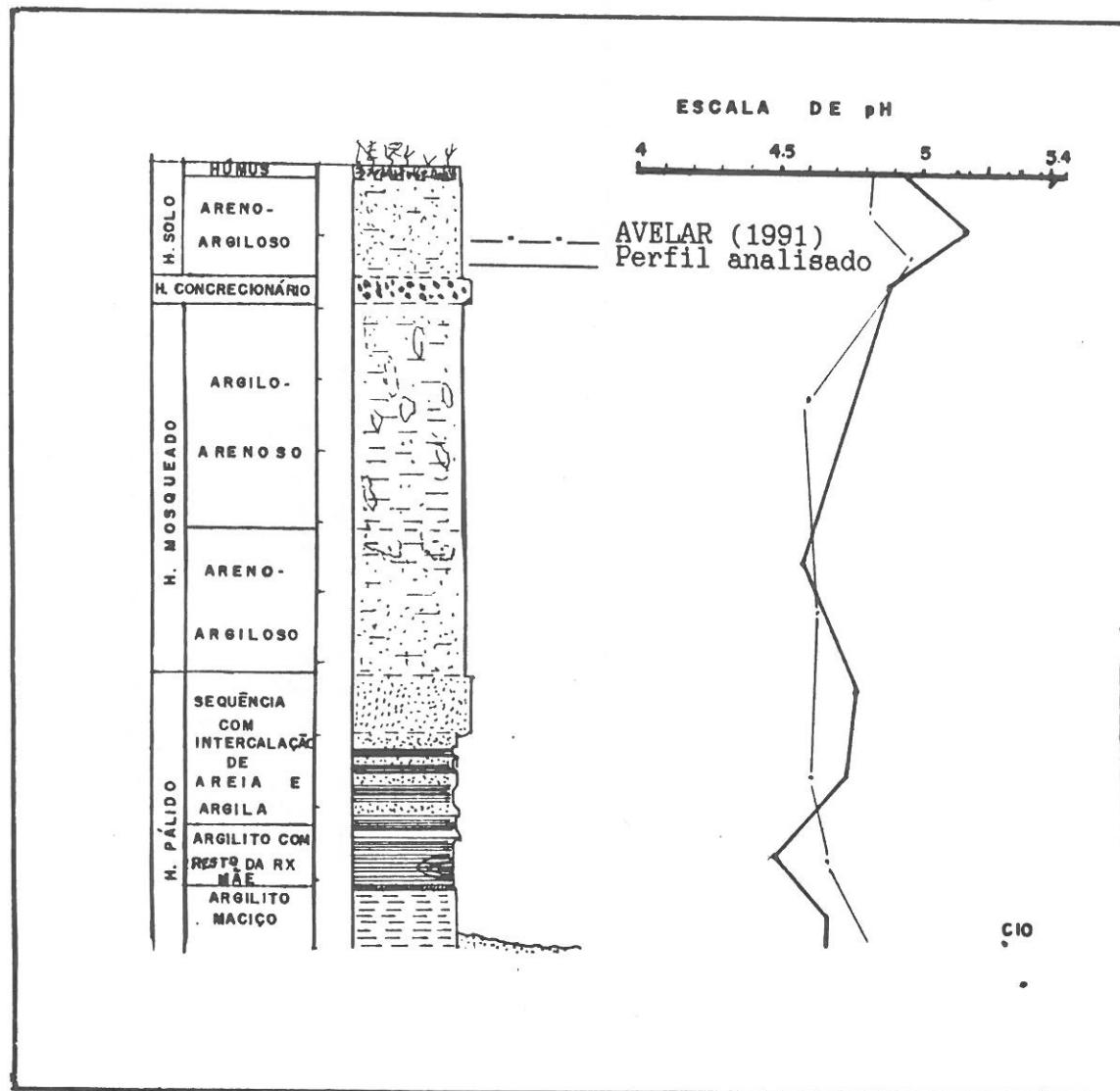


Figura 15 – Variação do pH ao longo do perfil

3.8 - FISICO-QUIMICA DAS AGUAS

Os resultados obtidos das análises químicas e fisico-químicas, estão impressos na tabela 10, e mostram grandes similaridades entre as amostras, que em geral, apresentam baixas concentrações e teor de ferro dentro dos limites de potabilidade permitido pela OMS. O pH é ácido em todos as amostras, bem abaixo do pH ideal para água potável (pH=6-7).

Tabela 10 - RESULTADO DA ANALISE FISICO-QUIMICA DE AGUAS SUBTERRANEAS DE OUTEIRO E MOSQUEIRO

PARAMETROS ANALISADOS	UNIDADES	OUT/1	OUT/2	MOS/1	MOS/2
TEMPERATURA	°C	23.5	23.5	24	24
pH		4.12	3.02	4.18	3.45
CONDUTIVIDADE	umhos/cm	28.0	23.0	27.0	28.0
D.D.	mg/l	4.91	4.75	2.51	7.75
Eh	volt	387	407	341	336
COR	H.C	--	--	--	--
TURBIDEZ	mg/l SiO ₂	10.0	9.0	14.0	7.0
ALCAL. TOTAL	mg/l CaCO ₃	3.12	3.12	4.16	7.28
ACIDEZ	mg/l CaCO ₃	6.98	15.46	16.46	3.50
CLORETO	mg/l Cl ⁻	1.72	1.47	1.96	2.21
SILICIO	mg/l Si	2.10	2.00	3.10	2.23
FERRO TOTAL	mg/l Fe	0.03	0.08	0.01	0.11
DUREZA TOTAL	mg/l CaCO ₃	6.94	6.94	9.74	13.93
SODIO	mg/l Na	2.22	1.91	1.69	1.70
POTASSIO	mg/l K	0.15	0.18	0.46	0.45
CALCIO	mg/l Ca	1.13	1.13	1.69	2.25
MAGNESIO	mg/l Mg	1.00	1.00	1.34	2.02
NITRATO	mg/l NO ₃	0.70	0.48	0.31	0.27
SULFATO	mg/l SO ₄	--	--	--	2.45
FOSFATO TOTAL	mg/l PO ₄	0.31	0.28	0.28	0.32

IV - DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

As discussões aqui apresentadas serão com base nos dados colhidos durante todas as fases citadas anteriormente, assim como, quando necessário, reportaremos aos dados bibliográficos, principalmente de BORGES e ANGÉLICA (1986), ARAI (1988), ROSSETTI et al. (1989) e COSTA et al. (1991).

De acordo com a descrição do perfil escolhido, foi observada a ocorrência dos horizontes de solo, concretionário, mosqueado e pálido. A granulometria observada na análise granulométrica não reflete a granulometria original em todas as amostras, e sim, a granulometria atual do perfil alterado. Como já foi enfatizado anteriormente, o que se pode dizer com base nesta análise é que o mosqueamento se instalou sobre a fração arenosa-argilosa e o horizonte pálido se sobrepôs à fração argilosa. Quanto ao horizonte concretionário a granulometria está totalmente alterada pelas concreções.

A assembléia de minerais pesados identificada neste trabalho, onde tem-se o predomínio de estaurolita, cianita e turmalina, é semelhante ao do trabalho de GOES e TRUCKENBRODT (1980). Esses autores, através do estudo de minerais pesados dos Sedimentos Barreiras da região Bragantina, admitem os xistos da Formação Santa Luzia (Proterozóico Inferior) como área fonte desses sedimentos.

Observando a variação de pH ao longo do perfil, verifica-se que o mesmo varia entre 4.4 e 5.2. Os valores decrescem do topo para a base do perfil, com o menor valor ocorrendo na rocha mãe. Esta informação indica que o ambiente deposicional dessas argilas era ácido e redutor, pois sem esta condição o enxofre não se combinaria com o ferro para a estabilização em pirita. Os restos de folhas encontrados com

pirita, indicam uma região de planicie de lama com influência de maré.

A derivação do perfil laterítico a partir de rochas pelíticas/psamíticas, guardam ainda quimismo com teores altos de SiO₂. A ausência do horizonte aluminoso e/ou fosfático, grande abundância de estruturas primárias e pequena espessura dos perfis, comprovam a natureza imatura do perfil. Como se trata de um perfil imaturo, sua iniciação não pode ir além do Pleistoceno Inferior cujo o clima segundo TRICART (1985) foi úmido, favorecendo a iniciação da lateritização, com a formação de uma zona inferior rica em oxi-hidróxido de ferro. No Pleistoceno Médio, provavelmente ocorreu o encorajamento parcial quando o clima foi semi-árido. Ciclos alternados de aridez e umidade durante o Pleistoceno Superior até o Holoceno, foram responsáveis pela frequência de linhas de pedras delgadas e desordenadas envolta em latossolo. Este período deve ser o responsável pelo paleo-colúvio descrito por SA (1969) como Pós-Barreiras e mencionada por COSTA et al. (1991) como uma unidade edafoestratigráfica.

V - BIBLIOGRAFIA

- ABREU, F.A.M.; HASUI, Y. 1980. Estruturas da Formação Gurupi e Santa Luzia. In: CONG.BRAS.GEOL., Anais...Camboriú, Resumos Bol. n° 2, Camboriú, p. 269.
- ACKERMANN, F.L. 1969. Esboço para a Geologia entre a Cidade de Belém-Rio Gurupi e Atlântico-Rio Guamá. IUP, Belém, 90p.
- ALHEIROS, M.M.; FILHO, M.F.L.; MONTEIRO, F.A.J.; FILHO, J.S.O. 1988. Sistemas Depositionais na Formação Barreiras no NE Oriental. In: Anais XXXV CONG.BRAS.GEOL. Belém-Pa. V.2 p.753-756.
- ARAI, M.; ROSSETI, D.F.; GOES, A.M. 1988. Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no nordeste do Estado do Pará. In: CONG.BRAS.GEOL., 35, Belém, 1988. Anais... SBG, v.2, p.738-752.
- AVELAR, J.O.G. 1991. Descrição geológica, micromorfológica e mineralógica dos lateritos da Ilha de Outeiro. IC/CNPq, CG/UF Pa, 26 p, anexos.
- BORGES, M.S. & ANGÉLICA, R.S. 1986. Levantamento geológico da Ilha de Mosqueiro, Estado do Pará. IC/CNPq, CG/UFPa, 33 p, anexos.
- BRASIL/DNOCS. 1970. Saneamento dos campos de Bragança. Relatório Provisório. Belém 623p.
- BRASIL/IBGE/SUDAM.1990. Projeto Zoneamento das Potencialidades dos Recursos Naturais da Amazônia Legal. Rio de Janeiro.
- COSTA, M.L. 1984. A dinâmica da formação das lateritas: o exemplo do NE do Pará e NW do Maranhão. CONG.BRAS.GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais... SBG, v. 10, p 1823-1837.
- COSTA, M.L. 1991. Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia Revista Brasileira de Geociências vol.21, n.2. p.146-160.
- COSTA, M.L.da; ANGÉLICA, R.S.; AVELAR,J.O.de.1991. Outeiro e Mosqueiro: Exemplo de Evolução Imatura.Simp. Geol. Amaz., 3, Belém-Pa. 1991. Anais...SBG,p479-494.

COSTA, W.A.de M.; COSTA, M.L.da; FERREIRA, M. de J.C. 1991. Espectro de Minerais Pesados no Perfil Laterítico Fosfático de Sapucaia(Nordeste do Pará). Simp. Geol. Amaz., 3, Belém-Pa. 1991. Anais...SBG,p512-526.

FARIAS, E.S.; NASCIMENTO, F.S.; FERREIRA, M.A.A. 1992 . Relatório Final - Área Belém/Outeiro. Estágio de Campo III: CG/UFFa, 199 p.

GOES, A.M. & TRUCKENBRODT, W. 1980. Caracterização faciológica e interpretação paleoambiental dos sedimentos Barreiras na região Bragantina NE do Pará. CONG.BRAS.GEOL. 31, Camboriú 1980. Anais... SBG, v.2. p. 766-771.

GOES, A.M.; ROSSETTI,D.F.; NOGUEIRA,A.C.R.; TOLEDO, P.N. 1990. Modelo Depositional Preliminar da Formação Pirabas no NE do Estado Pará. Bol. Mus. Par. Emilio Goeldi nº2 p.3-15

GOLDSCHMIDT, V.M.1954. Geochemistry (Ed.A.MUIR). Oxford University Press, London.W.1

HASUI, Y.; ABREU, F.A.M.; VILLAS, R.N.N. 1984. Província Parnaíba. O Pré-cambriano do Brasil. São Paulo. Ed. Edgard Blucher. 378 p.

KATZER, F. 1933. Geologia do Estado do Pará. Trad. Frei Hugo Mense. Bol.MPEG, v.9,260p.

KEAUSKOPF, K.B. 1972. Introdução à Geoquímica; Tradução de Michal Lando e PAulo S. C. Bogus. São Paulo.Polígono, Ed. da USP.1972.v.II.31ip.

KLEIN, C. e HURLBUT Jr.,C.S.1993. Manual of Mineralogy - After James D. Dana. Ed.John Wiley & Sons. INC. New York. 681p.

PASTANA et al. (no prelo). Geologia das Folhas Turiaçu e Pinheiro, Nordeste do Estado do Pará e Noroeste do Maranhão. Convênio CPRM/DNPM.

PINHEIRO, R.V.L. 1987. Estudo hidrodinâmico e sedimentológico do estuário do Guamá - Belém-Pa. Tese de Mestrado. CG/UFFa.

ROSSETTI, D. F.; TRUCKENBRODT, W.; GOES, A.M. 1989. Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos Barreiras e Pós-Barreiras na região Bragantina, nordeste do Pará. Bol.MPEG, 1(1):25-71.

SA, J. H. S. 1969. Contribuição à geologia dos sedimentos terciários e quaternários da região Bragantina, Estado do Pará. Bol. Geol. nº 3 (UFRJ): 21-36.

SCHELLMANN, W. 1980. Considerations on the classification of laterites. In: INT. SEMINAR ON LATERITIZATION PROCESSES, 1. Trivandrum, 1979. Proceeding... Trivandrum, Oxford & Ibh. p.1-10.

TAYLOR, S.R. 1964. "Abundance of Chemical Elements in The Continental Crust." Geochim et Comsmochim. Acta, vol.28. p.1280-1281.

TRICART, J. 1985. Evidence of Upper Pleistocene dry Climates in Northern South America. In: DOUGLAS, I. & SPENCER, T. (Eds.). Environmental Change and Tropical Geomorphology. George Allen & Unwin, London, 197-217.