

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA E PEDOLÓGICA DA REGIÃO NORTE DO
ESTADO DO CEARÁ.

SIMONE FERREIRA DINIZ

Orientador: Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez Rueda

Tese de Doutorado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente-Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente, para obtenção do Título de Doutor em Geociências e Meio Ambiente.

Rio Claro (SP)
2010

551.41 Diniz, Simone Ferreira
D585c Caracterização fisiográfica e pedológica da região norte
do estado do Ceará / Simone Ferreira Diniz. - Rio Claro :
[s.n.], 2010
132 f. : il., figs., gráfs., forms., tabs., fots., mapas + texto
com fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Jairo Roberto Jiménez-Rueda

1. Ciência do solo. 2. Pedologia.. 3. Fisiografia. 4.
Paisagem. 5. Bacia hidrográfica. I. Título.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda

Prof. Dr. Juécio Tavares de Mattos

Prof. Dr. Arquimedes Peres Filho

Prof(a). Dr(a). Maria Margarita Torres Moreno

Prof. Dr. Miguel Cooper

SIMONE FERREIRA DINIZ

Rio Claro, 24 de setembro de 2010.

Resultado _____

Aos meus pais Aduino e Lúcia,
Meus irmãos Beto, Ângela e Dalúcio
Meus sobrinhos e amigos.

Agradecimentos

A FUNCAP, FUNDUNESP, FAPESP, CAPES, CNPq pelo suporte financeiro.

A FUNCEME pela base de dados fornecida, AQUASIS, COGHER.

Ao meu orientador Jairo Roberto Jimenéz-Rueda.

Aos meus amigos do Ceará Humberto, Vilma, Gustavo, Mayra, Leiliane, Magnólia Igor, Diones, Denise, Gabi e Ana, Juliana, Cássio, Paulo (meio cearenses).

Aos meus colegas da Pós Graduação em Geociências e Meio Ambiente, especialmente ao Tito, Patric, Cesar e Fabiola.

RESUMO

Os sucessivos eventos geológicos e ambientais estão representados na evolução da paisagem por meio de unidades fisiográficas e por meio de registros com interações de fatores e processos intensos. Deste modo, a caracterização e análise fisiográfica é ferramenta essencial no conhecimento desses eventos. Este trabalho visou o cruzamento de diversos dados físicos, químicos e mineralógicos da região Norte do Estado do Ceará e áreas homologas com informações espaciais (geomorfologia, pedologia, geologia, uso da terra, elevação e declividade) em ambiente CAD. A região Norte do Estado do Ceará é caracterizada por unidades policíclicas de origem marinha, paleo-marinha, paleo-fluvial, fluvial, estrutural e deposicional. Os solos estudados são desenvolvidos a partir do Grupo Serra Grande, Formação Barreiras e sedimentos inconsolidados. Para caracterizar as unidades fisiográficas e pedológicas foram realizadas coleta de amostras de solo e rocha, sendo processadas em laboratório para caracterizações físicas, químicas e mineralógicas. Nas superfícies fisiográficas foi possível identificar os vários processos que atuaram e atuam na evolução da paisagem. Os resultados permitiram avaliar a aplicação desta ferramenta no planejamento e gestão do meio físico e uso da terra de forma sustentável.

Palavras-chave: fisiografia, paisagem, bacia hidrográfica.

ABSTRACT

The successive geological events and environmental have been represented in the landscape by physiographic units and through records with factor interactions and intense process. Thus, the characterization, and physiographic analysis have been an essential tool in understanding and characterize these events. This work aimed the crossing of several physical, chemical and mineralogical data from the North river lower course and homologous areas with spatial information (geomorphology, pedology, geology, earth use, elevation and slope) in CAD environment for characterization evaluative and physiographic from the Ceará State. The north / northeast State of Ceará is characterized by polycyclic units of marine origin, palaeo-marine, palaeo-river, river, depositional and structural. The soils are developed from the Serra Grande Group, Training Barriers and unconsolidated sediments. To characterize the soil and physiographic units were collecting samples of soil and rock, being processed for physical characterizations, chemical and mineralogical. Physiographic surfaces was possible to identify the various processes that act and act in the evolution of the landscape. The results allowed evaluating the application of this tool in planning and managing the physical environment and earth use in a sustainable manner.

Keywords: physiographic, landscape, hydrographic basin.

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1: Localização da área de estudo.....	17
Figura 2: Domínios geológicos da porção norte da Província Borborema (FETTER, 2000)...	18
Figura 3: Mapa dos tipos climáticos do Estado do Ceará (IPECE, 2007).....	21
Figura 4: Mapa das unidades fitoecológicas do Estado do Ceará (IPECE, 2007).....	26
Figura 5: Mapa Morfoestrutural do Estado do Ceará.....	52
Figura 6: Mapa de traços de juntas.....	53
Figura 7: Mapa de lineamentos estruturais.....	54
Figura 8: Mapa de densidade de cruzamento de lineamento estrutural.....	55
Figura 9: Mapa Fisiográfico da Área de Estudo.....	57
Figura 10: Paisagem representativa do Planalto Alto (Planalto da Ibiapaba-CE), perfil de solo com processos policíclicos de erosão. A – Topo do planalto da Ibiapaba; B – Vegetação acompanha as áreas drenadas pelo rio Coreaú-CE, C – Galhos retorcidos em meio os conglomerados existentes na massa do solo; D – Perfil de solo amostrado, com diferença litológica entre horizontes.....	58
Figura 11: Planalto Alto – Elevações residuais indicativas de paleocanais e lençol freático alto.	62
Figura 12: Perfil de solo – Ibiapaba - CE.....	63
Figura 13: Planalto médio (Ipú-CE) fortemente dissecado, com presença de cascalheira concrecionária e canais de erosão. Paisagem representativa de paleoplanície fluvial.....	64
Figura 14: Material concrecionário, cascalhento com indicativos de alternância climática, apresenta material fluvial na superfície e nos horizontes do solo (presença de seixos rolados de tamanhos variados).....	66
Figura 15: Unidade Fisiográfica Sedimentar localizada na descida do planalto da Ibiapaba – CE. A – Topo do Paleolago típico de mudança ambiental intensa; B – Depósito colúvio aluvionar de encosta.).....	67
Figura 16: Planalto muito baixo (100m) com migmatitos bandados, melanocráticos, dobrados e redobrados ao longo do perfil, BR 222-CE.....	68
Figura 17: Planalto muito baixo – Relevo remanescente do Grupo Serra Grande, entre os municípios de Santana do Acaraú e Morrinhos.....	69

Figura 18: Perfil de solo em Planalto/Tabuleiro Costeiro (Região Norte do Estado do Ceará).....	70
Figura 19: Planalto/Tabuleiro Costeiro - Área tabular no município de Morrinhos-CE, mostrando ao fundo a serra da Meruoca com vista para a cidade localizada na planície fluvial, margeada pelo rio Acaraú e na posição adjacente (fundo) a planície de inundação.....	71
Figura 20: Planície aluvionar, baixo Acaraú-CE, com mata ciliar de Carnaúba. A – Planície aluvionar, médio Acaraú-CE; B – Planície aluvionar baixo Acaraú-CE.....	72
Figura 21 Planície aluvionar entre os municípios de Acaraú e Itapipoca-CE (Terraço alto).....	74
Figura 22: Paisagem estuarina - Norte do Estado do Ceará: A – Estuário do rio Acaraú-CE; B - Barcos de pesca (Baixo Acaraú-CE); C - Agroecossistema (Itarema-CE); D – Vegetação de mangue (Baixo Acaraú-CE).....	76
Figura 23 – Mangue branco (<i>Laguncularia racemosa</i>) com raízes subaéreas, Acaraú-CE. (Terraço muito baixo).....	77
Figura 24: Mantos eólicos ao longo da planície litorânea (Norte do Estado do Ceará). A – Duna longitudinal, local explorado com retirada de areia; B – Lagoa interdunar gerada pela exploração da área; C – Perfil de solo com indicativo de paleoplanície marinha (Neossolo Quartzarênico Marinho); D – Duna fixa, nordeste para sudoeste, tipo barcana, pacote de sedimentos arenosos, quartzobioclástica, com cimento de carbonato de cálcio de cores cinza claro a cinza escuro (Eolianitos).....	78
Figura 25: Percentagem granulométrica do perfil 1.....	85
Figura 26: Percentagem granulométrica do perfil 2.....	86
Figura 27: Percentagem granulométrica do perfil 7.....	86
Figura 28: Percentagem granulométrica do perfil 8.....	87
Figura 29: Percentagem granulométrica do perfil 9.....	87
Figura 30: Percentagem granulométrica do perfil 10.....	88
Figura 31: Percentagem granulométrica do perfil 11.....	89
Figura 32: Percentagem granulométrica do perfil 12.....	89
Figura 33: Percentagem granulométrica do perfil 15.....	90

Figura 34: Percentagem granulométrica do perfil 16.....	90
Figura 35: Percentagem granulométrica do perfil 17.....	91
Figura 36: Percentagem granulométrica do perfil LP1.....	91
Figura 37: Percentagem granulométrica do perfil LP2.....	92
Figura 38: Percentagem granulométrica do perfil LP3.....	92
Figura 39: Difratoograma de Raio X Perfil 1.....	101
Figura 40: Difratoograma de Raio X Perfil 2.....	102
Figura 41: Difratoograma de Raio X Perfil 7.....	103
Figura 42: Difratoograma de Raio X Perfil 8.....	104
Figura 43: Difratoograma de Raio X Perfil 9.....	105
Figura 44: Difratoograma de Raio X Perfil 10.....	106
Figura 45: Difratoograma de Raio X Perfil 11.....	107
Figura 46: Difratoograma de Raio X Perfil 12.....	108
Figura 47: Difratoograma de Raio X Perfil 15.....	109
Figura 48: Difratoograma de Raio X Perfil 16.....	110
Figura 49: Difratoograma de Raio X Perfil 17.....	111
Figura 50: Difratoograma de Raio X Perfil PL1.....	112
Figura 51: Difratoograma de Raio X Perfil PL2.....	113
Figura 52: Difratoograma de Raio X Perfil PL3.....	114

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Bases Cartográficas Integradas ao Banco de Dados.....	46
Tabela 2 - Classificação de Solos e Rochas da Região Norte do Estado do Ceará.....	81
Tabela 3 - Composição Granulométrica dos Solos Estudados (Método da Pipeta)	93
Tabela 4 - Análise Química por Fluorescência de Raios X (FrX).....	96

SUMÁRIO

	Página
1 – INTRODUÇÃO.....	13
2 – OBJETIVOS.....	14
3 – CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	14
3.1 – Fisiografia.....	14
4 – CARACTERIZAÇÃO REGIONAL E ASPECTOS FÍSICOS DA ÁREA DE ESTUDO.....	16
4.1 – Localização.....	16
4.2 – Geologia Regional.....	18
4.3 – Clima Regional.....	20
4.4 – Hidrografia Regional.....	24
4.5 – Vegetação Regional.....	25
4.6 – Geomorfologia Regional.....	30
4.7 – Pedologia Regional.....	41
5 – MÉTODOS.....	46
5.1 – Diagnóstico Zero.....	47
5.2 – Análise Morfoestrutural.....	47
5.3 – Fotointerpretação fisiográfica.....	48
5.4 – Seleção da área de estudo.....	49
5.5 – Levantamento de Campo.....	50
5.6 – Análise física dos solos (granulometria).....	50
5.7 – Análise química dos solos.....	51
5.8 – Análise de mineralogia dos solos.....	51
6 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	52
6.1 – Caracterização Morfoestrutural.....	52
6.2 – Caracterização Fisiográfica e Pedológica.....	56
6.2.1 - Unidades Fisiográficas.....	58

7 – Caracterização física, química e mineralógica de solos da região Norte do Estado do Ceará.....	84
8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	115
9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119

ANEXOS

1 – INTRODUÇÃO

A modificação de paisagens naturais no Nordeste Brasileiro, por meio do uso de técnicas de manejo da terra, vem resultando em perdas crescentes de produtividade e, muitas vezes induzem a desertificação. Geralmente são introduzidas técnicas, em projetos de cultivo trazidas de áreas de clima semelhante, de início aplicáveis em áreas alvo, muitas vezes, resultando em danosas conseqüências ao ambiente.

Nestas áreas são visíveis as marcas da ação antrópica tais como o desmatamento indiscriminado ou a substituição da vegetação autóctone, a aceleração da erosão do solo com perda de seus horizontes superficiais, o desaparecimento de ressurgências perenes e sazonais, a salinização do solo e o assoreamento dos leitos dos rios. Essa degradação, atuando de modo contínuo, tende a romper de forma permanente e praticamente irreversível o equilíbrio espontâneo desses ambientes.

A caracterização detalhada, desse ambiente e suas relações intrínsecas de estudo são ferramentas que definem a potencialidade e direcionam o uso e ocupação dessas áreas de forma sustentável. No caso particular da região Norte do Estado do Ceará, tem-se realizado estudos de zoneamento geoambiental, tomando como base a caracterização do meio físico (CPRM; 2003; IPECE, 2002; AQUASIS, 2003). Estes estudos servem como diagnóstico para focar problemas específicos em áreas de maior potencial e desenvolvimento de projetos de irrigação, carnicultura, agroindústrias e sustentabilidade familiar. Além de orientar as autoridades e comunidades na tomada de decisões socioeconômicas e de saneamento.

A partir da análise de documentos existentes sobre a área de estudo, em especial de informações litoestratigráficas, estruturais, climáticas (paleo e atuais), geomorfológicas, bióticas e socioeconômicas, os quais constituem nesta pesquisa o Diagnóstico Zero, é possível detectar as necessidades específicas da área.

Este diagnóstico serve como base e orientação na definição e priorização dos problemas nas informações básicas ou preliminares, para decidir se mantêm tais informações e/ou se completam, adequando ou se produzem, novos dados e elementos cartográficos a escalas pertinentes de caracterização, evolutiva e fisiográfica.

Assim, tomando como ponto de partida o diagnóstico zero, esta pesquisa ocupou-se com a caracterização evolutiva dessa paisagem, entendendo que a partir da mesma é possível direcionar o uso e ocupação da terra de forma sustentável.

2 – OBJETIVO

- Caracterizar as unidades fisiográficas e pedológicas da região Norte do Estado do Ceará.

3 – CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA.

3.1 – Fisiografia.

A proposta soviética de evolução e organização taxonômica das paisagens brasileiras retomada por Rueda e Mattos (desde 1985), leva em consideração a evolução continental e organização estrutural e crátons (escudos/blocos e cinturões).

Tais autores propuseram a evolução morfoclimática das paisagens, como o resultado da interação dos fatores de estruturação e esculturação da superfície terrestre, que lhes permitiu estabelecer a classificação dos solos em função da organização e evolução ecogeodinâmica dos mesmos.

Portanto, as paisagens morfoestruturais foram caracterizadas como zonais desenvolvidas fundamentalmente nos crátons/escudos os quais são mais estáveis; intrazonais, fraturas intracratônicas, que vem determinar/delimitar os blocos tectônicos, como áreas meta estáveis e azonais, que apresentam estabilidade relativa no desenvolvimento das diversas paisagens caracterizadas pela frequente atividade tectônica dos cinturões.

Assim, foi seguida a caracterização proposta por Almeida *et al.*, (1977) da divisão em 10 províncias tectônicas compreendendo: províncias fisiográficas, sub-províncias fisiográficas correspondendo com os diferentes blocos tectônicos dentro das mesmas, as regiões fisiográficas com feições geográficas (grandes serras), sub-regiões fisiográficas, paisagens eólicas, fluviais, marinhas, glaciais, vulcânicas, tectônicas e unidades fisiográficas (Zink (1987), Rueda (1989, 1993), Mattos (1989), Wens (1993), Oliveira *et. al.* (1989).

Na qual se pretende compreender, os aspectos evolutivos das paisagens e sub-paisagens existentes, permitindo que sejam delimitadas unidades geoambientais e definidas, sua capacidade de suporte natural.

Assim, todo estudo voltado à caracterização e orientação para uso e ocupação da terra, deve ser acompanhado por uma análise fisiográfica detalhada da área (MORAIS *et. al.*, 2008).

Apesar de existir certas discrepâncias sobre o termo fisiografia, entre os autores, provavelmente devido aos diferentes enfoques e aplicações que são dadas. Os autores

ingleses, segundo Derruan (1966), dão o nome à fisiografia de geografia física, da qual faz parte da geomorfologia.

Para Bennema *et. al.*, (1969) fisiografia compreende o estudo e entendimento de todos os fenômenos que determinam a aparência e características de uma paisagem.

Dessa forma, o princípio básico da análise fisiográfica é a existência de uma relação direta entre as propriedades externas de uma paisagem e suas características e processos internos, expressas nas formações superficiais. Cada unidade fisiográfica apresenta uma fisionomia reconhecível e diferenciável das adjacentes e delimita uma porção da superfície terrestre com uma morfogênese específica na qual se espera certa homogeneidade pedológica (MORAES, 2008, RUEDA *et. al.*, 2008, MATTOS *et. ali*, 2005, 2006).

Este foco na pedogênese e sua íntima associação à paisagem definem a Fisiografia, que segundo Goosen (1968) tem por objetivo descrever, classificar e correlacionar às paisagens terrestres características de determinados processos fisiográficos, de modo que o reconhecimento das paisagens possa revelar o padrão de ocorrência dos solos.

Para Casseti (2007), Ab'Saber (1969) e Goosen (1968), a geomorfologia apresenta três níveis de abordagem do meio ambiente, sendo estes a compartimentação morfológica, o levantamento da estrutura superficial e o estudo da fisiologia da paisagem. No primeiro nível, abordam-se os diferentes níveis topográficos e características do relevo; no segundo nível focam-se os depósitos correlativos, usados como testemunhos da evolução da paisagem, como os paleopavimentos e no terceiro nível, busca-se compreender a ação dos processos morfodinâmicos atuais, inserindo-se a análise do homem como agente modificador.

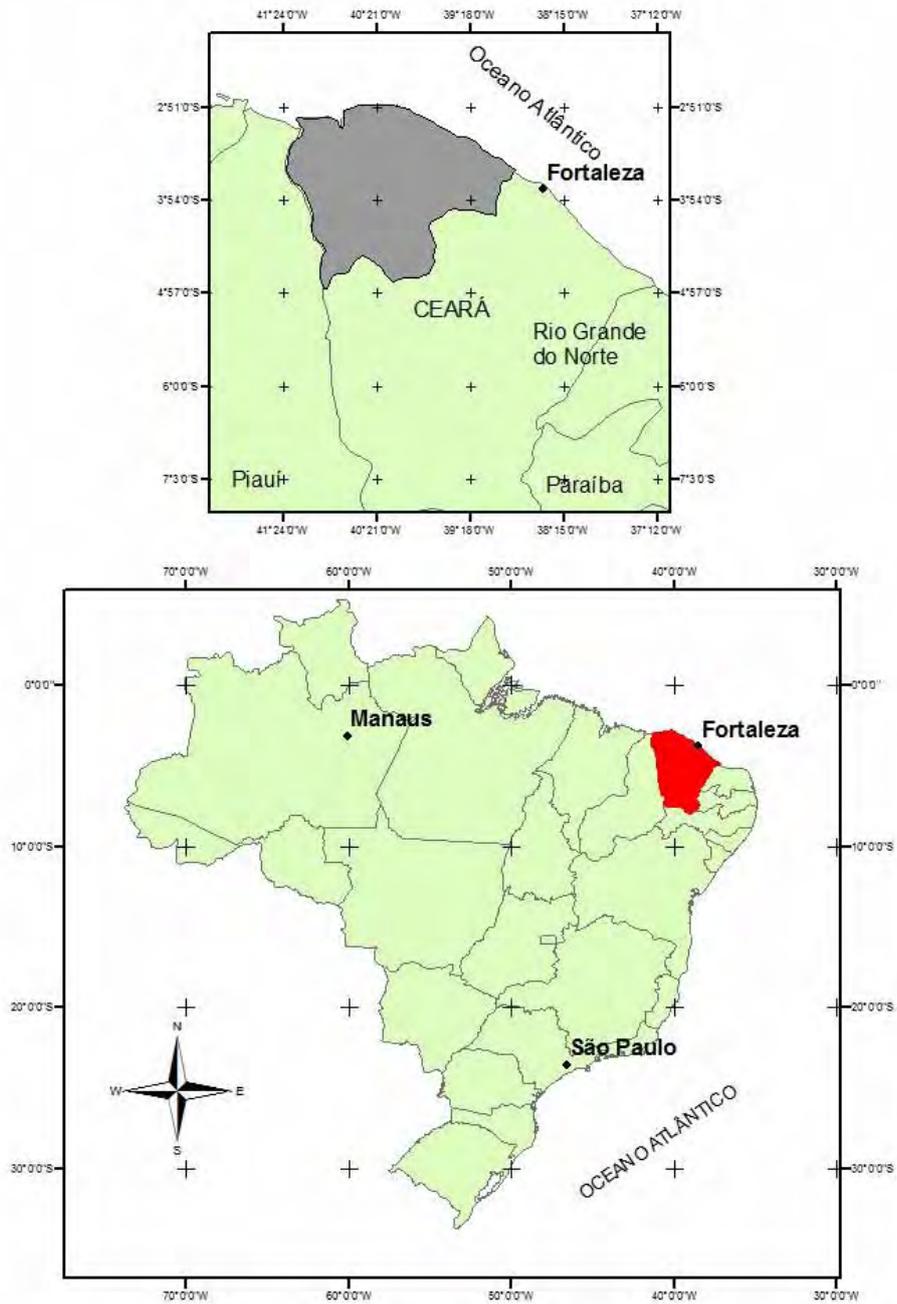
4 – CARACTERIZAÇÃO REGIONAL E ASPECTOS FÍSICOS DA ÁREA DE ESTUDO.

4.1 – Localização.

A área de estudo está localizada na região Norte do Estado do Ceará, tem como principais rios o Coreau e Acaraú com uma área drenada total de aproximadamente 14.427 km², abrangendo áreas do semi-árido e litoral (Figura 1).

Os seguintes municípios estão inseridos nesta área: Guaraciaba do Norte, Tianguá, Viçosa, Ubajara, Ibiapina, Tamboril, Hidrolândia, Pires Ferreira, Santa Quitéria, Ipueiras, Ipú, Pacujá, Graça, Mucambo, Ririutaba, Varjota, Cariré, Groaíras, Sobral, Meruoca, Alcântaras, Massapé, Forquilha, Santana do Acaraú, Morrinhos, Marco, Cruz, Bela Cruz, Acaraú, Itarema, Itapipoca.

Em relação aos aspectos morfoestruturais, o relevo apresenta características dependentes do conjunto de interferências de ordem geológica, paleoclimáticas e de processos morfoclimáticos passados e atuais. A área em estudo apresenta, ao norte, sedimentos Cenozóicos do período Quaternário (recentes) e do período Terciário da Formação Barreiras, que são agricultáveis, porém com a utilização de fertilizantes e a correção da acidez.

REGIÃO NORTE DO ESTADO DO CEARÁ.**Figura 1: Mapa de Localização da Área de Estudo.**

4.2 – Geologia Regional

O Estado do Ceará abrange três blocos crustais, juntos durante a Orogenia Brasileira/Pan-Africana, entre 640 e 580 Ma (Jardim de Sá, 1994): Domínio Noroeste do Ceará, Domínio Ceará Central e Domínio Rio Grande do Norte (FETTER *et al.*, 2000). Tais domínios são separados entre si por descontinuidades crustais de grande porte, como a zona de cisalhamento Sobral-Pedro II localizada na área de estudo, situada entre os domínios Noroeste do Ceará e Ceará Central e que faz parte da extremidade nordeste do Lineamento Transbrasiliiano, e a zona de cisalhamento de Senador Pompeu, situada entre os domínios Ceará Central e Rio Grande do Norte. Também se destacam outras feições, como as zonas de cisalhamento de Granja (Noroeste do Ceará), Tauá (Ceará Central) e Jaguaribe (Rio Grande do Norte) Figura 2.



Figura 2: Domínios geológicos da porção norte da Província Borborema (FETTER, 2000).

A compartimentação regional do relevo atual, por extensão, a fisiografia da paisagem, são conseqüentes de fatores morfogenéticos originários.

Os domínios estruturais, desde os elementos geotectônicos e geocronológicos até as variações de litotipos sob efeitos morfoclimáticos, ajudam a forjar a compartimentação regional do relevo e as feições correspondentes do modelado. O relevo regional ocorre sob a forma de domínios morfoestruturais, em terrenos de consolidação muito antigos, isto é,

escudos ou crátons constituídos de rochas ígneas de consolidação intrusivas pré-cambriana, além de bacia sedimentar pouco deformada, dita intercratônica, e em termos de depósitos sedimentares cenozóicos.

As manifestações da dinâmica externa processadas pela erosão diferencial, concernente à morfogênese e pedogênese, indicam que os aspectos crono-litoestratigráficos requerem atenção. Para tanto, as unidades lito-estratigráficas e as condições geotectônicas foram consideradas com base em RADAMBRASIL (1981), Penteadó (1983), Souza (1981, 1988, 2000, 2005), Brandão *et al.*, (2003), IPECE (2002), Ross (1999), Souza *et al.*, (2005), CPRM (2003) além de outros estudos geológicos.

Considerando essas unidades como domínios morfoestruturais, com base em Souza (1988), têm a ocorrência de embasamento cristalino que compõe o domínio dos escudos e maciços antigos, com maciços residuais e a depressão sertaneja, como formas erosivas ou destrutivas, dissecadas e conservadas em respectivo, áreas de deposição recentes, como os domínios de depósitos sedimentares Cenozóicos, com planícies fluviais, áreas de acumulação aluvial.

Formas litorâneas e tabuleiros, correspondendo a formas de acumulação e a bacia sedimentar, como domínio homônimo paleomesozóico, representado pelo Planalto da Ibiapaba, no que se refere às formas estruturais.

O material de idade Pré-Cambriana compreende complexos rochosos de migmatitos-graníticos, gnáissico-migmatítico, rochas graníticas, básicas e ultrabásicas e grupos do Pré-Cambriano Superior como intensa atividade tectônica representados por amplos setores dobrados e falhados, hoje com maior estabilidade crustal (RADAMBRASIL, 1981).

O complexo migmatítico-granítico ocorre na área centro-meridional, depressão periférica ocidental do Ceará, constituído pelas rochas pouco alteradas. Os migmatíticos mais homogêneos ponteam as superfícies aplainadas sertanejas com knick de *inselbergs*. Por seu turno, o complexo gnáissico-migmatítico compreende quartzitos, xistos e calcários cristalinos que jazem na margem direita do Acaraú, em disposição SW-NE, tangenciando ao norte litologias do Grupo Ceará, capeado por sedimentos da Formação Barreiras nas áreas terminais do vale.

Pela margem esquerda, existem rochas do Grupo Jaibaras e stocks graníticos da Meruoca-Rosário e Mucambo até o contato com o escarpamento estrutural oriental da Ibiapaba. As rochas graníticas básicas e ultrabásicas são *inselbergs* que ocorrem a oeste de Patos, com o topônimo de serra da barriga e ao oeste de Aracatiaçu, ambos os distritos de Sobral. O material datado do Paleozóico compreende inclusões graníticas da Meruoca-

Mucambo, depósitos cambro-ardovicianos do Grupo Jaibaras e siluro-devonianos do Grupo Serra Grande, Paleozóico inferior, hoje com maior estabilidade crustal. Ao longo da rodovia BR-222, a partir de Sobral, ocorrem quatro unidades litoestratigráficas componentes do Grupo Bambuí, com arenitos, ardósias, calcários e quartzitos, referentes ao Eo-Cambriano. Os granitos estão na margem esquerda do Acaraú, ao oeste da sede de Sobral, tangenciando o Grupo Bambuí e, são representados pelos maciços Meruoca-Rosário e Carnutim.

Os stocks Meruoca-Rosário e Mucambo são seccionados pelas rochas do Grupo Jaibaras, comprovadas pelas auréolas metamórficas e metassomáticas de contato que não chegam a afetar os litotipos do Grupo Jaibaras. Estes grupos apresentam granulação de grosseria genérica oriundas de plútons, apresentando comportamento discordante com essa Formação.

O Grupo Jaibaras tem quatro unidades litoestratigráficas, formando uma bacia de mesmo nome, alinhada na direção SW-NE em uma extensão de 100 km e largura de pouco mais que 10 km. Estratigraficamente se sobrepõem ao Grupo Bambuí e aos stocks ocidentais de Sobral.

4.3 – Clima Regional

As regiões semi-áridas, como os sertões nordestinos, estão sob condições anômalas com períodos longos de secas, atingindo fortemente as atividades socioeconômicas, implicando queda de produção, êxodo rural, crescimentos da miséria no meio rural e urbano. A característica mais marcante do clima no domínio morfoclimático das caatingas (AB'SABER, 1974) é a semi-aridez, com expressão da ordem de 700 a 800 km². O Nordeste do Brasil apresenta diversos tipos climáticos cujo principal fator de diferenciação é a precipitação (GUERRA, 1955). É em função das chuvas, seja pela sua quantidade ou pelo seu regime, que tais climas são distinguíveis.

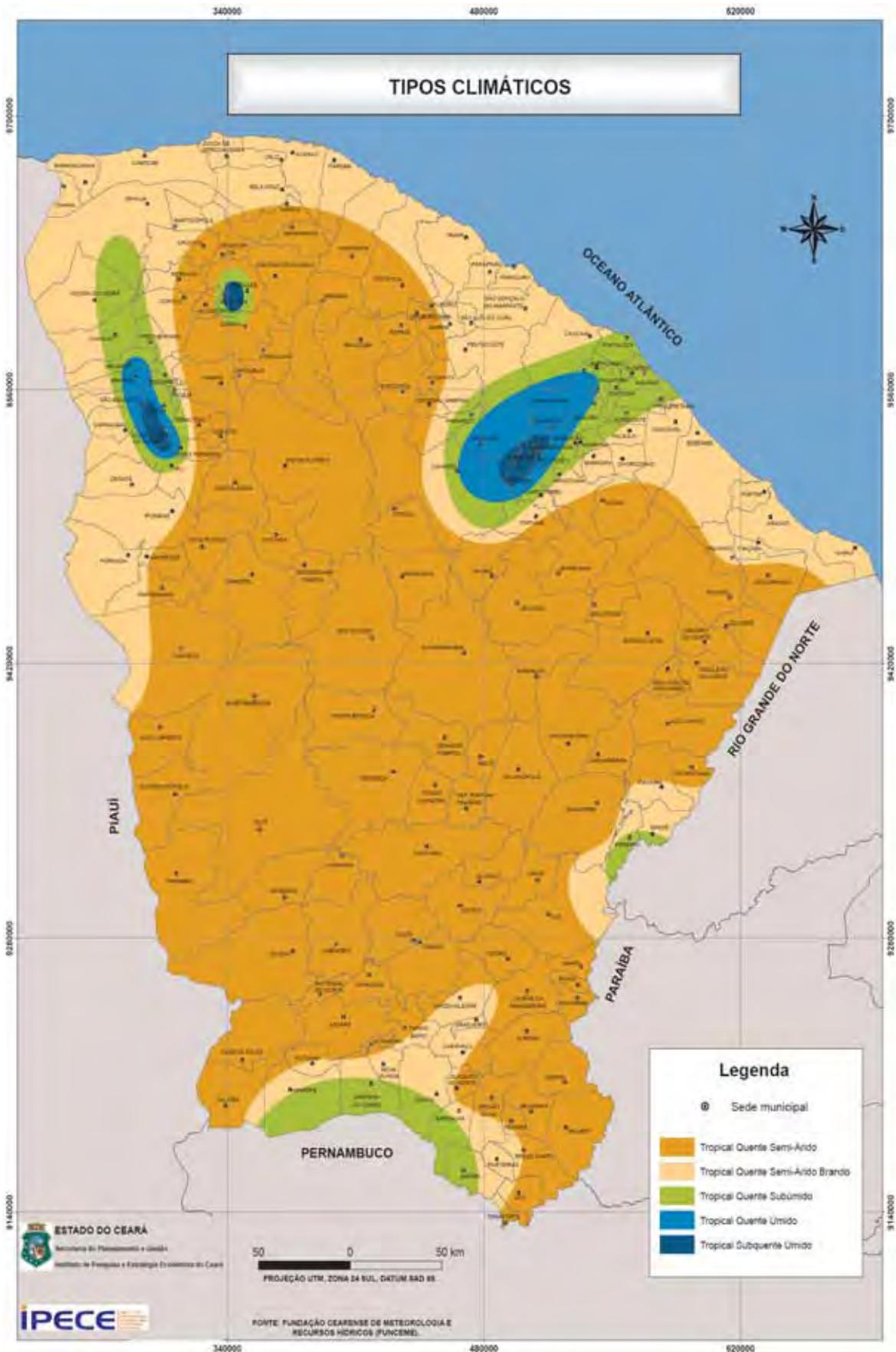


Figura 3: Mapa dos tipos climáticos do Estado do Ceará (IPECE, 2002).

Para Mensching (1987), em regiões com baixa precipitação igual ou menor a 600 mm/ano, e com poucos meses úmidos (cerca de quatro meses), o uso do solo deve ocorrer de maneira flexível, considerando a quantidade de precipitação atmosférica. Por meio da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), a previsibilidade climática operacional para o período chuvoso do Nordeste vem sendo aplicada no Ceará em tempo real, para servir de meio de divulgação, auxílio em programas de orientação agrícola e recursos hídricos e defesa civil (PROJETO ÁRIDAS, 1994).

Segundo Pinheiro (2003), no sertão cearense a insolação apresenta valores médios representativos, influenciados pelo efeito da latitude, por situar-se entre latitudes onde os raios solares caem vertical e intensivamente durante mais de 80 dias ininterruptos de solstício, ou aproximadamente 2.800 horas (IPECE, 2002).

Com foto período de quase 12 horas e, também, pelo movimento aparente do sol no Zênite, diminuindo a velocidade em relação ao equador.

Nas áreas mais continentais e, portanto, mais distante do oceano (da massa de evaporação de água), bem como porque a baixa capacidade de armazenamento de calor e mistura vertical da água não consegue amenizar as flutuações de temperatura, verificam-se influências na diminuição de temperatura se comparada aos setores terminais da bacia.

Dada a existência de uma grande massa de água restrita à porção terminal da bacia (Oceano Atlântico), não há um amortecimento de calor para amenização diária e sazonal de temperatura. Por outro lado, em virtude da proximidade da bacia ao equador solar (paralelo latitudinal logo abaixo, na vertical do sol), as temperaturas médias anuais, em termos de intervalo de variação médias/mensais em função da latitude, apresentam constância de temperaturas elevadas e, por derivação, sua baixa variação sazonal das mesmas.

Como o exemplo do Ceará, a bacia em estudo tem certa regularidade nas médias diárias ao longo do ano, mas com reduções diárias perceptíveis, bem como durante a aproximação da ZICIT, portanto, de maior nebulosidade e chuvas. Assim é que a elevação da temperatura ($\geq 30^\circ$) é influenciada, contribuindo para a escassez hídrica, provocando efeitos socioeconômicos e sobre o potencial bioecológico negativos.

Conforme Souza (2005), em razão das condições semi-áridas, com déficit hídrico superficial, o desenvolvimento de uma vegetação mais desenvolvida é dificultado, bem como o acúmulo d'água. Com pouca proteção vegetacional do solo, que chega a ser exposto, possui albedo elevado, o que provoca, à noite, redução da temperatura, por conta da refletância solar incidente durante o dia. Somente nas áreas próximas aos açudes como Araras, Edson Queiroz,

Ayres de Souza e outros e, na costa a partir da massa d'água do Atlântico, através do alto calor específico da água, a energia solar recebido durante o dia é, durante a noite, deslocada por ventos locais, mantendo mais constante a radiação noturna e, assim, menor variação.

Em sua maioria, a temperatura média no Ceará é de 26°, apresentando valores médios entre 22°C (serras) a 27°C (sertões), com amplitude em torno de 5°C, conforme IPECE (1997).

Por situar-se acima de 24°C, o mesoclima é considerado megatérmico, mas com grande diversidade de temperaturas por município. A diferença entre o município mais quente e o mais ameno atinge 13,5°C. O município mais quente é Tamboril (área muito desmatada com presença de vários afloramentos rochosos), com médias de mínimas e máximas, em respectivo de 35°C e 36°C. O município com temperatura mais amena é Graça (20,5°C). As mínimas de 12°C são registradas em Reriutaba e Varjota. No total, as médias das mínimas ficam em 22,26°C e as médias das máximas em 32,08°C. A estação com maior amplitude térmica é a de Acaraú, com oscilação de até 16°C.

A exposição de unidades litoestratigráficas predominantemente com rochas cristalofilianas, com propriedades geomorfológicas peculiares e com clima megatérmico, favorecedor de altas temperaturas e balanço hídrico deficitário, associado à escassez de chuvas, colaboram para aumentos das perdas por evaporação, provocando diminuição hídrica substancial das coleções hídricas, principalmente durante as secas. Ocorre no trimestre março-maio, o período mais úmido, o menor índice em média de 15,4%, ou 195,9 mm de evaporação anual. O trimestre set/out/nov., por outro lado, apresenta os maiores índices 34,7%. Com base na estação meteorológica de Sobral (Lat. S 3°,42' e Long. W.Grw 40°21'), As perdas por causa da evaporação, pós-chuvas, são maiores do que aquelas provenientes do escoamento superficial e infiltração, negativizando a reposição hídrica, conforme balanço hídrico da FUNCEME.

Os ventos contribuem para dispersão de sementes e amenização de microclimas, é elemento atmosférico que se associa à evaporação. Os ventos regulares sopram de janeiro a maio, de leste para oeste, dos paralelos ao equador e em sua vizinhança. Depois ocorrem os ventos irregulares, sob maior influência da umidade oceânica.

As altas temperaturas, atreladas aos ventos influem na umidade relativa do ar. Essa umidade representa variação máxima de 30%, referente aos meses de abril (85%) e agosto (55%). O valor mínimo está abaixo da média mínima registrada para o Ceará, correspondente aos sertões, com 70% (NASCIMENTO, 2003).

4.4 – Hidrografia Regional

Destacam-se como principais os rios Groaíras e Jucurutu, pela margem direita; e o Jaibaras, pela margem esquerda.

Em relação aos aspectos morfoestruturais, apresenta características dependentes do conjunto de interferências de ordem geológica, paleoclimáticas e de processos morfoclimáticos passados e atuais.

As bacias hidrográficas dos rios Coreaú, Acaraú e bacia do Litoral são áreas similares de fundamental importância para o estudo da caracterização fisiográfica da região Norte do Estado do Ceará. Por serem áreas limites e por fazerem parte do processo evolutivo da região que recebe carga detrítica e recarga fluvial originária das mesmas.

Das nascentes do rio Acaraú, no município de Monsenhor Tabosa, até chegar ao município de Varjota, o rio Acaraú é um rio seco, as cheias acontecem somente na estação chuvosa, e segundo moradores ribeirinhos, em períodos cada vez mais curtos.

No início do século XX, foi construído o açude Paulo Sarasate (Araras) que permitiu a perenização do Rio, garantindo, a partir de Varjota, a oferta de água o ano todo, fazendo com que muitas áreas das margens fossem desmatadas, indiscriminadamente, cedendo lugar a agricultura.

A partir da cidade de Sobral, primeiro grande município às margens do rio, ele sofre com a poluição dos esgotos urbanos. Há ainda grandes retiradas de areia de suas margens destinadas a construção civil acelerando o processo de assoreamento.

Na foz dos rios, nos municípios de Acaraú e Coreaú, os pescadores sofrem com os bancos de areia que prejudicam a navegação durante a maré baixa. Nas regiões da foz, a vegetação de mangue é substituída pelas fazendas de camarão, na localidade de Salgados, causando desequilíbrio ecológico como salinização de solos, diminuição de espécies da fauna, desmatamento da mata nativa como a Carnaúba. Prejudicando a população que vive da pesca artesanal e dos mariscos.

O rio Acaraú e seu tributário, o Jaibaras, comanda o sistema hidrográfico da região, juntamente com o rio Coreaú que tem sua nascente localizada no município de Ibiapina-CE, cujos divisores são representados pelos níveis elevados do maciço da Meruoca – Rosário. O rio Jaibaras encontra-se com o rio Coreaú pela margem esquerda, pouco ao sul da cidade de Sobral, de modo que, os riachos situados ao sul desta confluência, deságuam no Jaibaras, enquanto os do norte o fazem diretamente no Acaraú-CE.

Devido à predominância do período seco sobre o chuvoso, os rios apresentam-se intermitentes e a concentração desta hidrografia ocorre em função da declividade e da natureza do terreno. No trecho de formação cristalina, o relevo se apresenta aplainado e a impermeabilidade das rochas, permite o desenvolvimento de uma drenagem de padrão dentrítico. Já nas áreas sedimentares a hidrografia é mais perfeita, devido à maior permeabilidade das rochas e cursos d'água paralelos.

4.5 – Vegetação Regional

De acordo com o esquema fitogeográfico de Fernandes & Bezerra (1990), a área da bacia está dentro dos limites da Província Nordestina ou das Caatingas, correspondendo à Zona ou Domínio das Caatingas de outros autores (Figura 4).

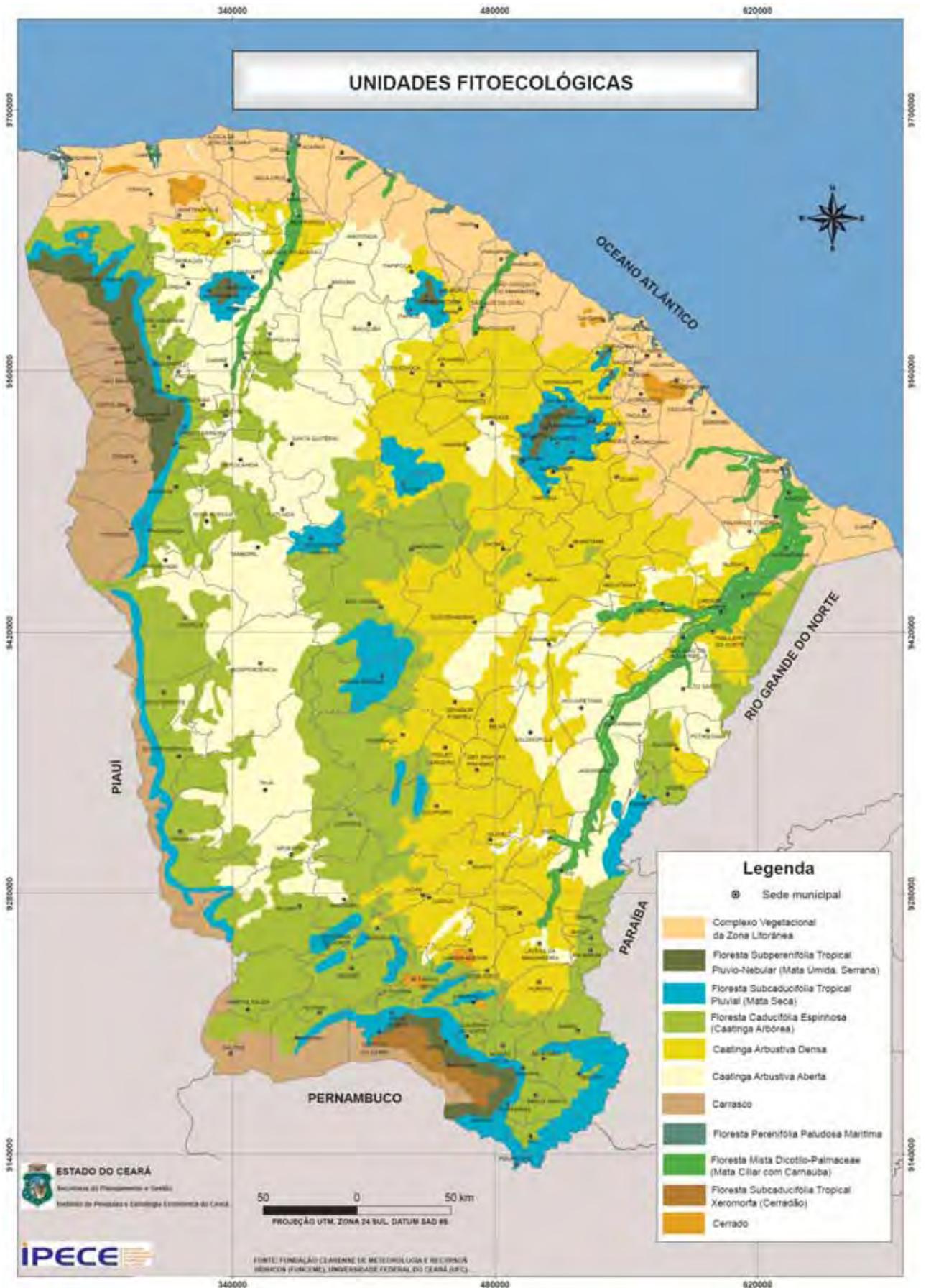


Figura 4: Mapa das unidades fitoecológicas do Estado do Ceará (IPECE, 2002).

A cobertura vegetal predominante na porção Norte do estado do Ceará, como também em todo Estado, é a caatinga, que segundo Fernandes (1990) é uma vegetação predominantemente caducifólia, com acentuado aspecto tropofítico, sobre um solo raso e quase sempre pedregoso, de extrema deficiência hídrica durante grande parte do ano (Figura 4). O termo de origem indígena significa mata aberta, clara, a que contrasta com as matas fechadas e escuras.

Conforme Fernandes (1990), os manguezais são predominantes na região, estando associado à topografia local e à presença de rios que, em seu curso superior, percorrem terrenos planos, extensos e ligeiramente acima do nível do mar. O mangue, caracterizado como uma zona de fluxos e refluxos de nutrientes entre o rio e o oceano, apresenta condições particulares de salinidade hídrica e edáfica que influenciam diretamente na distribuição das plantas e no desenvolvimento de uma vegetação particular.

As áreas estuarinas, tem uma vegetação arbórea padronizada, que, na concepção de Fernandes (1990), pode ser classificada como Floresta Perenifólia Latifoliada Paludosa Marítima. A flora dos estuários da região, assim como nos demais estuários cearenses, é representada por um conjunto taxonômico de quatro famílias botânicas e cinco gêneros, das 13 famílias e cerca de 20 gêneros que constituem os mangues em todo o mundo. São comumente identificadas no mangue as seguintes famílias e espécies: Rizoforáceas (*Rhizophora mangle* – mangue vermelho), Verbenáceas (*Avicennia schaueriana* e *A. germinans* – mangue canoé ou preto ou siriúba), Combretáceas (*Laguncularia racemosa* – mangue branco ou rajadinho; *Conocarpus erectus* – mangue-de-botão ou ratinho) e Fabáceas (*Dalbergia hecastophyllum* – bugi).

O complexo vegetacional da faixa litorânea, diferente da zona costeira do nordeste oriental, não possui uma vegetação florestal tal como aquela constituída pela Mata Atlântica do sul do Rio Grande do Norte ao norte da Bahia. Ao invés disso, verifica-se uma diversidade vegetacional e florística, reflexo das combinações de fatores climáticos, topográficos e edáficos, principalmente no que se refere ao grau de recobrimento dos tabuleiros pelos materiais clásticos (Figueiredo, 1986). Consideradas as múltiplas variações ecológicas e a influência do lençol freático, são encontrados os seguintes tipos vegetacionais presentes nessa área: vegetação pioneira das planícies e dunas litorâneas, vegetação à retaguarda das dunas e vegetação de tabuleiro.

A vegetação pioneira é constituída por plantas fixadoras, tais como salsa (*Ipomoea pes-capre*), oró (*Phaseolus ponduratus*), bredinho-da-praia (*Iresine portulacoides*), capim-barba-

de-velho (*Sporolobus virginicus*), cipó-da-praia (*Remirea maritima*), beldroega-da-praia (*Sesuvium portulacastrum*), entre outras.

Na posição à retaguarda das dunas desenvolve-se, de forma descontínua, uma vegetação florestal de flora diversificada, resultante da fixação de propágulos de espécies provenientes de outros tipos vegetacionais. Dessa forma, é comum a presença de espécies serranas, de matas úmidas e secas, e também da caatinga arbórea: João-mole (*Pisonia tomentosa*), jucá (*Caesalpinia ferrea*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), pau d'arco-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), quina-quina (*Coutarea hexandra*), tatajuba (*Chloroflora tinctoria*), copaíba (*Copaifera langsdorfii*), genipapo (*Genipa americana*), almécega (*Protium heptaphyllum*).

Os tabuleiros litorâneos, compreendidos pelos terrenos terciários do Grupo Barreiras, são encontrados elementos de uma vegetação mista, resultado da combinação de elementos próprios, ou provenientes das serras, das caatingas ou do cerrado. Destacam-se: timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum*), imbaúba (*Cecropia sp.*), pau-sangue (*Pterocarpus violaceus*), amargoso (*Vatairea macrocarpa*). Em consequência de desmatamentos, alguns elementos de caatinga podem aparecer, tais como: jurema (*Mimosa sp.*), catingueira (*Caesalpinia sp.*), camará (*Lantana camara*), imburana-vermelha (*Commiphora leptophlebos*).

A vegetação que acompanha o leito do rio, seguindo o curso em direção ao interior, após a influência marinha típica da zona estuarina, é a mata ciliar chamada formalmente de Floresta Mista Dicótilo-Palmácea (Figueiredo, 1986). A nomenclatura deve-se à sua constituição, formada pela associação de uma palmeira endêmica, típica das planícies aluviais e solos halomórficos do nordeste, a carnaúba (*Copernicia prunifera*), com espécies arbóreas, tais como o mulungu (*Erithrina velutina*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), oiticica (*Licania rigida*) e ingá-bravo, além de espécies arbustivas e trepadeiras.

Conforme Fernandes (1990), a Caatinga arbustiva, chamada pelo autor de “caatinga baixa”, representa o tipo mais generalizado de caatinga. Os indivíduos mais altos do estrato arbustivo alçam em média 2-5 m altura. São comuns afloramentos rochosos, onde se destacam cactáceas como o xique-xique (*Pilocereus gounellei*) e a coroa-de-frade (*Melocactus sp.*), bromeliácea e como a macambira (*Bromelia laciniosa*) e euforbiáceas tais como o pinhão (*Jatropha pohliana*, *J. gossypifolia*).

Os estratos definidos da caatinga arbustiva predominantes na área são o arbustivo/subarbustivo e o herbáceo. Vale salientar, a presença de lianas e a quase ausência de plantas epífitas. Entre os representantes do primeiro estrato, merecem destaque os seguintes: pereiro (*Aspidosperma pirifolium*), espinheiro preto (*Acacia glomerosa*), espinho-de-judeu (*Randia armata*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), mofumbo (*Combretum leprosum*),

marmeleiro (*Croton sonderianus*), cansanção (*Cnidoscylus urens*), mucunã (*Dioclea grandiflora*), camará (*Lantana camara*), pau-mocó (*Lutzelburgia auriculata*), jurema (*Mimosa hostilis*), facheiro (*Pilocereus squamosus*), entre outros.

A caatinga arbustiva aberta, segundo Fernandes & Bezerra (1990), caracteriza-se por uma fisionomia marcada pelo caráter espaçado de seus elementos. O estrato predominante atinge cerca de 2 m de altura, praticamente sem árvores. É comum a presença de cactáceas dispersas em solo raso e pedregoso (Neossolo Litólico), geralmente encharcado durante a estação chuvosa. Destaca-se também um estrato herbáceo, tomado por espécies efêmeras, anuais.

A caatinga arbórea é provavelmente a caatinga dos tupis. Como o próprio nome indica, mata branca ou mata aberta, clara, a caatinga era a mata dos indígenas, que assim a batizavam em contraposição às matas fechadas, escuras (FERRI, 1980; FERNANDES, 1990). Conforme esses autores, a formação arbórea original da caatinga sofreu agressões ao longo do tempo, o que a tornou empobrecida em muitos trechos da área estudada.

A estrutura vegetacional da caatinga arbórea também presente no baixo curso do rio é composta por três estratos bem definidos: um arbóreo, apresentando árvores de 8-15 m altura; outro arbustivo a subarbustivo com representantes de 2,5 m altura e, finalmente um herbáceo, efêmero, anual (Fernandes, 1990).

Destacam-se, no primeiro estrato, espécies tais como o pau-branco (*Auxemma onocalyx*), o pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), aroeira (*Myracrodunon urundeuva*), imburana-de-espinho (*Commiphora leptophloeos*), catingueira (*Caesalpinia bracteosa*, *C. pyramidalis*), pau-ferro ou jucá (*Caesalpinia ferrea*), jurema (*Mimosa hostilis*), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), maniçoba (*Manihot glaziovii*), pau-d'arco-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), pau-d'arco-amarelo (*Tabebuia serratifolia*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), entre outras.

No estrato arbustivo/subarbustivo predominam espécies próprias da caatinga arbustiva: mororó (*Bauhinia cheilantha*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), marmeleiro (*Croton sonderianus*), feijão-bravo (*Capparis flexuosa*), moleque-duro (*Cordia leucocephala*), mofumbo (*Combretum leprosum*), mucunã (*Dioclea grandiflora*), camará (*Lantana camara*), facheiro (*Pilocereus squamosus*), ameixa (*Ximenia americana*).

O estrato herbáceo, ainda muito pouco conhecido, porém diversificado, podem conter espécies tais como a melosa (*Ruellia asperula*), picão (*Bidens pilosa*), ipepaconha (*Hybanthus ipepacuanha*), croá (*Neoglaziovia variegata*), cabeça branca (*Spermacoce scabiosoides*), entre outras.

4.6 – Geomorfologia Regional

A geomorfologia do Estado do Ceará conforme Souza (1988) é caracterizada por Planície Litorânea, Planície Flúvio marinha, Planície Fluvial, Tabuleiro Costeiro, Maciços Residuais, Planaltos Sedimentares, Depressão sertaneja.

As planícies de acumulação aluvial encontram-se dispersas em meio à Depressão Sertaneja, compreendendo porções deprimidas do terreno, com solos impermeáveis que são sazonalmente alagados, conforme a quadra chuvosa, chegando a acumular uma tênue lamina d'água superficial permitindo uma colonização herbácea gramínea.

As planícies flúvio-lacustres são pouco representativas com exceção das áreas escarpadas e montanhosas. Nos tabuleiros costeiros com diâmetros variados, estreitas a montante e alargando-se nas proximidades calha fluvial, principalmente de lagoas, que podem ser intermitentes ou perenes (zonas pré-litorâneas), aparecendo conforme o nível de oscilação do lençol freático. Exibem vegetação predominantemente herbácea, sobretudo composta por gramíneas, mas também com tipos arbóreos, comumente em mata galeria. Exemplo disso é o que se verifica na lagoa do Mato, Município de Bela Cruz.

A planície fluvial do rio Acaraú, principal rio da região estudada, juntamente com a do rio Jaguaribe, apresentam as mais largas planuras fluviais do Estado, alargando-se próximas ao mar. Tanto as planícies flúvio-lacustres quanto as planícies fluviais, com destaque para os principais tributários da bacia, são formas bem características de acumulação por processos fluviais, com melhores condições edafoclimáticas no semi-árido, entretanto, apresentam solos halomórficos imperfeitamente drenados e com ocasionais problemas de salinização. Estão dispersamente distribuídas em superfícies planas, constituindo depósitos aluviais ao longo da calha do rio Acaraú e de seus principais tributários.

A montante, em terrenos cristalinos, o rio Acaraú apresenta planícies menos expressivas quando relacionadas ao seu baixo curso. Nesse setor, o rio super impõe e entalha os glaciais pré-litorâneos, ampliando consideravelmente sua área agradacional por menor competência fluvial. Neste particular, conforme Souza (2005), associando-se a função de suavização dos gradientes fluviais, ocorre à ampliação da capacidade de sedimentação fluvial que passa, então, a ser operada principalmente por meio de sedimentos finos com predomínio das frações arenosas e siltico-argilosas. Nestas condições, desenvolvem-se Neossolos Flúvicos, capeados por matas ciliares com eixos direcionados aos maiores coletores de drenagem.

Souza (1981) classificou as várzeas em varzante, várzea baixa, várzea alta e rampas de interflúvio, a partir das seguintes características. As varzantes são integradas pelo talvegue e

pelo leito maior do rio, delimitadas por diques mantidos pela vegetação arbórea, sendo que sua largura é função do regime fluvial.

As várzeas são típicas das planícies fluviais e são inundadas apenas em tempos de chuvas expressivas. Por isto, o leito maior é ocupado em seu período seco pela agricultura de varzante, fato verificado também em seu leito excepcional. Apresenta mata ciliar de carnaúba (*Copernícia cerifera*) que é perenifólia, assentada sobre depósitos aluviais arenoargilosos, chegando a compor a várzea baixa. As várzeas altas são a fácies abrigadas das inundações, com solos mais desenvolvidos com relações genéticas entre os horizontes, mantidos por cascalheiras de material quartzoso heterométrico e, em maioria, pouco arestados.

Os tabuleiros costeiros ou pré-litorâneos formam amplas planuras de deposição, constituindo depósitos correlativos, relacionados à erosão diferencial processada no semiárido, constituindo típicos glaciais de deposição pré-litorâneos. Situam-se à retaguarda do campo de dunas em contato não ruptural com as depressões sertanejas em até 40 km a montante. Geralmente não ultrapassa os 40 m em rampas de caimento suave para o litoral, com declividade entre ordem de 0° a 5° ou retilíneas. Estes depósitos compreendem uma faixa de terra entre a planície litorânea e a depressão sertaneja, com altimetria variável entre 20 m a 90 m. Apresentam leques colúvio-aluviais coalescentes, mostrando que o nível do mar era mais baixo que o atual, com camada de sedimentos sotopostos da Formação Barreiras (NASCIMENTO, 2003).

Segundo estudos geológicos e geofísicos realizados pela PETROBRÁS, o litoral do Acaraú, ao oeste, e o cabo do Calcanhar-RN, ao leste, serviram de demarcação para a chamada porção nordeste da plataforma continental brasileira. Neste trecho, a plataforma continental é estreita e rasa, com menos de 40 m de profundidade, desenvolvida em relevo relativamente plano, alternando com fundos ondulados, campos de ondas de areia e recifes irregulares. Podem ocorrer, entretanto, maiores profundidades com médias de 70 a 80 m (SILVA, 1998).

A partir desta plataforma, a deriva litorânea, os efeitos da abrasão eólica e competência de transporte da carga aluvial do rio Acaraú elaboram feições litorâneas, ora erosivas ou deposicionais, constituintes da planura litorânea. Essa faixa litorânea apresenta direção E/SE-W/NW com a foz do rio Acaraú ao N. Apresenta retificações morfogenéticas e morfodinâmicas, configurando características morfológicas de intenso processo de acumulação estuarina, erosiva-deposicional nas praias e dunas, sendo que essa planície bordeja o litoral e penetra bem o interior através de 12,5 km. Compreende formas de acumulação de idade holocênica com altimetria variando de 0 a 30 m e classe de declividade

variando de 3 a 45%. O desenvolvimento de largas planuras depende das cargas aluviais depositadas pelo rio, mostrando que é no pontamar que a dinâmica costeira com o movimento das marés e outros tipos de ondas, deriva litorânea, ação eólica com ventos predominantes de E-NE, mobilizam aportes significativos de sedimentos arenosos para SW, quase o ano todo, formando as praias, os campos de dunas e a planície flúvio-marinha. Esta dinâmica ambiental atual retifica continuamente as feições geomorfológicas que compõem a planície litorânea, ou seja: praias, pós-praia, dunas e planície flúvio-marinha.

As praias (foreshore), com destaque para a de Arpoeiras, na margem direita da barra do rio, constituem uma superfície arenosa, com ação eólica muito intensa, essencialmente composta por grãos de quartzo, sotoposta a *Beach rocks* recobertas com sedimentos arenoquartzosos de granulação de média a grossa e restos de matéria orgânica, conchas e minerais pesados de origem continental, carregados para o litoral através dos cursos fluviais. Localizam-se nos trechos sujeitos às variações diárias de marés, posicionadas entre a ante-praia (offshore) e pós-praia, até as áreas onde ocorra uma mudança fisiográfica, com ou sem vegetação permanente.

Conforme Souza (2005) as dunas fixas localizadas no baixo vale Acaraú (região do norte do estado do Ceará), são na maioria recobertas por outras dunas barcanas, por meio de uma das mais intensas ações eólicas de toda a costa cearense com 573 km de extensão longitudinal. Isto pode indicar que as dunas atuais recobrem indistintamente as antigas linhas de praias, restingas, paleodunas e tabuleiros, além de formarem pequenas lagoas costeiras durante o período chuvoso e romper com a tendência perpendicular de tangência do vale em contato com o mar, tendendo a se tornarem paralelas.

Existem, ainda, dunas e cadeias de dunas longitudinais simétricas, as seifs, formadas conforme a direção dos ventos. Ocorrem em séries, regularmente espaçadas, alinhadas conforme a direção dominante dos ventos constantes ou bilaterais alternantes. Observa-se que, quando as dunas migram, a morfologia do litoral modifica-se, ocorrendo assoreamento do exutório e soterramentos de porções urbanizadas. Não existem dunas complexas, conforme classificação de Penteadó (1983), quer dizer, dunas que se desviam das formas transversais e longitudinais, pois dependem de ventos irregulares, muitas vezes se desenvolvendo em contraventos.

A planície fluviomarinha recebe influência mútua da dinâmica marinha e de processos fluviais, em que a capacidade de colmatagem venceu os efeitos erosivos, em terrenos de declividade praticamente nula (0%-3%) de faixas alongadas, estreitas e sinuosas, onde o fluxo fluvial não tem capacidade de escavar os vales. É promovida por meio de acumulação de

sedimentos lamacentos e escuros, siltico-argilosos de fino calibre, ricos em argila e matéria orgânica. Nestas condições, é proporcionado o desenvolvimento do manguezal em ambiente palustre, onde o balanço das marés, especifica as condições físico-químicas relacionadas com a temperatura da água, oxigênio do solo e cunha salina.

Constitui, assim, o ecossistema estuarino, até que a influência da cunha salina se faça sentir, demarcando o estuário dinâmico. No litoral cearense, segundo Silva (1998), predominam duas principais formas estuarinas: a) a frente de barreira e b) o vale de rio inundado. O tipo “a” é o mais característico, a exemplo dos rios Pirangi e Coreaú. O tipo “b”, que constitui outra forma estuarina, é representado pelos estuários dos rios Acaraú e Timonha. Neste sentido, conforme Mantovani (2003), o estuário é dividido em dois subsistemas, o infralitoral, com substrato, em regra, areno-lodoso, permanentemente submerso, e o itermareal, cujo substrato é periodicamente alagado pelas marés. Os canais fluviais apresentam padrões anastomosados, com escoamento lento das águas, com forma tortuosa, de quando em quando ocorrendo mudanças de alargamento ou estreitamento, mudança de direção ou mesmo de ângulo dos meandros por onde fluem e refluem, dia e noturnamente, as águas das marés.

Em geral, as superfícies dos leitos dos estuários são irregulares e constituídas por um substrato argilo-limoso, trazido pelo fluxo das águas e depois retransportado pelo efeito das marés até as margens das planícies fluvio-marinhas. A comunidade fitoecológica dessa feição morfológica é o mangue, que atua fortemente nos processos de pedogênese e de estabilização geomorfológica.

As dimensões das planícies fluvio-marinhas no litoral cearense, contudo, variam, proporcionalmente, conforme, o potencial hidrológico de cada bacia hidrográfica. Dentre as de maior representatividade espacial, além da área em estudo, destacam-se as dos Timonha, Coreaú e Jaguaribe (SILVA, 1998). As praias e pós-praias, ao contrário do que ocorre nas outras grandes bacias do Ceará, como a do Jaguaribe, são exíguas em virtude do estreitamento pronunciado da drenagem no baixo curso do rio Acaraú. O campo de dunas não é dos mais portentosos e a planície fluvio-marinha é reduzida, totalizando 36,79 km², ou 0,25% da área total da bacia, que é de 14.560,001 km².

Conforme Ab'Saber (1979), o Planalto da Ibiapaba, dentre as superfícies aplainadas nas paisagens nordestinas, representa a porção mais nobre de subversão do planalto brasileiro, em uma trama trivial a todas as margens de escarpas devonianas brasileiras.

É representada pelo planalto sedimentar tabuliforme e cuestiforme da Ibiapaba (região Norte do Estado do Ceará). Oriundo de orogenia que mostra contato entre os relevos

sedimentar-cristalino com estrutura concordante original pericilinal, enquanto uma das três típicas formas estruturais observadas na geomorfologia cearense, ao lado das Chapadas do Araripe e Apodi, localizadas, nessa ordem no sul cearense, divisa com os Estados de Pernambuco e Piauí e Leste, no limite com o Rio Grande do Norte.

As drenagens do rio Acaraú, com destaque para as nascentes do rio Jaibaras, entrecortam as escarpas desse planalto em seu front central. Se prolongado de S-N em escarpamento ininterrupto, abrupto e muito festonado por causa da drenagem obseqüente, em função de uma estrutura anticlinal. Seu front apresenta declives entre 25° a 30° (75 %), mostrando ruptura topográfica abrupta com as depressões circundantes com desníveis entre a cimeira do planalto e as depressões de aproximadamente 750 m. Em específico corresponde ao rebordo leste da bacia sedimentar do Parnaíba, limitando o Ceará com o Piauí, servindo de base para o prolongamento ocidental da Depressão Periférica do Ceará.

A estrutura mergulha paulatinamente para W, seguindo o eixo da bacia sedimentar, proferindo a cuesta (SOUZA, 2005). Os efeitos degradacionais se manifestam através de vasta depressão monoclinal em rebordos, com declives semelhantes ao Front externo. Na feição cuestiforme, as condições de umidade são contrastantes com as taxas reduzidas observados no reverso piauiense.

Sobre o Planalto da Ibiapaba, Souza (1988) diz que o franco caimento topográfico para oeste, com mergulho estratigráfico, condiciona uma rede de drenagem de padrão paralelo. Resulta então uma morfologia dissecada em largos interflúvios tabulares, que separam os setores de planícies fluviais, formadas pela drenagem conseqüente. Os pequenos cursos d'água que tomam orientação oposta e de natureza obseqüente justificam as irregularidades do rebordo escarpado da cuesta.

Com maior umidade na escarpa cearense e chuvas pronunciadas, a vegetação é mais desenvolvida, caracterizada como sendo de mata úmida e sub-úmida seca, ostentadas em predominância de Argissolos vermelho-amarelo eutróficos associados à Latossolos, comprovando a incidência da pedogênese sobre a morfogênese. Os aspectos morfoclimáticos favorecem o intemperismo químico, que por sua vez, possibilita a dissecação em interflúvios tabulares em razão de rios conseqüentes. É oportuno considerar que há um testemunho capeado pela Formação Serra Grande, referindo-se à Ibiapaba, entre as cidades de Santana do Acaraú e Morrinhos, expondo afloramento que preenche um afundamento tectônico do tipo *graben*, de 25 km de comprimento por 5 de largura, demonstrando que o nível da cuesta da Ibiapaba era maior do que o atual. Isso é uma demonstração de evidências estruturais expressas na tectônica plástica ruptural, como movimentos distróficos antigos.

Maçiços residuais e depressões sertanejas são unidades geomorfológicas, presente no alto e médio curso do rio Acaraú, contituídas por unidades litológicas do Pré-cambriano Indiviso submetidas a eventos tectônicos-estruturais remotos, relacionandos com morfologia litologia sob heranças de flutuações climáticas do Cenozóico, em escudos antigos ou crátons. Apresentam superfícies pedimentadas, as quais foram rebaixadas pela erosão que provocou o recuo das vertentes e aumento da área deprimida, isolando os maciços residuais, cristas e *inselbergs*, suprimindo de sedimentos as áreas litorâneas e pré-litorâneas, sobretudo em função de efeitos lineares. É o domínio de maior dimensão espacial ao longo do rio Acaraú-CE, sobressaindo-se as depressões periféricas (10.444 km²).

Os maciços antigos são porções da crosta terrestre correspondentes ao antigo assoalho de dobramentos velhos, soerguidos e arrasados pela erosão várias vezes (PENTEADO, 1983), muito desgastados por processos erosivos ao longo do Terciário. Exibem vertentes dissecadas, marcando rompimento topográfico em níveis pediplanados, ou seja, em áreas de sedimentação moderna ou em processo com a depressão sertaneja.

Segundo Souza (1988), os maiores maciços interpõem-se entre *inselbergs*, pequenas serras secas e as planícies fluviais dos maiores rios, até o contato com a Serra da Ibiapaba. A rigor, dispersam-se ao leste da escarpa oriental da Ibiapaba pela Depressão Sertaneja como compartimentos isolados, acentuando o contraste na fisiologia da paisagem do semi-árido, com suas altitudes dessimétricas, feições dissecadas e unidades ambientais de ocorrências localizadas, predominantemente, no médio-alto Acaraú, ambientes com alto grau erosivo, devido principalmente à prática de queimadas e desmatamento da caatinga.

Merecem destaque os compartimentos topográficos das seguintes serras: Mucuripe, São Joaquim, Panadumba, Machado, Pajé e Matas, além de relevos residuais dispersos na depressão periférica ocidental.

Apresentam similitudes quanto à constituição litológica cristalina, grosso modo, metamorfizados, com exceção do complexo serrano Meruoca-Rosário, Carnutim e por *inselbergs* graníticos. O relevo é dissecado em feições convexas aguçadas, onde os Argissolos e Neossolos Litólicos têm predomínio. A drenagem varia de dendrítica a sub-dendrítica e as vertentes são íngremes com declives pronunciados. Do ponto de vista ecodinâmico, a morfogênese predomina sobre a pedogênese, sendo que em áreas de vertentes e platôs dos maciços mais elevados, Meruoca, Matas e Machado, verifica-se o inverso, com desenvolvimento dos solos sendo favorecidos. Esses maciços distinguem-se entre si pela altimetria, em composição litológica, feições de dissecação e abrangência espacial, denominadas serras úmidas.

Nas serras úmidas e sub-úmidas secas, os processos de dissecação superam os efeitos da pedimentação, contrastando com a morfogênese da depressão sertaneja.

Portanto, os relevos cristalinos com topos convexados ou em cristas dão conta da paisagem, que apresenta em sua geomorfologia fluvial padrão de drenagem sub-dendrítico sob forte poder de erosão linear, formando vales bem encaixados. Em seus perfis transversais, apresentam maior capacidade energética dos rios, em função do perfil longitudinal demonstram declividade acentuada. Quando se dão pontos de suavização dos perfis, ocorre deposição de sedimentos transportados, conformando planícies alveolares.

As serras de relevo mais representativos são as serras do Mucuripe, Meruoca, Machado, das Matas e outras, formadas de rochas graníticas/granodioríticas (NASCIMENTO, 2003).

Como um todo, está intensamente dissecada em colinas, cristas e esporões, apresentando vales superimpostos, bem encaixados, em forma de “V”, em regra, com disposição paralela e orientadas desta maneira: Meruoca/Rosário N/S – E; Mururipe N/S; Machado – N/S-W; Matas NE/SW. Em certos locais, os vales se alargam e possibilitam a deposição de sedimentos, formando tais planícies. Trata-se de formas semicirculares em pequenos níveis embutidos, colmatadas por alúvios e colúvios finos oriundos de vertentes íngremes de cristas e colinas.

Neste prisma, baixios designam planícies alveolares e pequenas calhas aluviais, com satisfatória fertilidade dos solos. Geralmente, localizam-se perto de serras, encostas ou escarpas da Ibiapaba e maciços residuais, como que planícies no interior das colinas sertanejas, áreas muito produtivas. A ocorrência de leques coluviais, formados por terraços abandonados, além de indicarem atividade cíclica de processos fluviais em tempos pretéritos, podem estar associados aos alvéolos, formados pela deposição correlacionada com sedimentos aluvionares e coluvionares embutidos nas vertentes das serras.

O complexo Meruoca-Rosário localiza-se nas proximidades de Massapê e Sobral, ao oeste do rio Acaraú. Estruturalmente, é constituído de litotipos graníticos de coloração avermelhada e granulação grosseira. É o maior maciço residual do médio-baixo Acaraú.

São verificados regimes de precipitações mais elevados e bem distribuídos na vertente a barlavento, nas encostas oriental da Meruoca-Rosário, além de seu topo (850 m), compondo condições úmidas e sub-úmidas com floresta primária tropical de altitude. Neste ambiente, o intemperismo químico provoca dissecação, esculpindo topos convexos e aguçados e as incisões lineares, por meio de uma drenagem de capacidade energética considerável, que mostram a incidência de processos aerolares.

Na base das vertentes, tem-se a gênese de pequenas depressões intermontanas análogas aos cones detríticos coalescentes, com material-cobertor heterogêneo, granulométrica e morfocósmicamente, mostrando a pequena capacidade seletiva das correntes de escoamento torrencial (SOUZA, 2005).

A Serra das Matas representa um bloco elevado de altitudes, que vão de 650 m a pouco mais de 1.118 m, em cristas sobre o platô (localidades de Serras do Açudinho, Balança, Berimbau e Camará), com rochas magmáticas sob evidências de tectonismo plástico e ruptural, comporta as nascentes do rio Acaraú, o que motiva a não existência de brejos. Os interflúvios têm topos convexos ou tabulares e o relevo é menos acidentado no setor central e sul-oriental. O manto de intemperismo em Argissolos apresenta espessura superior a 1,0 ou 2,0 m e a flora mostra-se adensada e com espécies arbóreas. Ao leste, as estruturas são perceptíveis em formas aguçadas orientadas de W-NW, direção esta também seguida pelos vales. A morfologia se mostra Apalacheana, com predominância de Neossolos litólicos, com frequência acentuada de matacões e de encostas exumadas, revestidas por vegetação herbácea-arbustiva com indivíduos da caatinga. Estes aspectos comprovam que nestes setores as cristas e vales profundos são as principais marcas geomorfológicas. Ao centro e sul-oriental, com menores limitações edafoclimáticas e topográficas, o uso agrícola chega a ser intensivo.

A Serra do Machado, grande maciço com extensão longitudinal de 64,4 km no sentido N-S, largura máxima de 25 km de W-NW e altitude máxima de 920 m, funciona como divisor de águas entre as bacias do Acaraú, Curu e Banabuiú. Em especial, comporta as nascentes do rio Groaíras, a maior sub-bacia do Acaraú. A dissecação produziu relevos de cristas (*hog-backs*), colinas rasas e entrecortadas de declives superiores a 15° (45 a 75%). Certos setores de dobramentos antigos mostram influências por meio da existência de cristas e vales alinhados, paralelamente, dispostos a despeito de relevos Apalacheanos. Mostra seu lado ocidental com clima de sub-úmido seco a seco, sob condições de sotavento, onde os rigores climáticos são acentuados pela baixa umidade, condicionando o intemperismo mecânico como o mais eficiente modelador das paisagens.

Os solos rasos com afloramentos rochosos, no limite, permitem o desenvolvimento de vegetação seca e menos densa, isto é, a mata seca. Na vertente a barlavento, pelo menos as chuvas orográficas amenizam as temperaturas, onde se pronuncia uma vegetação mais verde e frondosa, entre mata seca e vegetação úmida e/ou sub-úmida. O maciço de Mucuripe encontra-se integralmente inserido na bacia, portanto apresenta as duas vertentes, uma sub-úmida e outra seca. Sua disposição longitudinal é de 17,25 km, e lateralmente, de SE-SW, é de 8,5 km.

Os pequenos maciços sertanejos, como a denominação já sugere, assim são chamados porque os níveis altimétricos dificilmente ultrapassam a razão 300-350 m, o que concorre para diminuição de chuvas orográficas. São observados em maior número entre o setor setentrional da Ibiapaba e a Serra da Meruoca e, no alto curso do Acaraú ao nordeste e norte da Serra das Matas. Um exemplo típico é encontrado nas proximidades do distrito de Lisieux (Santa Quitéria), com a Serra do Pajé, além de outras serras e serrotes, tais como: São Tomé (Pacujá), Saraiva, Serrinha, Tucano, Carnutim e Olho d'água Grande (Graça), Muniz (Reriutaba). São conseqüentes da erosão diferencial, que acabou por formar nas bases e nos compartimentos mais elevados a dissecação que isola interflúvios de feições colinosas, tabuliformes ou lombadas constituintes dos níveis elevados.

Nas Serras do Machado, Meruoca e das Matas, as superfícies de cimeira são bastante dissecadas em cristas e feições semi-mamelonizadas.

As litologias estão por conta das resistentes rochas do Complexo Nordestino (RADAMBRASIL, 1981), com acentuadas variações, truncadas indistintamente pela morfogênese física, que altera as rochas para pequenas profundidades, produzindo afloramentos rochosos e chãos pedregosos, as chamadas malhadas (AB'SABER, 1977), ou seja, geofácies predispostos à desertificação. Mesmo assim, a erosão funcional chega a arrasar litologias mais resistentes, como nos *inselbergs* e cristas residuais, rebaixando ou dissecando o relevo.

Com as cristas residuais e *inselbergs* há compartimentos de relevo de menor altitude em relação aos maciços. São formados nos setores de maior resistência litológica, destacando-se no contexto aplainado das superfícies de pedimentação. Os *inselbergs* (monte ilha) pronunciam-se na paisagem como relevos residuais ou formas isoladas sobre pediplanos, em formas dissecadas com topos mais convexados, formando morros e pequenos agrupamentos de serras desnudas ou semi desnudas isoladas, compostas por lentes de quartzitos resistentes, litotipos graníticos homogêneos, espaçadamente fraturados e migmatíticos, metamorfizados. Os processos de morfogênese química são exíguos, restringindo-se aos locais de acúmulo d'água, formando marmitas e, principalmente, caneluras.

Tanto nas cristas, quanto nos *inselbergs*, os solos são rasos e a vegetação é do tipo caatinga. Diferentes destas formas de relevo, aquelas são alongadas e estreitas com cristas aguçadas, em maioria isolada e composta por quartzitos. Em grande parte, distribuem-se nos sertões de Santa Quitéria, nos interflúvios das Bacias dos rios Jacurutu e Groaíras. Traçando um paralelo, os *inselbergs* guardam genealogias com os pães-de-açúcar dos mares de Morro do Brasil do sudeste tropical atlântico. Nas áreas hoje mais úmidas no Brasil de Sudeste, com

pães-de-açúcar, quando o clima regional outrora era seco, essas unidades do relevo foram *inselbergs*. Em períodos antes úmidos, em fins do Terciário, no Nordeste, alguns dos *inselbergs* encontrados atualmente no semi-árido podem ter sido pães-de-açúcar (AB'SABER, 1999). Dessa maneira, os *inselbergs* estão para as paisagens semi-áridas assim como os pães-de-açúcar estão encravados em paisagens de mares de morros, dotados de rochas decompostas e vegetação florestal.

As depressões sertanejas representam a mais portentosa unidade geomorfológica do Acaraú. No contexto cearense compõem a Depressão Ocidental, que se estende do *Front central* da Ibiapaba, perpassando por maciços residuais, *knicks* de *inselbergs*, se inclinado, discretamente, em pediplanação em busca dos fundos de vales, predominantemente pelo Norte, até o contato com os glaciais de deposição pré-litorâneos.

Neste percurso, mostra-se como um vasto compartimento rebaixado de média altimétrica entre 130 - 400 m, denotando topografias em superfície aplainadas e dissecadas, com as superfícies sertanejas, Nova e Velha (Município de Forquilha), apresentando feições em forma de cristas e lombadas. Nos setores mais deprimidos, evidencia-se a formação de depósitos sedimentares cenozóicos proferidos pelas áreas de acumulação inundáveis, distribuídas dispersamente (NASCIMENTO, 2003).

Sua superfície de aplainamento foi desenvolvida sob rochas cristalinas, suítes magmáticas, deformadas por movimentos diastróficos pretéritos e truncadas por processos erosivos superfícies de aplainamento/pediplanação de seus litotipos durante o Quaternário (Pleistoceno). Esses litotipos pertencem ao Complexo Nordestino do Pré-Cambriano Indiviso, notadamente do Inferior a Médio, e são compostos por quartzito ferruginoso, gnaisses variegados, migmatito heterogêneos e homogêneos, zonas de forte migmatização com núcleos granitóides. Conforme Brandão *et al.*, (2003) a monotonia das formas planas e suavemente onduladas somente é interrompida por uma forte ruptura de declive com as serras e morros residuais. Elevam-se como relevos contrastantes na fisiologia da paisagem, promovendo variações ecológicas, implicando significativas diferenças no uso do solo (AB'SABER, 1999).

Tais relevos são provenientes de processos de erosão diferencial, que rebaixou as áreas circundantes de constituição litológica (gnáissica), menos resistente. Parte do material erodido foi carregado por processo fluviais, para as áreas mais rebaixadas da bacia. Em busca do nível de base, ajudou a compor os sedimentos constituintes da Formação Barreiras, no pré-litoral e, os sedimentos de praias e dunas.

As depressões interplanálticas pertencem ao domínio dos escudos antigos, pelo fato de representarem a porção mais rígida da crosta terrestre, compostas de rochas primárias intrusivas datadas do Pré-Cambriano. São terrenos antigos alvo de vários processos de arrasamento, dobramentos e falhas, configurando, como característica mais marcante, a predominância espacial das depressões sertanejas. Mostram evidências de flutuações paleoclimáticas e tectônicas do Cenozóico.

Estas depressões não são as principais áreas do Acaraú e do Ceará, mas, como afirmou Ab'Saber (1972), do Nordeste seco. São paleoespaços, resultantes de grandes processos erosivos, facilmente observáveis na compartimentação regional do relevo, como remanescentes de uma vasta, complexa e agressiva rede de planícies de erosão, imprimidas por mecanismos de arrasamento pedológico e aplainações laterais (efeitos areolares), sob as propriedades geomorfológicas das rochas, provocando erosão diferencial (AB'SABER, 1958, 1977, 1979). Esses compartimentos, conforme as feições do modelo, a interação dos demais fatores do potencial ecológico com a exploração biológica, em condições morfoestruturais e morfoclimáticas sob dados toponímicos constituem os sertões de Nova Russas/Ipueiras, de Santa Quitéria, do rio Groáras, de Sobral/Forquilha/Massapê, do baixo Acaraú, do rio Jaibaras e, de Ipu/Pires Ferreira.

No que se refere ao clima atual, isto é, semi-árido, as deficiências hídricas produzem situações inóspitas, afetadas pela quantidade e distribuição pluviométrica. Como resultado, à exceção de trechos perenizados, embora apresente grande densidade de correntes, tem capacidade de incisão linear, sob intermitência sazonal pronunciada, produzindo uma quase imperceptível amplitude altimétrica entre os interflúvios e os fundos de vales. De resto, o entalhe varia de 2,0 a 4,0m em cursos de 1º e 2º ordem e, 15 a 20m para o Acaraú e principais tributários (SOUZA, 2005). A jusante das rampas pedimentadas, há aquelas suavizadas e coalescentes, que constituem as depressões marginais. Com efeito, os agentes intempéricos externos que atuam mecanicamente aplainam os topos de alguns relevos. Em maioria, exibem pequena dissecação que aguça feições em cristas.

Os mantos de alterações são delgados, não superiores a 1,0m (0,50 - 0,70m) (SOUZA, 1981), com predominância de solos empobrecidos. No que tange às condições morfogenéticas, diz-se que estas dificultam o desenvolvimento de uma fitoecologia mais desenvolvida e, por isto, são colonizadas, majoritariamente, por caatingas arbustivas, fisionômica e floristicamente, com poucos indivíduos emergentes.

A morfogênese comanda a desagregação mecânica das rochas e o escoamento superficial depende do rigor da semi-aridez e das características estruturais e litológicas das

rochas, como de resto de suas propriedades geomorfológicas. Como destaca Penteado (1983), em virtude da coesão, fissuração, permeabilidade, estratificação e dureza física dos minerais conforme as chuvas torrenciais e amplitude térmica deflagram-se contração e expansão diferencial das rochas por alívio de pressão (aquecimento e resfriamento). Isso possibilita o crescimento de cristais de sais nos poros ou nos interstícios das rochas, a partir das características das rochas, das feições do relevo e da ação biológica. A morfodinâmica atual se dá por destaque do intemperismo físico e ações pluviais (meio do escoamento superficial em lençol, que colabora para abertura de vales em “U” e para a formação de pedimentos rochosos e detríticos) e ações fluviais. Essa morfodinâmica é deflagrada com forte incidência em linhas de fraqueza geotectônica e, principalmente, por atividades humanas que potencializam a erosão do meio físico.

Com eventos tectônicos pretéritos, dinâmica paleoclimática, sistema de erosão, morfogênese, pedogênese e atuação do clima sobre a vegetação (direta ou indiretamente) configuram subespaços dignos de individualização. Sob certa homogeneidade, geossistemas e geofácies são mais bem precisados pela sub-compartimentação do relevo.

A morfologia dos terrenos sedimentares é tabular (tabuleiros costeiros e planície costeira), e configuram os aquíferos de sedimentos arenosos e aluviões.

Os sedimentos arenosos constituem o principal aquífero do rio Acaraú pela sua capacidade de armazenamento. A recarga ocorre na ocasião das cheias e invariavelmente depende do volume de chuvas. Os aluviões são constituídos por sedimento argilosos de baixa permeabilidade e constituem um aquífero de pequena importância (IPECE, 2002).

4.7 – Pedologia Regional.

A área de estudo caracterizada por ambientes litorâneos, pré-litorâneos, fluviais, serranos e sertanejos, possibilita o desenvolvimento de feições de deposição/acumulação e de erosão, concorrendo para a formação ou manutenção de solos com variadas profundidades.

As classes de solos mais representativas da região norte e nordeste do Estado do Ceará são os Neossolos, Planossolos e Argissolos. Os solos ao longo das bacias hidrográficas dos rios Acaraú, Coreau e rios da bacia do litoral apresentam baixa umidade e pouca capacidade de armazenamento de águas subterrâneas, contribuindo para formar fácies descontínua e variegada, incluindo afloramentos rochosos e planícies pedregosas, porque o nível de decomposição geoquímica dos litotipos é reduzido na região com características típicas do ambiente semi-árido das caatingas. Há também, no entanto, manchas de solos com média a

alta fertilidade natural possibilitando, sem maiores correções, o uso agrícola, a exemplo dos Neossolos Flúvicos. Apesar da existência de solos verdadeiramente salinos, com exceção dos Neossolos Quartzarênicos, como os halomórficos e planossolos, a drenagem fluvial extensivamente aberta e exorréica, carrega os materiais do continente auxiliados pelas concentrações de chuvas para os vales fluviais e canais em direção ao mar (IPECE, 2002).

Os Neossolos Flúvicos são solos geralmente profundos a muito profundos, com horizonte A fraco e seqüência de horizontes A-C, excessivamente drenados, fortemente ácidos, com baixos teores de argilas (menos de 15%), coloração variando de vermelha a branca, ou mesmo amarelada. Apresentam fortes limitações para atividades agrícolas, servindo a culturas de subsistência, como mandioca, caju, coco.

Neossolos Quartzarênicos representam solos arenoquartzosos não hidromórficos e não consolidados. Dispõe-se sobre a faixa praial e o campo de dunas na planície litorânea. São solos profundos, excessivamente drenados, com seqüência de horizonte A-C e distróficos de forte a fracamente ácidos (pH variando de 4,5 a 5,5). Seu horizonte A é fracamente desenvolvido, apresentando coloração de cinza-escura a muito escura, podendo ser ausente quando a deflação eólica é acentuada. O horizonte C, em geral, apresenta grande espessura, coloração variada, entre clara, cinza-claro e bruno-claro. São solos com alta fragilidade ambiental.

Os Planossolos estão normalmente associados aos Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelho-Amarelo, em áreas de relevo plano a suavemente ondulado na depressão sertaneja, sob litotipos anfíbolitos e gnáissico-migamatíticos. Por isto são considerados solos minerais com material parental composto por saprolitos de rochas pré-cambrianas. Não são hidromórficos, com horizonte B textural, argila de alta atividade, apresentando fendilhamentos durante as secas. Tem seqüência de horizontes A-Bt-C ou A-E-Bt-C, com mudança textural abrupta entre A e Bt. Apresentam elevados teores de minerais primários facilmente decomponíveis e, é freqüente a presença de calhaus e matacões recobrando a superfície ou fazendo parte da massa pedológica, conformando um pavimento desértico (detritos em superfície). São rasos, ou profundos, moderadamente drenados, de pH ácido a praticamente neutro, com argilas de alta atividade, apresentando-se com textura de média a argilosa, com boas quantidades de minerais primários. Sua fertilidade natural é de média a alta. Seu horizonte A é fraco, de textura arenosa ou média de coloração bruna e o horizonte B possui estrutura de moderada a forte, textura de argilosa a média e coloração avermelhada.

Os Argissolos Vermelho Amarelos são solos minerais não hidromórficos, com horizonte A ou E contíguos ao B textural não plúntico, argila de alta ou baixa atividade e

teores de ferro inferiores a 11%. São encontrados em todos os tipos de relevo, desde o plano até o montanhoso. Desenvolvem-se a partir de sedimentos da Formação Barreiras e rochas do Pré-Cambriano, eventualmente, podem apresentar fragmentos rochosos. Sua coloração predominante é vermelho amarelado, podendo ocorrer tons bruno-avermelhados e em menor expressão, na margem direita do baixo Acaraú, bruno acinzentado, com baixa saturação com alumínio e menor acidez, os denominados Argissolos Vermelho Amarelos acinzentados álicos. Em termos de fertilidade natural, apresentam-se com média a alta fertilidade (eutróficos) ou média a baixa (distróficos). Predominam os da classe eutróficos com valores de saturação de bases superior a 50% e pequena presença de minerais primários facilmente decomponíveis. Em linhas gerais, além dos Argissolos Vermelho Amarelo acinzentado álicos, ocorrem duas variações de argissolos: Argissolos Vermelho Amarelo Eutróficos e Argissolos Vermelho Amarelo (álicos/distróficos), sob influência de lençol freático elevado. Representam solos indiscriminados de mangue, associados às outras classes, anteriormente designadas de Solonchaks e Thiomórficos. Não constituem manchas simples, pois são halomórficos indiscriminados, alagados, de mal a muito mal drenados, salinos, contendo altos teores de matéria orgânica e compostos de enxofre, denotando ambiente de redução. São pouco desenvolvidos, só apresentando horizontes nas áreas marginais, e possuem textura que varia de argilosa até arenosa.

Na planície flúvio-marinha, estes solos são encontrados a partir de áreas onde a influência das marés se faz presente, em relevo plano, o que possibilita a diminuição da velocidade das correntes, contribuindo para a sedimentação de material muito fino. O alto teor de salinidade decorre da preamar e da presença de detritos orgânicos oriundos da decomposição de plantas do mangue e à intensa atividade biológica dos microorganismos e crustáceos.

Oferecem grandes limitações à agricultura, em virtude de problemas de salinidade e inundações periódicas. São, no entanto, propícios à rizicultura (cultura do arroz). São ideais para proteção compulsória da biodiversidade e dinâmica paisagística.

Os Planossolos são originários de rochas do Pré Cambriano ou proveniente de sedimentos argilosos e siltosos pertencentes ao Holoceno, como ocorre nas várzeas e terraços e, também, com argilitos e siltitos da Formação Jaibas. Apresentam B textural com argila de atividade alta e perfil apresentando seqüência de horizontes A-Bt-C ou A-E-Bt-C, de transição abrupta ou clara entre o horizonte superficial e o Bt. Apresenta cores de redução e/ou mosqueado resultante da drenagem reduzida, com matizes variando de bruno-claro-cinzentado a bruno-escuro.

Quimicamente altos valores de saturação e soma de bases trocáveis, além de boa quantidade de minerais primários facilmente decomponíveis. Geralmente, são de reação moderada ou praticamente neutra e, raramente, de reação alcalina. Ocorrem em setores dispersos por quase toda a bacia, seguindo condições de relevo plano das superfícies pediplanadas dos sertões. Estão associados a solos halomórficos, anteriormente designado de solonetz solodizados.

Os Latossolos têm material parental de rochas sedimentares. São solos minerais não hidromórficos com horizontes Bw latossólicos, com avançados estágios de intemperização.

São constituídos com quantidades variáveis de óxidos de ferro e alumínio, minerais de argila do Grupo 1.1, quartzo e minerais resistentes à morfogênese. São de profundos ou muito profundos, com Horizonte A fraco ou moderado, mas, podendo ocorrer o tipo proeminente ou húmico, com horizonte subsuperficial (Bw) com poucas diferenciações entre as camadas.

O Horizonte Bw tem textura média e argilosa, com baixos teores de silte, fortemente drenados e com boa permeabilidade. No relevo mais movimentado, a coloração varia de vermelho ao amarelo, ou variações destas. Podem ser eutróficos ou distróficos.

Apresenta boas características físicas, pois são profundos, leves e porosos, porém apresentam fertilidade natural baixa, exigentes em corretivos para reduzir sua acidez trocável, para inibir os efeitos tóxicos dos alumínio às plantas.

Os afloramentos de rochas estão mais para material original do que formações pedológicas, não sendo classificáveis como classes de solo. Isto decorre do fato de representarem tipos de terrenos com exposições de rochas sem denominação, sejam elas brandas ou duras, sem ou com diminutas porções de materiais detríticos grosseiros, não consolidadas, heterogêneos, originários de sedimentos continentais e fragmentos rochosos.

Difícilmente ocorrem em climas úmidos, mas nas depressões sertanejas surge como simples inclusões nas diversas classes de solos, em áreas planas e montanhosas. Não apresentam possibilidades para o implemento agrícola, mas sim para mineração. Em seus mosaicos, apenas conseguem se desenvolver vegetais rupestres.

Naturalmente, os solos de regiões secas, em grande parte, contêm menos matéria orgânica do que os solos de regiões úmidas, bem como são mais freqüentemente salinos ou alcalinos e vulneráveis a erosão. Jiménez-Rueda *et. al.*,(1993), trabalhando na região de Mogi-Guaçu-SP, detectaram que a fertilidade potencial dos solos depende da riqueza litotípica de cada formação geológica e pode ser diferente de acordo com o material de origem.

Em razão destes e outros problemas, comumente os solos são adubados com minerais, orgânicos e corretivos (calcário e gesso) que podem conter elementos poluentes, como nitrato, metais pesados e na maioria se associam aos sais do ambiente. Com o uso desses produtos, pode haver aumento no teor desses elementos no solo e na água, passando à planta e, dessa, como forragem ou alimento, ao animal e ao homem. Deste modo, para efeitos de fertilizantes e impactos ambientais, os riscos de contaminação do solo e do ambiente ocorrem em locais de deposição de rejeitos industriais e urbanos, extração e processamento de minérios e em casos particulares de eutrofização das águas superficiais (EMBRAPA, 1999).

As distribuições das principais classes de solos nas unidades de paisagem, contudo, mantêm estreita relação com a geomorfologia regional. As combinações relevo-solo-litologia, em conformidade com as variações do clima e vegetação, permitem distinguir arranjos morfopedológicos com características particulares (SOUZA, 1998).

As classes de solos referidas compõem associações de solos, elaborando mosaicos pedológicos nas unidades geoambientais pelas respostas às interações do potencial ecológico. É com base nesse recurso natural que a atividade econômica mais comum na bacia, à agropecuária, se evidencia, acarretando áreas susceptíveis à erosão (DINIZ, 2008).

É de suma importância registrar esses domínios pedológicos, pois o seu reconhecimento pode subsidiar planos de controles preventivos de uso e ocupação do espaço e dos solos, para o (re) equilíbrio ambiental (CASTRO e SALOMÃO, 2000; SOUZA, 2000).

5 – MÉTODOS

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram utilizados produtos de sensoriamento remoto, bases cartográficas, mapas temáticos pré-existentes, equipamentos de informática e sistemas de informação geográfica, trabalhos de campo, dados laboratoriais de determinações químicas, físicas e mineralógicas obtidas nos laboratórios do IGCE/UNESP de Rio Claro.

O material cartográfico utilizado está listado na Tabela 1, a análise da drenagem, foi obtida, por meio de cartas topográficas com escala 1: 100.000 (FUNCEME, 2003), com extração de drenos de primeira ordem definidos pelas curvas de nível, aumentando seu detalhamento. As cartas topográficas com a drenagem foram integradas em SIG (ARCGIS 9.2) para posteriormente serem incorporadas na pesquisa.

Tabela 1: Bases cartográficas utilizadas na pesquisa.

Mapas e imagens integradas à pesquisa

Mapa de drenagem das bacias hidrográficas dos rios Coreaú, Acaraú e Litoral – CE, escala de 1:100.000, formato digital (FUNCEME, 2001).

Mapa geológico do Estado do Ceará (CPRM, 2003).

Imagem de Satélite LANDSAT TM7, Ceará, 2001, 2007, Cena 6, Escala de 1:100.000.

Imagem de RADAR Geocover (2000), Escala de 1:250.000.

Mapa fisiográfico, Escala de 1:250.000.

Mapa de lineamento estrutural; Mapa de traço de juntas; Mapa morfoestrutural.

Mapa de drenagem com pontos de amostragem.

5.1 – Diagnóstico Zero

Inicialmente, foi realizado o Diagnóstico Zero (DZ), que consiste em um levantamento bibliográfico, cartográfico de fundamentação e embasamento, com reconhecimento da área de estudo, por meio da reinterpretação das informações existentes, sobre o meio e/ou geração de novas e mais adequadas informações e cartas temáticas.

Permitindo posterior detecção dos problemas apresentados nos levantamentos anteriores para estabelecer as respostas e priorizar os problemas de maior importância.

O DZ agrupa as informações básicas sobre os estudos e produtos cartográficos, geológicos (litoestratigráficos e estruturais), hidrológicos (ordenamento das bacias, padrões da drenagem e aquíferos), clima atual e paleoclima local/regional, fisiografia local/regional (evolução das paisagens fluviais, flúvio-marinhas, eólicas e tectônicas) e as características de estabilidade/instabilidade geo-ecodinâmica da região, além da capacidade de suporte para o desenvolvimento sócio econômico da mesma (Rueda e Mattos 1995).

5.2 – Análise Morfoestrutural

- Elaboração do mapa morfoestrutural

Conforme Rueda, et. al. (1998), a análise interpretativa da morfoestrutura baseia-se no estudo de informações básicas dos elementos de relevo e drenagem e suas relações espaciais onde as morfoestruturas representam feições anômalas dentro da tendência regional. O princípio da análise baseia-se na premissa de que muitas estruturas podem ser refletidas em superfície e que esse reflexo é passível de identificação por meio da rede de drenagem.

O mapa morfoestrutural baseou-se no traçado das linhas de formas a partir da análise do arranjo da drenagem, levando em conta a assimetria da mesma. As formas assimétricas de drenagem são caracterizadas pelo tamanho, distribuição, feições e quantidade de elementos distribuídos de um lado ou de outro da drenagem principal.

Tomou-se como base o mapa de drenagem para elaborar a ação do mesmo, no qual foram traçadas as linhas e formas, delimitando os altos e baixos estruturais. Concluída esta etapa analisaram-se com a consulta do mapa morfométrico, as formações de Alto Estrutural/Alto Topográfico, Alto Estrutural/Baixo Topográfico, Baixo Estrutural/Alto Topográfico e Baixo Estrutural/Baixo Topográfico. Foi adotado no mapa o sinal (+), para

representar os Altos Estruturais, áreas de maior entrada de água. O sinal (-), para representar os Baixos Estruturais, como sendo zonas de acumulação de água, Rodrigues (2000).

- Mapa de lineamentos estruturais.

Para o mapa de lineamento estruturais foram extraídos os alinhamentos de drenagem, considerando os alinhamentos com comprimento maior que 1km.

Indicando as áreas rúpteis, afetadas por sistemas regionais de fraturamento, que desenvolvem processos erosivos e de instabilidade de encostas.

- Mapa de traços de juntas.

Este mapa tem a finalidade de estabelecer o grau de fraturamento que o solo/rocha possui e onde este grau de fraturamento, apresenta-se com mais intensidade de rompimento, conseqüentemente, maior permeabilidade, e então, maior alterabilidade ou potencial de erodibilidade ou suscetibilidade erosiva.

Os traços de juntas foram obtidos a partir da extração das lineações de drenagem, que são segmentos fortemente estruturados e retilíneos de drenagem de 1ª e 2ª ordens, com repetitividade e tamanhos uniformes. Entende-se como drenagem de 1ª ordem os rios de cabeceira, definido desde a nascente até a junção com outro rio de cabeceira, passando então, a partir dessa junção, para drenagem de 2ª ordem.

Devido à sua repetitividade e tamanho uniformes, estas lineações de drenagem, sob o ponto de vista geológico, são consideradas traços de juntas. Estas juntas são superfícies de descontinuidades profundas que cortam desde a superfície até os corpos profundos.

Deve-se lembrar que a densidade destas feições é que irá comandar a maior ou menor circulação das águas e, conseqüentemente, alteração, erosão e contaminação dos maciços (Mattos, 2002).

5.3 – Fotointerpretação fisiográfica.

Foram utilizadas técnicas de interpretação de produtos de sensores remoto, óptico e radar SRTM - Shuttle Radar Topography Mission (NASA), Geocover (2000), Landsat TM - órbita/ponto 218/62 e bancos de dados pré-existent.

O mapa fisiográfico foi traçado com a utilização de estereoscópico de mesa, onde foram identificadas e delimitadas as unidades fisiográficas e diferentes paisagens, com base na altimetria, e no grau de dissecação do relevo, que atendessem às peculiaridades da região.

Por meio de levantamentos dos planos de informação (PIs), interpretação e interrelação conjunta de informações (Goosen, 1971; Botero, 1978; Villota, 2005). Tomamos como base os trabalhos desenvolvidos por Shimbo & Rueda (2006), Morais e Rueda (2008), Nascimento (2003), Meireles (2003), Souza (1981), Ross (1998), Suguio (2005). O produto da fotointerpretação foi georreferenciado e integrado à base cartográfica digital.

O mapa de drenagem (FUNCEME, 2000) foi conjugado para avaliar a disposição da drenagem, ocorrência de lineamentos estruturais, falhas e fraturas da região.

Com base na análise cartográfica e nas observações de campo foi possível delimitar as classes de solos, os limites geológicos dos perfis de solos e as unidades fisiográficas presentes na área mapeada (fisiografia). Os limites e as localizações finais das unidades fisiográficas foram determinados em campo para posterior geração do mapa fisiográfico.

Para destacar os principais tipos de relevo, desenvolveu-se a classificação supervisionada de composições coloridas de imagens Geocover (2000), NASA (2003).

O SIG (ArcGIS 9.2) foi utilizado para dar suporte às análises e ao geoprocessamento dos dados existentes, bem como gerados nesta pesquisa.

5.4 – Seleção da área de estudo.

A região Norte do Estado do Ceará é uma área muito explorada economicamente, tanto na Agricultura Irrigada (Agropolo Baixo Acaraú), na pesca (Carcinicultura) e no turismo, apresenta hoje um Pólo Agroindustrial (AGROPOLO BAIXO ACARAÚ-CE) com modelo israelense devido às condições climáticas semelhantes segundo o Governo do Estado do Ceará.

A área apresenta uma dinâmica morfogenética intensa e registros de eventos de variação do nível do mar durante o quaternário. Tais registros presentes em antigos arrecifes de corais sobre a plataforma de abrasão (Planície de Acaraú - CE) mostram que ocorreram variações mais significativas (Meireles, 2005) e que se espraiam em direção a patamares variados. Patamares amostrados (Tabela 2 e 3) por meio de análises químicas, físicas e mineralógicas, como forma de mapear e caracterizar os diversos compartimentos fisiográficos, identificando e ordenando áreas críticas de degradação ou sustentabilidade geoambiental, visando uma soma de informações as já desenvolvidas pelas entidades

governamentais do Estado do Ceará (Projeto Baixo Acaraú-CE) e geração de novos dados para melhor aproveitamento e uso do meio físico de forma sustentável.

5.5. - Levantamento de Campo

Apesar da variada gama de informações digitais do meio físico da região Norte do Estado do Ceará, somadas as tecnologias de produtos sensores, o trabalho de campo aplicado nesta pesquisa foi de grande contribuição para se chegar a conclusões e posicionamentos sobre a caracterização e propostas de uso e ocupação do meio físico.

Foram amostrados 27 perfis de solos, buscando complementar os dados obtidos pela interpretação por sensores remotos, no entanto a análise em campo e a coleta de amostras para os ensaios laboratoriais foram realizadas com amostras de maior representatividade na área estudada e áreas homólogas.

Dos 27 perfis amostrados e analisados foram caracterizados, discutidos os resultados de 13 perfis das Unidades Fisiográficas estudadas nesta pesquisa.

5.6 – Análise física dos solos (granulometria).

As amostras de solos foram pesadas e secas em estufa à temperatura de 40° C. A composição granulométrica dos solos foi determinada pelo método da pipeta, segundo Olarte R. *et al.*, (1979), utilizando hexametáfosfato de sódio como agente dispersante. A fração areia, após a separação das demais frações por tamisagem/peneiramento em via úmida, foi separada nas sub-frações, por via seca, utilizando-se peneiras de malhas de 4,76; 2; 1; 19; 0,59; 0,42; 0,297; 0,25; 0,149; 0,074 e 0,053 mm. A fração argila foi determinada pelo método da pipeta, completando com água o meio dispersante, enquanto a fração silte foi obtida por diferença entre as partes (areia e argila).

5.7 – Análise química dos solos.

- Análise de elementos por fluorescência de raios X (FRX).

Por FRX foi determinada a proporção dos elementos maiores nas amostras utilizando um Espectrômetro Sequencial Philips PW2400 (LABOGEO/IGCE – UNESP/Rio Claro).

As amostras utilizadas para a análise química foram destorroadas e passadas no moinho oscilante para redução da granulometria menor que 2μ , com o conjunto das frações finas (dominante) e grosseira, incluindo nódulos e concreções. Em seguida foram encaminhadas ao Laboratório do IGCE para análise.

As relações sílica/alumínio (Ki) e sílica/sesquióxidos (Kr e Kr*) obtidas após a análise por fluorescência de RX foram calculadas através das fórmulas:

$$K_i = \frac{\text{SiO}_2 / \text{PM SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{PM Al}_2\text{O}_3} \quad K_r = \frac{\text{SiO}_2 / \text{PM SiO}_2}{\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{PM Al}_2\text{O}_3} + \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{PM Fe}_2\text{O}_3}} \quad K_{r^*} = \frac{\text{SiO}_2 / \text{PM SiO}_2}{\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{PM Al}_2\text{O}_3} + \frac{\text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{PM Fe}_2\text{O}_3} + \frac{\text{TiO}_2}{\text{PM TiO}_2}}$$

5.8 – Análise mineralógica dos solos.

Na análise de identificação mineralógica dos diferentes tipos de argilominerais e outros minerais presentes nas amostras foi utilizado o método de difração de raios X (DRX) sobre a amostra total, considerada como correspondendo à fração fina menor que 2μ .

Os difratogramas de raios X foram obtidos num difratômetro de raios X marca Siemens D5000.

6 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 - Caracterização Morfoestrutural.

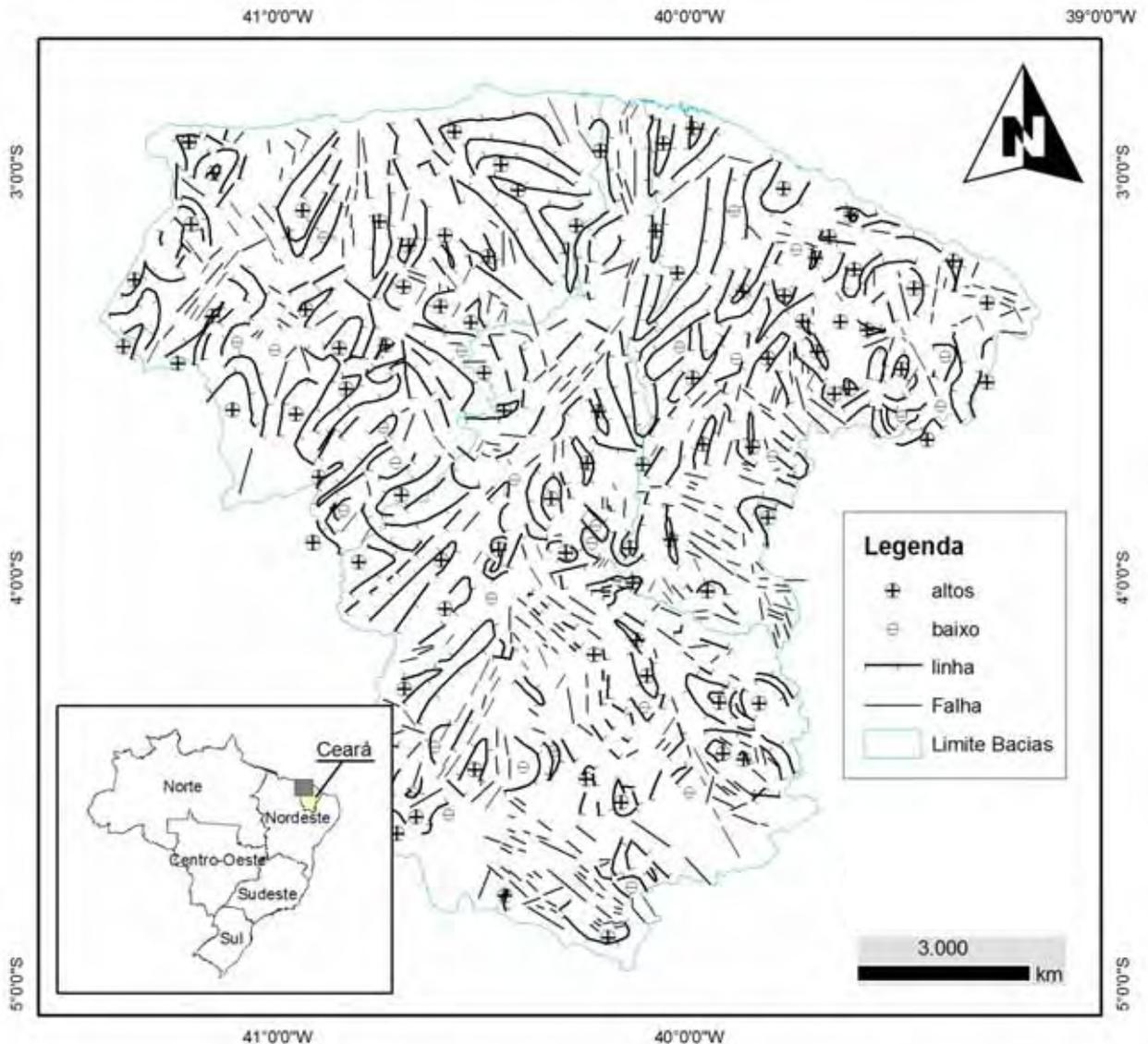


Figura 5: Mapa Morfoestrutural do Estado do Ceará.

A figura 5 representa a morfoestrutura regional da área mapeada, com indicativo de alto estrutural (+) e baixo estrutural (-). Os altos estruturais se concentram nas unidades denominadas nesta pesquisa por Planalto alto (Ibiapaba) e Planalto médio, locais de recarga de aquífero. Os baixos estruturais localizam-se na base das encostas (Planalto baixo e muito baixo) locais de acúmulo de água formando lagoas ou meandros abandonados, comuns na região Norte do Estado do Ceará (Lagoa da Fazenda – Sobral). Este local apresenta uma

susceptibilidade natural à erosão, podendo aumentar este processo com o aterramento dessas lagoas (prática comum na região norte do Estado) como também pela remoção da cobertura vegetal.

A região do baixo Coreaú (baixo estrutural) apresenta áreas com médio grau de percolação devido à existência de médio adensamento de lineamento de fraturas, local em que se recomendam cuidados especiais para evitar a erosão do solo.

Na porção SE do Planalto alto, ocorre alto estrutural, esta área teve sua ascensão, mais tardia, durante o holoceno, nela encontram-se coberturas arenosas (quartzosas e/ou psamicas), associadas à relíquias, originárias das últimas transgressões marinhas, sendo estas últimas as relíquias.

Geralmente soterradas ou exumadas, substituindo de forma geral alguns solos sálicos, nátricos e/ou associados aos carbonálticos, de cores escuras e/ou com nódulos, carbonálticos.

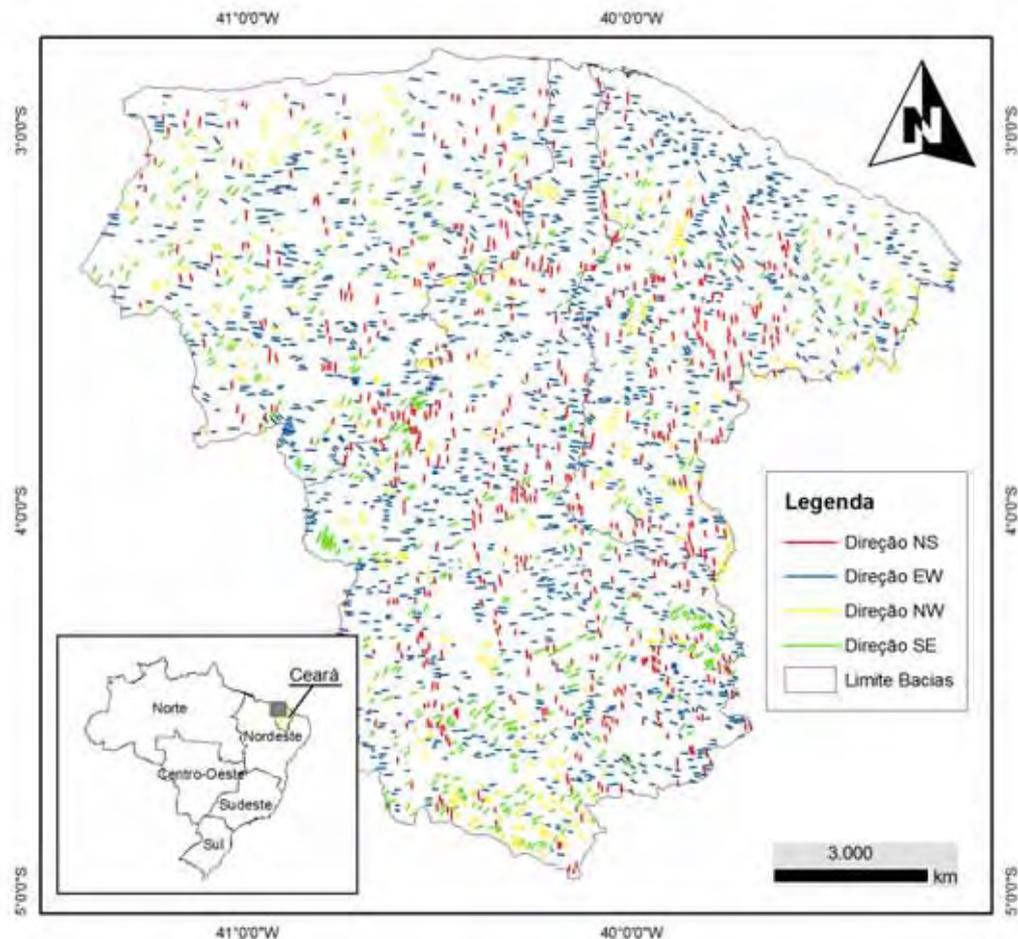


Figura 6: Mapa de traços de juntas.

O mapa de traço de juntas indica as direções acentuadas no Planalto Alto (Ibiapaba) e serra da Meruoca, direções com alto grau de susceptibilidade a erosão na base do planalto e no sentido nordeste do Estado, variando de médio a alto grau, devido provavelmente ao lineamento Sobral Pedro II, local de alterabilidade e erodibilidade no complexo solo/rocha.

A direção de traços de juntas no sentido EW predomina em todo o estado, devido a orientação das drenagens presentes na região (Norte – Sul).

Os traços de direção NS, predominam na região do município de Tianguá, Ubajara e Ipú, devido ao alto grau de fraturamento da área.

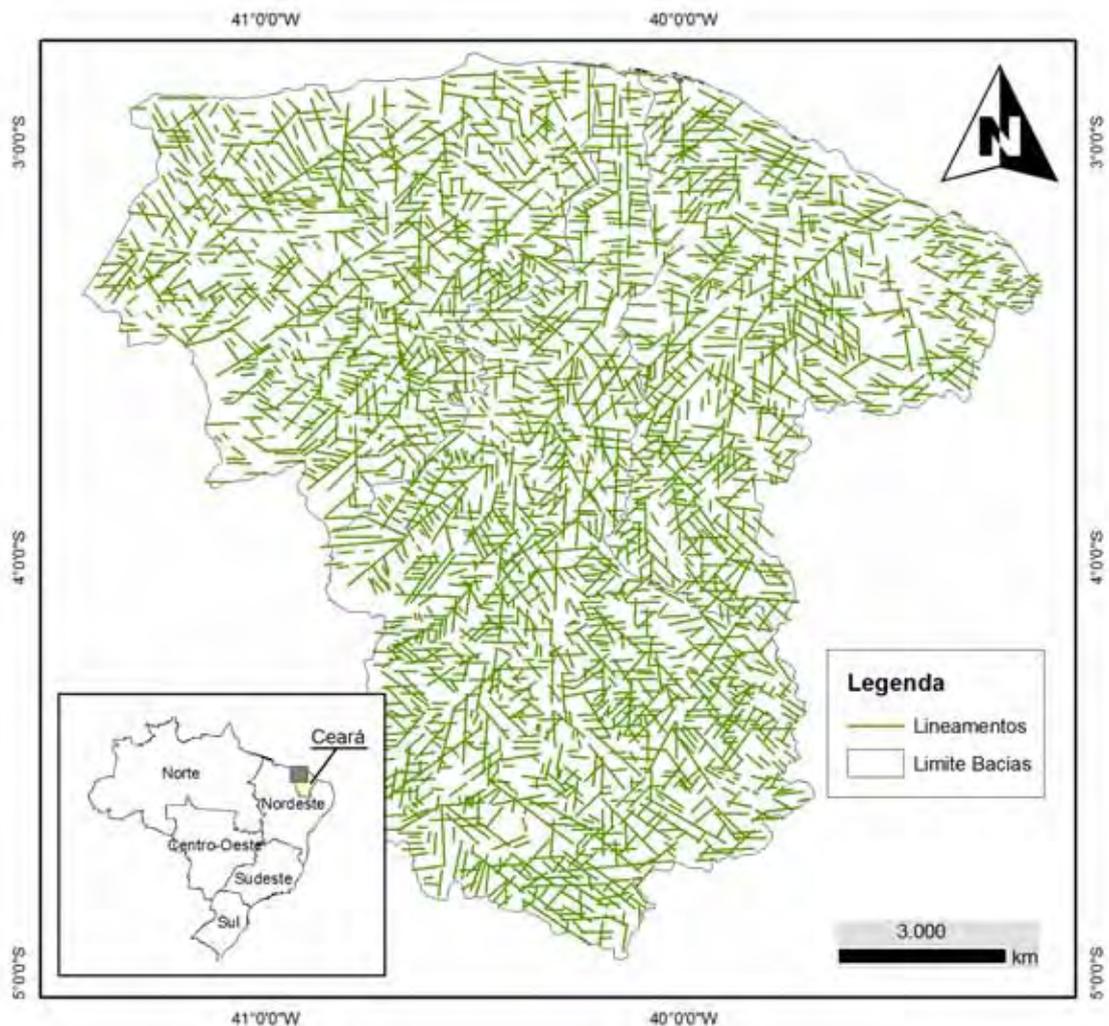


Figura 7: Mapa de lineamentos estruturais.

O mapa de lineamento estrutural (Figura 7) apresenta a variação de fraturamento do Estado do Ceará, a partir dele foi elaborado o mapa de cruzamento de lineamentos estruturais que gerou o mapa de densidade de cruzamentos de lineamentos (Figura 8).

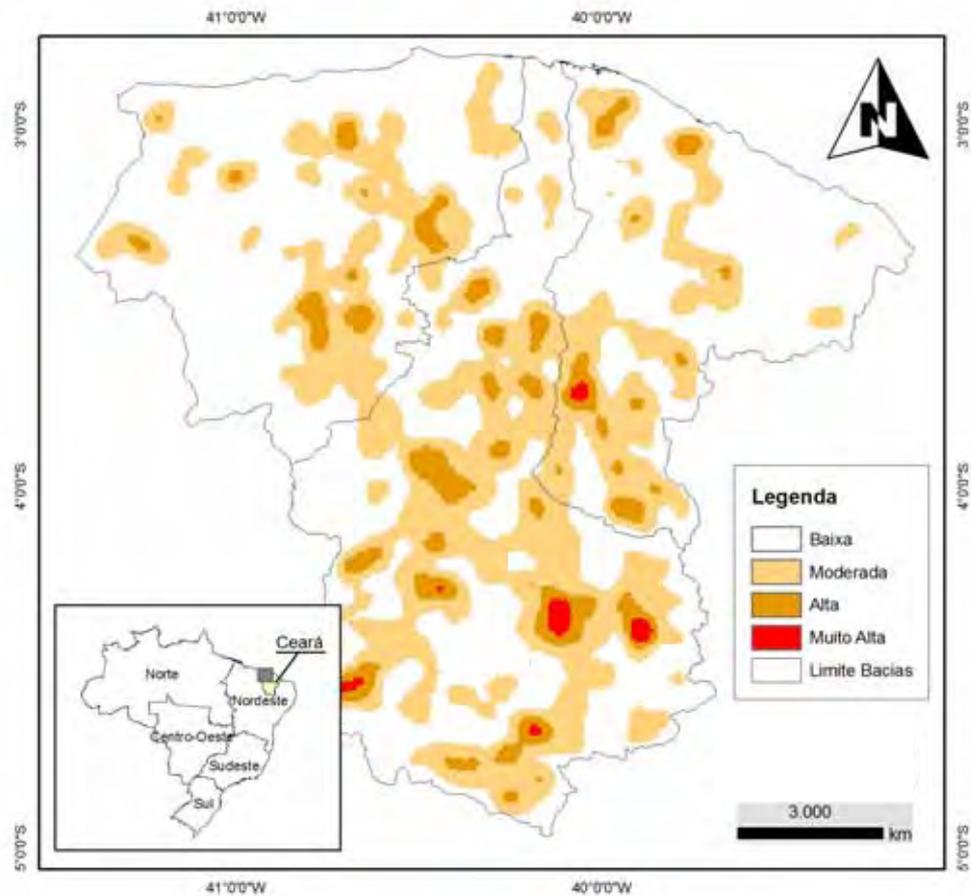


Figura 8: Mapa de densidade de cruzamento de lineamento estrutural.

No mapa de densidade de cruzamento de lineamento estrutural (Figura 8) é observada a concentração de cruzamento nas seguintes áreas (Planalto da Ibiapaba e sertão central). A área mapeada, Norte do estado, apresenta maior densidade de cruzamento em torno do município de Guaraciaba do Norte e Ipú onde o grau de fraturamento é muito intenso, em consequência desse processo nessas áreas, o material superficial encontra-se decomposto e/ou alterado, tornando a região susceptível a processos erosivos e gravitacionais.

6.2 – Caracterização Fisiográfica e Pedológica

A caracterização fisiográfica da área em estudo permitiu conhecer a dinâmica ocorrida no meio físico, através de processos formadores e evolutivos do solo, interpretação de imagens, levantamento de campo o que contribuiu na delimitação e caracterização das unidades fisiográficas.

A região apresenta uma constituição variada da paleo planície flúvio marinha (P1 – Guaraciaba do Norte), o qual está constituído, por áreas estuarinas a sudoeste, bordado por mantos arenosos arcógenos e coloidais, paleocanais abandonados, de fluxo e refluxo de paleomarés.

Com presença de solos vérticos eutróficos, que sustentam carnaúbas (*Copernicia Prunifera*), ainda como elementos residuais, de planícies subatuais, assim como dunas (LP1, LP2), que apresentam solos mais cimentados por CO_3^- (eolianitos), distribuídos ao longo de quase toda a costa do Ceará.

O referido sedimento é indicativo de unidade geológica Holocênica, rara no litoral brasileiro (Meireles, 2003) e encontrado em material coletado e analisado no perfil LP1 (Unidade fisiográfica - Mantos eólicos) e LP2 (Unidade fisiográfica - Mantos eólicos) classificada por Souza (1981) como Planície Litorânea.

A caracterização da região estudada está representada no Mapa Fisiográfico e descrita nas unidades fisiográficas discutidas a seguir (Figura 9).

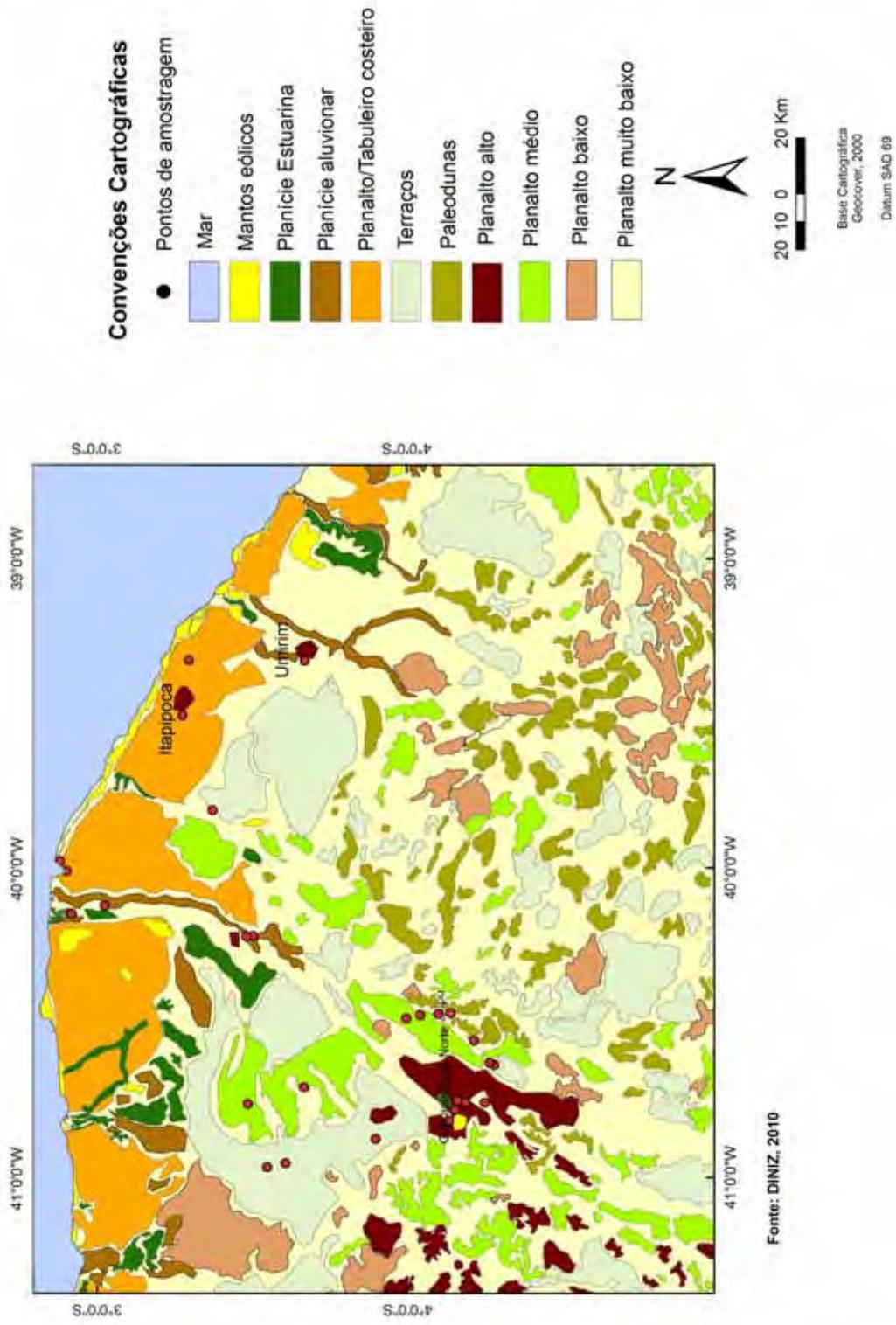


Figura 9 – Mapa Fisiográfico da Área de Estudo.

6.2.1 - Unidades Fisiográficas.

- Planalto Alto.

A área mapeada (Planalto Alto - Ibiapaba-CE) é representada por rochas metaconglomeráticas (Pré Cambriana e Carbonífera), arenitos do Carbonífero assim como arenitos por vezes feldspáticos, com intercalações de siltito da Formação Barreiras. Compreendendo relevos em forma de grandes escarpas e colinas médias e pequenas, com altitudes entre 350 à 960 m.



Figura 10: Paisagem representativa do Planalto Alto (Planalto da Ibiapaba-CE), perfil de solo com processos policíclicos de erosão. A – Topo do planalto da Ibiapaba; B – Vegetação acompanha as áreas drenadas pelo rio Coreaú-CE, C – Galhos retorcidos em meio os conglomerados existentes na massa do solo; D – Perfil de solo amostrado, com diferença litológica entre horizontes. Localização - UTM 24M – 0298545 9542850.

Na base da escarpa, foi verificada a presença de colúvios, compondo depósitos de tálus com conglomerados subatuais (Figura 10). A presença de material arenoso capeia interflúvios tabuliformes, caracterizados como sedimentos recentes e paleosedimentos.

A unidade fisiográfica (Planalto Alto) apresenta eventos paleogeográficos acidentados, representados por altos e baixos estruturais que por sua vez se sucedem como altos e baixos topográficos, os quais permitem afirmar, que a formação Barreiras se originou em épocas pretéritas (Oligoceno/Mioceno Inferior) em ambiente mais seco, passando por um ambiente flúvio marinho.

Com processo de intemperismo tropical, muito úmido e muito quente, entre o Mioceno Médio ao Plioceno Médio, dando origem a uma intensa latossolização (laterizando/plintificando), modificado intensamente durante o plioceno superior e/ou pleistoceno inferior, apresentando um processo incipiente de alteração, caracterizado pelo horizonte B Cambico, desenvolvendo-se a partir dos substratos arenosos (arcosianos) plintificados, ainda não totalmente destruídas.

Por esta ação de mudança incipiente e fraca melanização, provinda da passagem dos ambientes alagados, para mais oxidados que promoveram a humificação, durante o Pleistoceno médio a superior, recoberto por um conglomerado concrecionário, subangular em ambiente mais úmido e lixiviado, durante o pleistoceno superior, de grande poder erosivo, que destruiu os mantos lateríticos da Formação Barreiras.

Passando para ambientes mais secos/arídicos de litoral, onde se instalaram as lagoas estuarinas com contribuição nelas de restos de lateritas mais antigas, que foram sendo erodidas os substratos (horizontes de solos) com soerguimento, desta serra (Ibiapaba) e que foram gerados no terciário inferior e preservados nestas lagoas, as qual finalmente são soerguidas a 900-950 m.s.n (P1 à P10) durante os >120-400Ka. (SUGUIO, K.; MARTIN, L., 1978).

As amostras coletadas e analisadas nesta unidade fisiográfica (Planalto alto) indicaram ambiente com laterização cruzada, material sedimentado, oriundo de planície de inundação, pretérita, com concreções vermiforme, indicativos de soterramentos, gleização e vertilicização.

Os índices químicos das amostras são indicativos de deposição discordante (P1.3), mais alteração no horizonte Ab e com continuidade de alterabilidade no horizonte 3Biwf (Tabela 4).

O horizonte BCr e horizonte Crf do perfil 1 (Planalto Alto) indicaram alto grau de intemperismo, com material arcossioso e laterização, provavelmente do terciário médio a superior.

Os valores de Kr indicam processo de latolização do horizonte residual originados do material da evolução do perfil P1 e P2 depositado no terciário inferior (Tabela 3) e intemperizado provavelmente no Mioceno à Plioceno médio em condições de tropicalismo intenso.

A mudança climática, após o período do plioceno médio, torna mais seco, a Nordeste, originando processos de silicificação de lateritas (Plioceno Médio/Pleistoceno Médio) indicativo de período mais seco do que o atual.

São evidentes materiais originados de período de erosão dos componentes, truncando, soterrando ou exumando os antigos materiais do segundo período de latossolização continental (Mioceno médio/Plioceno médio), em que ocorreram vários estágios de desenvolvimento de solos de alterações climáticas, promovendo regressões e transgressões marinhas, durante as quais produziram depósitos flúvio-marinhos-eólicos, com formações de lagoas interdunares e flúvio marinhas, desenvolvidas acima de 40.000/120.000 anos que podem caracterizar o pleistoceno médio.

Tal afirmação se prende da análise e interpretação dos registros cronológicos do segundo e maior evento da latossolização profunda, a qual teve seu total desenvolvimento sob condições de tropicalismo, durante o Mioceno Médio ao Plioceno Médio na região estudada, permitindo o amplo desenvolvimento denominado de superfície das velhas (King, 1956) ou superfície de cimeira (Souza, 1985).

Caracterizados pelos volumes de alteração intempericas (VAI'S), Latossólicos (Bw), seguidas da geração dos lateríticos (Fm) em profundidade, os plintitos (horizontes manchados e/ou vermiformes vermelhos em matriz clara e/ou brancas/claras em matriz vermelha), o que por sua vez, denota o desenvolvimento e o condicionamento que os baixos ou altos estruturais, promovem nos fenômenos e processos geoquímicos, originados pelas interações climáticas e a riqueza mineral, dos componentes líticos.

Tais registros cronológicos (Souza, 1981) da evolução das paisagens, assim como seu truncamento e possível abatimento, conduziram à neo-evolução de outras paisagens, soterrando e/ou causando uma retro gênese nesta área, o que deixou outros registros como a presença de VAI'S de superfície Ab (P1), horizonte este com presença de matéria orgânica e matizes acinzentadas, denotando ambiente de redução, e/ou possível gleização de curta duração, nesta época (Pleistoceno médio a superior).

Da mesma forma, a área passa, por outro momento, de instabilidade ambiental e sofre uma erosão mais forte, trazendo uma carga de sedimentos de base constituída fundamentalmente por concreções ferruginosas, do tipo hematítico, mais de origem relacionada aos arenitos, e siltitos da Formação Barreiras, os quais deveriam ainda encontrar-se preservados.

Paisagens estas, que estão caracterizadas e denominadas muitas vezes como Planossolos ou Bc nodular e/ou Bx (duripan/fragipan), tanto à 953m (Guaraciaba do Norte-CE), como no baixo Acaraú à 10m (Morrinhos), nas duas paisagens, inclusive, apresenta-se associado a esta ocorrência de solos, aflorando e/ou soterrados, por palmeiras de carnaúbas (Planície Aluvionar).

Também estão presentes nos diferentes níveis de ascensão tectônica, desta serra (Ibiapaba-CE) os espriamentos flúvio marinhos, dos materiais desagregados, das espessas lateritas, que se desenvolveram durante, o terciário inferior/médio, sobre os metassedimentos em especial os metaconglomerados, plínticos e que passam a ser denominados, pavimentos do deserto.

Por seus seixos apresentarem cutículas de ferro (hematans), associados, a areias, psamíticas (arcosianas), carbonáticas e/ou pelíticas em superfície, constituindo os Neossolos Regolíticos cascalhento e Neossolos Flúvicos Gleicos, que por sua vez soterram restos do evento de latossolização, tanto do terciário inferior/médio, como do terciário superior.

Assim como os plintossolos, petroplintitos (lateríticos) e/ou diretamente, recobrando os horizontes Cr de gnaise/granitos, migmatitos e/ou xistos.

Já caulinizados e que também mostram, os registros de super imposição, de uma gênese em ambiente anaeróbico, constante ou sazonal, dando origem aos antigos solos, denominados Bruno não cálcicos vérticos, pela geração ou neogênese bissialítica, dando origem as argilas esmectíticas (2:1), e a presença dos intergrade, esmectitas/caulinitica e de Neossolos Líticos, típicos das litologias que ocorrem na área.

As amostras coletadas em pontos representativos, desta unidade fisiográfica (Planalto Alto), demonstram ambientes, que evidenciam uma planície de inundação passada.

Com presença de materiais concrecionários, argilas vermelhas, lateritas e material praiar, como areias com bastante quartzo, de variados tamanhos e mineralogias.

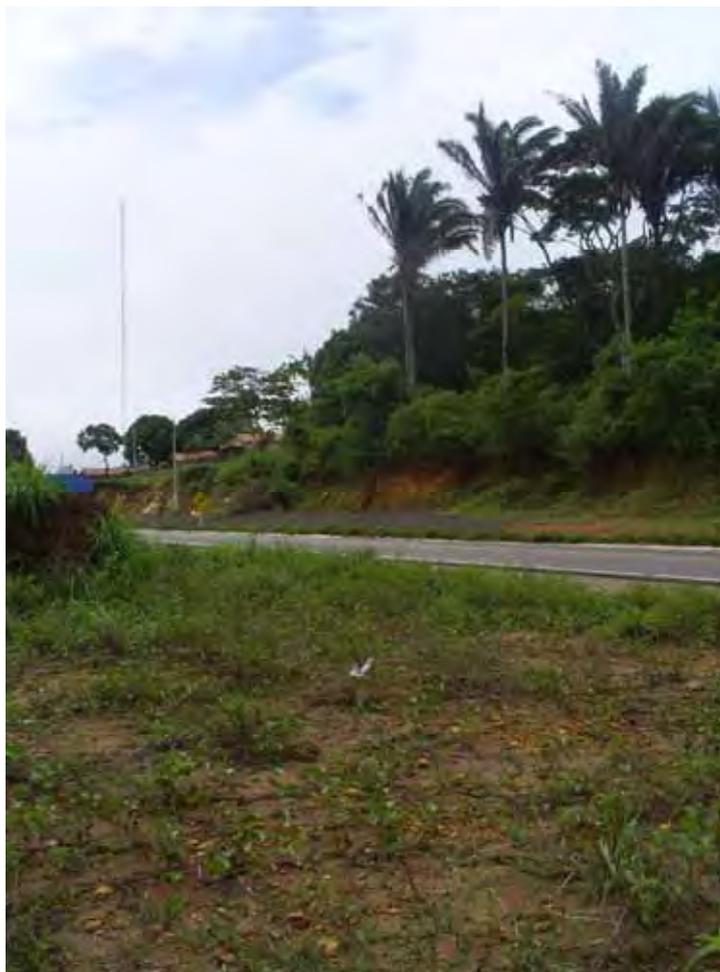


Figura 11: Planalto Alto – Elevações residuais indicativas de paleocanais e lençol freático alto. Localização 24M 0318655 UTM 9526339

A figura 11 está inserida no município de Carnaúbal – CE (Planalto Alto), que representa um ambiente indicativo de paleocanais, e solos que apresentam na massa pedaços de carvão, angulares a subangulares, subarredondados, material arenoso.

Com presença de feldspato, quartzo de diferentes tamanhos, arredondados, subarredondados, angulares a subangulares, argilos ferrans, hematans, grãos de feldspatos angulares, materiais provavelmente de erosão por laterita, nódulos com concreções (botroidais, aparentemente de curta distância de transporte, por ainda manter as suas formas originais preservadas).



Figura 12: Perfil de solo – Ibiapaba - CE.

Localização: 24M 0318544 UTM 9526603

A figura 12 é representada por perfil de solo rico em lateritas concrecionárias de diferentes formas e tamanhos, representativo de paleoambientes fluviais, característico de áreas de tabuleiro costeiro (areias avermelhadas).

- Planalto Médio



Figura 13: Planalto médio (Ipú-CE) fortemente dissecado, com presença de cascalheira concrecionária e canais de erosão. Paisagem representativa de paleoplanície fluvial. Localização: 24M 0305066 UTM 9530041).

A área de cimeira (Souza, 1981) é fortemente dissecada, contudo os agricultores praticam na área culturas de subsistências como o milho, arroz e feijão (Figura 13) que são comercializados localmente. As áreas onde a cultura do café é desenvolvida e restringe-se a propriedades particulares onde a comercialização é feita principalmente na capital (Fortaleza).

A segunda amostra coletada e analisada (Município de Ipú-CE), planalto médio, é indicativo de alternância climática policíclica sucessiva, originando melanização profunda de 1m a 1,5m, indicativo de clima subtropical quente a úmido a tropical quente (Holoceno), mais seco, com depósitos orgânicos.

Os valores de Ki das amostras de solos amostrados nesta unidade fisiográfica (Planalto médio) são elevados, com alternância em relação aos horizontes superficiais e diminuição desses valores conforme a profundidade do perfil do solo (Tabela 3 – Fluorescência de Raios X).

Foi verificado em trabalhos anteriores sobre a região (Nascimento, 2006), que a área necessita de estudos de datação e de sondagem, as quais deverão ser locadas nas proximidades

do contato entre os sedimentos tipicamente continentais com os retrabalhados pelas oscilações do nível do mar, que recobre os volumes constituídos por nódulos ferruginosos, associados aos níveis conglomeráticos, indicando processos de laterização.

Terciário médio a superior com espessura de 1 a 4 m recobrindo um arenito grosso caulinizado e ferrogênico, Formação Barreiras, denominado de 4Crf. O perfil analisado (P1) está recoberto por uma paleoturfa que recobre várias seqüências e depósitos típicos de alta e baixa energia sendo que os de alta energia quando se depositaram causaram convulsões na massa fina dos depósitos de baixa energia, os quais por sua vez encontram-se falhados, representando esta unidade fisiográfica localizada no município de Guaraciaba do Norte e Ipu-CE.

Nos arenitos ocorrem concreções de óxidos de ferro na base contato abrupto com laterização intensa e alternância brusca em relação à camada inferior, com maior índice de intemperismo K_i (7,81) indicando uma resilição e uma realcalização dos sistemas com relação ao horizonte basal R_r o qual se mostra profundamente monossilicificado.

O K_i do solo, normatizado pelo K_r do material de origem, seja rocha e/ou qualquer sedimento, e desta forma, os valores quando se apresentam menores que a unidade indicam maior intemperismo, sendo mais intemperizado, quanto menor seja. Se os mesmos são maiores, denotam menor intemperismo, portanto, confirmam as discordâncias litológicas e/ou discordâncias pedológicas.

- Planalto baixo.



Figura 14: Material concrecionário cascalhento com indicativos de alternância climática, apresenta material fluvial na superfície e nos horizontes do solo (presença de seixos rolados de tamanhos variados).

Localização: 24M 0305764 UTM 9539624

A unidade fisiográfica planalto baixo, localizado na descida do planalto da Ibiapaba, constituído por material concrecionário, recoberto por uma laterita concrecionária cascalhenta, com evidências de falha (Figura 14). O perfil de solo é bem estruturado no horizonte superficial e apresenta depósito maciço, recoberto por material arenoso (Neossolo Flúvico Gleico e Nitossolo Paleovertico Gleico).

A parte basal do perfil analisado apresenta canais de erosão plintificado, com evidências de vários eventos de deposição, com alto índices de alteração intempérica.

Esta unidade fisiográfica é muito representativa ao longo da região norte do Estado do Ceará e ocupa áreas, entre o planalto da Ibiapaba e os tabuleiros costeiros (Patamares), constituída por rochas sedimentares, cristalinas (ígneas ou metamórficas), dentro desta unidade fisiográfica, a evidências, intrusões pegmatíticas (Meruoca), já em parte caulinizadas. O clima da região segundo a SUDEC (1986) é do tipo sub-úmido, semi-árido e seco, a vegetação é representada por caatinga arbustiva densa, a caatinga arbustiva aberta, a ocupação e uso da terra em pecuária, culturas de subsistência e fruticultura irrigada.



Figura 15: Unidade Fisiográfica Sedimentar localizada na descida do planalto da Ibiapaba – CE. A – Topo do Paleolago típico de mudança ambiental intensa; B – Depósito colúvio aluvionar de encosta.

As paisagens deposicionais de encosta encontram-se distribuídas por quase toda a área mapeada, são características dominantes desta paisagem (Figura 15), evidenciado por deposições, truncamentos e soterramentos alternados. (movimentos de massa).

- Planalto muito baixo



Figura 16: Planalto muito baixo (100m) com migmatitos bandados, melanocráticos, dobrados e redobrados ao longo do perfil, BR 222-CE.

Esta unidade fisiográfica, pode ser representada pela paisagem da BR 222 a Nordeste da área mapeada (Região Nordeste do Estado do Ceará), com presença de migmatitos constituídos por minerais ferromagnesianos e mergulho para noroeste de 35° (Figura 16). Assim como material metasedimentar litificado e deformado presente no município de Umirim, Santana do Acaraú, Sobral e Ipú, unidades presentes na região. O relevo é constituído por interflúvios amplos, médios e côncavos, dissecados.

Esta unidade fisiográfica corresponde a porções mais interioranas abrangendo os contatos entre o embasamento cristalino e os sedimentos da formação barreiras.

Apresenta acentuada diversificação litológica com rochas indistintamente truncadas por superfície de erosão, onde os processos de pediplanação deram origem às depressões sertanejas (AQUASIS, 2003).

Apresenta rochas como os gnaisses, xistos, magmatitos, meta arenitos, metaconglomeráticos e associações, presentes num alto estrutural falhado, havendo sido

intemperizado e/ou recoberto por materiais que deram origem aos Planossolos, Argissolos Vermelho Amarelo e Neossolos Regolíticos Gleícos, alguns destes mantos de cobertura intempérica, podem alcançar de 2 a 5 m.



Figura 17 – Planalto muito baixo – Relevo remanescente do Grupo Serra Grande, entre os municípios de Santana do Acaraú e Morrinhos – Localização: 24M 304597 UTM 964385.

Relevo remanescente do grupo serra grande, inserido no município de Santana do Acaraú-CE (Planalto muito baixo com testemunhos residuais de planalto alto). A região esteve submetida à ação de processos de intenso intemperismo, em paleoambiente tropical muito úmido e quente (Figura 17).

Pelo qual passou por uma profunda latossolização/laterização e plintificação dos quartzitos conglomeráticos/metaconglomerados, graníticos, gnaisses, pegmatíticos e xistos, durante o Mioceno Plioceno médio e que vem sendo erodidos, e seus constituintes, foram ou estão distribuindo-se nas superfícies atuais neste nível e os mais baixos, tais materiais vem sendo denominados de verniz do deserto.

Por estes seixos apresentarem ferrugem hematítico como filme, pavimentos semelhantes a deserto, por espriamento dos materiais desagregados das lateritas e plintitos presentes, como substratos do relevo. Representa abatimento tectônico do tipo graben, de

mais ou menos 25 km de comprimento por 5 de largura. A paisagem representa uma evidência estrutural expressa na tectônica plástica rúptil, com movimentos distróficos modernos que podem estar reativando os mais antigos.

- Planalto/Tabuleiro costeiro



**Figura 18: Perfil de solo em Planalto/Tabuleiro Costeiro
(Região Norte do Estado do Ceará)
Localização: 24M 0409897 UTM 9626962**

A unidade fisiográfica dos Planalto/Tabuleiros costeiros (Figura 18) é formada pela Formação Barreiras, constituída de sedimentos continentais costeiros e pela ocorrência de dunas e aluviões. A Formação Barreira esta representada por varias fácies sedimentares, distribui-se de maneira continua paralelamente à faixa litorânea. Sua largura é bastante variável, alargando-se próximo ao baixo curso do rio Acaraú-CE, região norte do Estado do Ceará, originada em ambiente sazonal e clima tropical à subtropical.

Os sedimentos da Formação Barreiras são do tipo areno-argilosos, não litificados ou pouco litificados, com coloração avermelhada, creme ou amarelada, certas vezes mosqueados

(plintificados). Apresenta material argiloso caulínico ou cimento ferruginoso. A granulometria varia de fina a média, contendo interdigitações de níveis conglomeráticos constituídos de seixos de quartzo, quartzitos, lateritas com estratificação, plano paralelo tangencial de baixo porte, mancha dispersa e isolada que ocorre na área do embasamento, possivelmente como forma de indicativo de que sua dimensão espacial era maior que a atual. São verificadas na margem esquerda do baixo Acaraú-CE entre as cidades de Morrinhos e Marco.

A Unidade fisiográfica Planalto/Tabuleiro Costeiro exhibe compartimento, representativo na região nordeste do Estado do Ceará, variando entre 50 e 123 m em algumas localidades, com declividade de 9%. O relevo tabular com 9% de declividade mostra-se relativamente plano a plano-ondulado com grandes taxas de erosão, por processos denudacionais e o uso da terra.



Figura 19 – Planalto/Tabuleiro Costeiro - Área tabular no município de Morrinhos-CE, mostrando ao fundo a serra da Meruoca com vista para a cidade localizada na planície fluvial, margeada pelo rio Acaraú e na posição adjacente (fundo) a planície de inundação.

As coberturas de alteração intempéricas que contêm os registros da evolução regional estão caracterizadas por sedimentos amarelos avermelhados (Figura 19), recobrendo grande parte do relevo e em alguns trechos, encontra-se presença de material melanocrático soterrado por material cinza classificado como Neossolo Flúvio Marinho Gleico Quartzarênico e Planossolo Vértico na planície fluvial, servindo de sustentação para as carnaúbas predominantes na área ribeirinha. Em relação à ocupação antrópica, existem algumas restrições físicas, havendo prática intensa da agropecuária, fator este de maior impacto na unidade.

As áreas de transição desta unidade para as áreas de planície fluvial apresentam grande fragilidade. Verifica-se nessas áreas um aumento na energia, típica de setores de ruptura topográfica, induzindo assim, ao estabelecimento dos limites das unidades, além de um maior grau de susceptibilidade à erosão.

- Planície aluvionar.

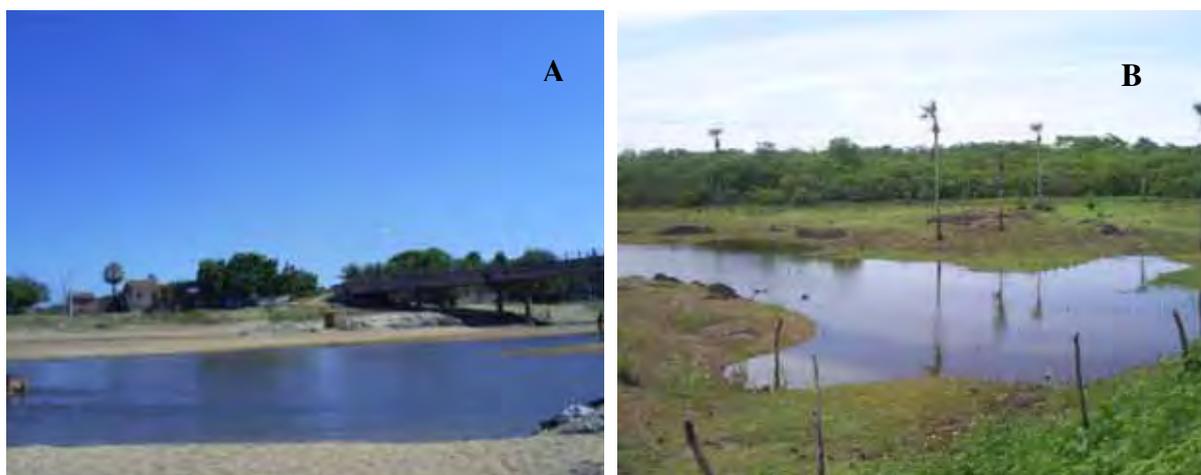


Figura 20 – Planície aluvionar, baixo Acaraú-CE, com mata ciliar de Carnaúba. A – Planície aluvionar, médio Acaraú-CE; B – Planície aluvionar baixo Acaraú-CE.

As planícies aluvionares ou fluviais (Figura 20), fazem parte da paisagem da região mapeada (Norte do Estado do Ceará), representam formas de deposição fluvial com topografia aplainada, favorecendo a inundação nos períodos de grandes precipitações como a ocorrida em abril de 2009 em Sobral, cidade localizada no médio curso do rio Acaraú-CE.

Esta unidade fisiográfica foi a maior área mapeada, devido a sua predominância ao longo dos perfis mapeados. Tem declividade menor que 2% e altitude de 38 m a sul e 3 m até o início do estuário.

Ao longo do seu curso apresenta vários padrões de drenagem, ora característicos de rios de meandantes, com formação de barras longitudinais, ora com características de multicanal dividindo o leito principal em diversas hierarquias. A planície fluvial funciona como área de escape nas grandes cheias, com alargamento do canal de escoamento o que vem sendo mais freqüente nos tempos presentes devido à retirada da mata ciliar, comum na região que contribui para o aumento do alargamento do canal fluvial.

As larguras dos vales fluviais variam de 10 m a 50 m, sendo alargados no Acaraú-CE e nos principais tributários. Os vales têm forma abertas e escarpadas com material de alteração em suas bordas, com talvegues retilíneos, meandantes e sinuosos nas áreas estuarinas. Apresentam, mais entalhados a montante (rio Acaraú-CE) devido principalmente que, em seu médio curso, tem temperaturas predominante em torno de 35⁰C, acentuando sua aridez, com ações fluviais (hidráulica, corrosão, transporte e acumulação), produzindo material pouco trabalhado, portanto de maior calibre.

Do médio para o baixo curso do Acaraú, o material fino areno-argiloso indica a presença de sedimentos da Formação Barreiras, como porção mais característica de acumulação dos rios com ampliação significativa das planícies, nos Municípios de Bela Cruz, Cruz e Acaraú (Baixo Acaraú). Neste último, com faixas aluvionares marcantes em contato com o estuário, a drenagem sinuosa recebe influência das marés. É nesse local onde a dinâmica costeira inicia seus processos com as marés (fluxo e refluxo) executando deposições rio acima.

O perfil transversal a partir do talvegue apresenta seqüência nítida de feições de várzeas, com relevo plano a partir de 5m de altitude, aproximadamente, constituídas de sedimentos clásticos de textura grosseira, embora predominem os sedimentos de textura arenosa (Neossolos Flúvicos Neossolos Flúvio Marinheiros Psamicos).

As várzeas apresentam-se, de forma amplas e estreitas, ao longo do canal fluvial, as várzeas amplas são ocupadas por produtos hortigrangeiros e as várzeas estreitas por culturas de subsistência (arroz, feijão, melão).



**Figura 21 – Planície aluvionar entre os municípios de Acaraú e Itapipoca-CE.
(Terraço alto)**

Este ambiente fluvial (figura 21) chega a acumular água no substrato e afloramentos do lençol freático em alguns pontos com deposição de águas superficiais, contribuindo para o acúmulo de sais nesta região que se reflete na queda de produção agrícola.

A planície fluvial situa-se entre 3 e 38 m de altitude e em declividade inferior a 2%, caracterizando-se por um relevo acidentado e moldado pela drenagem. A planície fluvial se desenvolve no sentido a jusante chegando a 5 km de largura nas proximidades do município de Acaraú.

Seus limites são bem definidos pelo entalhamento da planície e pelos planaltos do tabuleiro costeiro. Quanto à sua origem, associa-se aos processos fluviais e flúvio marinhos do rio Acaraú, aos quais se devem os diversos padrões de drenagem que constituem os inúmeros canais de pequena magnitude encontrados na área.

A planície fluvial está sujeita as inundações diárias, especialmente pelo regime das marés e, sazonalmente, pela oscilação do nível do lençol freático. Tal planície exerce importante controle nos ambientes que ali se desenvolvem.

O rio Acaraú-CE é o principal retro-alimentador e distribuidor de matéria e energia, manutenção das condicionantes físico-químicas e biológicas associadas aos regimes de inundação e pelas variáveis hidrológicas de conectividade em uma escala temporal.

As variáveis dependentes e controladoras da geomorfologia local, como altitude, baixa declividade, uso da terra e baixa energia no sistema preservaram as formas de relevo.

Os Neossolos Flúvicos (Embrapa, 2006) estão presentes em grande parte desta unidade, paralelo ao longo do rio, alargando-se consideravelmente no baixo curso. Litologicamente são compostos de areias finas e grosseiras, misturando-se, com material fino, cascalhos e blocos. Próximo das embocaduras fluviais, o fluxo e refluxo das marés, em combinação com a sedimentação fluvial, depositam sedimentos flúvio marinhos de cores escuras, argilosas, em mistura com matéria orgânica.

O material carregado pelo rio Acaraú é proveniente da erosão das áreas de tabuleiro e principalmente, das áreas de pastagem do quadrante sudeste do vale. Nesta área ocorre agricultura de subsistência, que embora não empregue técnicas avançadas de cultivo, aparentemente resultam em processos de erosão ou assoreamento.

A faixa de ocorrência de mangue é uma área com baixo grau de erosão e extremamente sensível a alterações ambientais, pois sofre influência tanto do regime fluvial quanto o regime de marés e interliga a esta área material sedimentar formando bancos de areia ao longo do canal flúvio marinho. O qual funciona sazonalmente como lagunas estuarinas, quando os movimentos seqüências da estruturação dos litorais denotam abatimentos sucessionais dando origem ao acumulo de lamas orgânicas que são propícios para o desenvolvimento dos Rizosfera, mangue (vermelho). Quando dos movimentos ascencionais e/ou de sobre carga dos depósitos lagunares instalam-se os depósitos arenosos de fluxo refluxo marinho eólico dando origem as barras estuarinas as quais por sua vez permitem a instalação dos mangues pretos.

Entretanto, quando da influência da erosão continental por intervenção na montante da ocupação pouco cuidadosa, originam colmatação das lagoas e barras estuarinas e permitindo a sucessão vegetacional dos mangues brancos e palmeiras de carnaúbas/ou gramíneas associadas a caatingas mistas, caracterizando cada vez mais os litorais por emersão.

Estas áreas estão em contato com a planície litorânea, onde ocorre o transporte de sedimentos arenosos por processos eólicos. A direção dos ventos predominantes na área costeira é de oeste para leste.

Aliado a este processo, é constatado também a exumação de algumas áreas de mangue que são substituídas por viveiros de camarão. A instalação da estrutura associada a esta prática, como barracões e acessos à área, também contribui com a diminuição da vegetação.

- Planície Estuarina.



Figura 22: Paisagem estuarina - Norte do Estado do Ceará: A – Estuário do rio Acaraú-CE; B - Barcos de pesca (Baixo Acaraú-CE); C - Agroecossistema (Itarema-CE); D – Vegetação de mangue (Baixo Acaraú-CE).

A figura 22 representa a planície estuarina da área mapeada (Norte do Estado do Ceará), o estuário é uma área costeira, com livre comunicação com o mar no qual a água salgada é mensuravelmente diluída com a água doce oriunda da drenagem continental e de vales de rios alagados.

Apesar da topografia suave entre a planície flúvio marinha e a planície litorânea, as diferenças altimétricas, os diferentes usos para agricultura e o tipo de solo podem representar o desequilíbrio desta paisagem, aumentando sua susceptibilidade à erosão com práticas não conservacionistas (cultura do camarão em cativeiro).

Possui um sistema funcional complexo devido à existência de outros subambientes associados a ela. Um deles corresponde aos manguezais (Marismas), que apresenta diferentes graus de conectividade com as marés e com os tributários do rio Acaraú. A cobertura vegetal instala-se em substratos de várzea de formação recente, sob solo salino e com deficiência de oxigênio, com predomínio de halófitas.



**Figura 23 – Mangue branco (*Laguncularia racemosa*) com raízes subaéreas, Acaraú-CE.
(Terraço muito baixo)
Localização: 24M 0387230 UTM 9680430**

A figura 23 representa a vegetação dominante na área estuarina (mangue branco). O solo vértico, lamacento tem grande teor de matéria orgânica, característico dessa unidade fisiográfica. Observou-se a presença de lagoas estuarinas temporárias, solos poligonais com depósito de Jarocita, gretas de argila expansiva, slick sid superfícies de esforço ou movimentação, mosqueamento no horizonte A com horizonte Bvx dos Vértissolos, que podem gerar os duripans e fragipans e que ainda podem conter feldspato.

- Mantos eólicos.

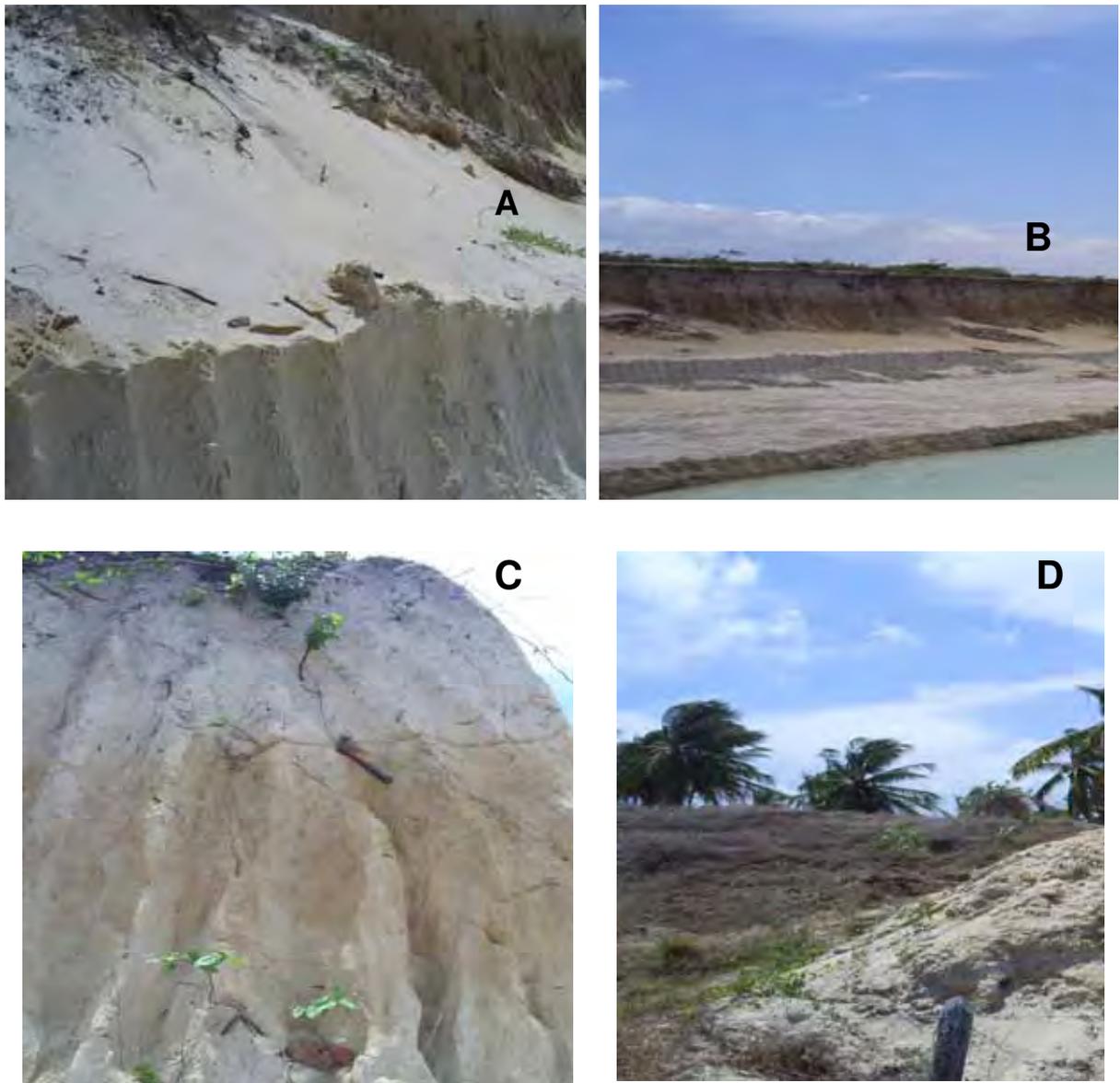


Figura 24: Mantos eólicos ao longo da planície litorânea (Norte do Estado do Ceará). A – Duna longitudinal, local explorado com retirada de areia; B – Lagoa interdunar gerada pela exploração da área; C – Perfil de solo com indicativo de paleoplanície marinha (Neossolo Quartzarênico Marinho); D – Duna fixa, nordeste para sudoeste, tipo barcana, pacote de sedimentos arenosos, quartzobioclástica, com cimento de carbonato de cálcio de cores cinza claro a cinza escuro (Eolianitos).

A unidade fisiográfica (Figura 24) tem altitudes entre 0 e 40 m e declividade inferior a 3%, caracteriza-se pela presença de sedimentos inconsolidados de textura variando de areia média a grossa, material retrabalhado pela ação do vento, associado às marés de sizígia

condiciona a modelagem do relevo em plano ondulado. A vegetação rasteira (gramíneas) presente nesta unidade define os limites da oscilação das marés, permitindo um maior controle sobre sua área de atuação.

A formação de dunas por deflação eólica corresponde à feição mais marcante nesta unidade fisiográfica. Estas apresentam morfologia alongada, acompanhando a linha de costa. Nesta área formam-se também extensos paredões descontínuos, onde predominam processos deposicionais pela ação das marés.

As praias fazem parte desta unidade conhecida também por estirâncio ou zona inter-marés, e situam-se entre o nível médio de maré baixa e maré alta, estando limitado superiormente pelas bermas ou falésias mortas, aparecimento da vegetação pioneira nas planícies de deflação/cordões litorâneos, e, de forma localizada, pelas dunas do tipo barcanas, parabólicas e longitudinais presentes na área, de Nordeste para Sudoeste da área.

Os solos predominantes são os Neossolos Flúvicos e Quatzarênicos, com grande concentração de quartzo e feldspatos potássicos e alto teor de salinidade.

As praias do baixo Acaraú, baixo Coreaú e Litoral, podem ser classificadas como praias de energia intermediárias, reflectivas (formada por sedimentos mais grosseiros) de baixa energia e de praia de energia mais alta, com grande poder de arrebatção denominada dissipativas (formada por sedimentos mais finos). A ação eólica na praia de Arpoeira (Acaraú-CE) chega a 70 km por hora, este processo eólico gera o soterramento diária de lagoas, riachos e cacimbas.

Eolianitos (Meireles, 2005) ocorrem como feições singulares, em pequenas elevações que se distribuem obliquamente por quilômetros ao longo da linha de costa, praia e em regiões continentais; regiões de clima árido a semi-árido, onde o suprimento de sedimento silicoclastico é restrito e as taxas de cimentação de carbonáticas ou formação de colóides evaporíticos são altas (Figura 21D).

O solo é indicativo de grande teor de carbonato, material sedimentado arenoso, quartzo com cimento de carbonato de cálcio, material com composição e características especiais, que fornece importantes dados sobre a dinâmica eólica da época da formação dos ambientes costeiros, como presença de material litificado.

Sedimento este indicado para datação por representarem antigos sedimentos de dunas, que passaram por processo de cimentação carbonática de seus grãos constituintes.

Os sedimentos de praia ocupam a faixa costeira, com larguras variáveis compostos por Neossolos Quatzarênicos, com areias médias e grosseiras. Os trabalhos de deflação e acumulação eólica são responsáveis pelo desenvolvimento dos extensos e contínuos cordões

de dunas ao longo do litoral do Acaraú. Sobrepondo-se aos sedimentos do Grupo Barreira moldando a paisagem do litoral.

As praias nesta unidade da paisagem representam formas de acumulação, evidenciadas pela gênese e retrabalhamento das dunas pelos ventos, através da disponibilidade de sedimentos e a ausência ou rarefação da cobertura vegetal, bem como a ação marinha sub-atual e atual na modelagem litorânea, que é evidenciada pela intensa insolação e velocidade do vento.

Tais materiais constituintes desta unidade fisiográfica, demonstram baixo intemperismo, de acordo com os índices K_i e K_r e sua mineralogia apresenta feldspatos em transformação, e componentes interestratificados.

A formação da face convexa seguida de face côncava, entre uma duna e outra, constitui, em certos casos, ângulos de talude ou de equilíbrio entre seus topos, apresentando-se como móveis, fixas e paleodunas. Alguns solos amostrados indicaram presença de areias esbranquiçadas bem selecionadas, com granulação de fina a média quartzosa, com grãos foscos e arredondados a subarredondados, certas vezes com presença de minerais pesados. Nas paleodunas, desenvolvem-se solos psamenticos/quartzoarenicos, capeados por vegetação arbustiva-arbórea, amenizando os efeitos eólicos de deflação.

A tabela 4 apresenta os perfis de solos, amostrados e sua unidade fisiográfica, no qual obedeceu as definições de horizontes e camadas, de acordo com (EMBRAPA, 2006), e os conhecimentos básicos de características contidas no manual de descrição e coleta de solos no campo (LEMOS e SANTOS, 1996, 1992). Assim as propostas Rueda (1993) que designam os horizontes como volumes (VAI'S) e unidades (UAI'S) de alteração intempéricas, os quais podem no caso dos VAI'S apresentar sub volumes de outros horizontes em conjunto constituem as coberturas de alteração intempérica (CAI'S).

Entre os perfis ou coberturas de alteração intempérica descritos, foram escolhidos os mais representativos (Tabela 2 e Anexos).

TABELA 2 - Classificação de Solos e Rochas da Região Norte do Estado do Ceará

UNIDADES FISIOGRAFICAS	PERFIL	CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA PEDROESTRATIGRAFIA	CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (EMBRAPA, 2006)
PLANALTO ALTO	1	Organossolo Saprico; Neossolico, Flúvico, Gleico, Concrecionário cascalhento, substrato Formação Barreiras Cambissolico Háptico Latossolico Paleoplúntico.	ORGANOSSOLOS HÁPLICOS SAPRICOS
PLANALTO ALTO	2	Neossolo Flúvico, Cambissólico Paleogleico, Paleo Argilúvico Concrecionário, substrato Formação Barreiras Paleo Petrolúntico Concrecionário.	NEOSSOLO FLÚVICOS
PLANALTO MEDIO	7	Nitossolo Háptico Distrófico Substrato Granitóides Paleo Petrolúntico Neoargilizado.	NITOSSOLOS HÁPLICOS DISTROFICOS
PLANALTO MÉDIO	8	Neossolo Flúvico Regolítico, Substrato Brecha Conglomerática Petrolúntica, Substrato Gnaisse Gleico Paleoplúntico. Neossolo Regolítico Conglomerático Cascalhento Petrolúntico (Laterítico) Substrato Gnaissico Paleoplúntico.	NEOSSOLO FLÚVICOS NEOSSOLO REGOLITICO
PLANALTO MÉDIO	9	Nitossolo Vermelho Escuro Paleo Plúntico Cascalhento Nitossolo Vermelho Distrófico/Eutroférrico Regolítico Cascalhento, Substrato Gnaissico Milonítico Paleoplúntico/Petrolúntico Paleoverterico Gleico. Neossolo Flúvico Regolítico Cascalhento Substrato Brecha Conglomerática Laterítica/Petrolúntica Argissolo Vermelhos Eutroférricos/Ta Distrófico Substrato Gnaisse Milonitizado. Vertissolo Hidromórficos Órticos Substrato Gnaisse Miloníticos.	NITOSSOLO VERMELHO DISTROFICO/EUTROFICO E REGOLITICO NITOSSOLO VERMELHO DISTOFÉRICO. NITOSSOLO VERMELHO. NEOSSOLO FLÚVICO REGOLITICO ARGISSOLO VERMELHOS EUTROFÉRRICOS

UNIDADES FIOGRÁFICAS	PERFIL	CLASSIFICAÇÃO TAXONÓMICA PEDROESTRATIGRAFIA	CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (EMBRAPA, 2006)
PLANALTO MÉDIO	10	Neossolo Flúvico Gleico, Substrato Granito Gnaissico Paleoplintico Neobissialtizado.	NEOSSOLO FLÚVICO
PLANALTO BAIXO	11	Neossolo Litólico Gleico Concrecionário Substrato Paleo Petroplintico Metaglomerático.	NEOSSOLO LITÓLICO
PLANALTO BAIXO	12	Neossolo Flúvico Pouco Húmido, Pseudogleico Conglomerático Concrecionário Cascalhento, Substrato Metaglomeráticos Paleo Petroplintico, Gnássico Mono-bissialítico(partes altas) Argissolo Vermelho Cascalhento Concrecionário, Substrato Metaconglomerados biotita horblenda granito gnaisse, Paleo Petroplintico e caulinitico, com retrogeneses bissialítica Brunos não cálcicos verticos ou Vertissolos Bruno não cálcicos.	NEOSSOLO FLÚVICO ARGISSOLO VERMELHO VERTISSOLOS HÁPLICOS CARBONALTICOS
PLANALTO MUITO BAIXO	13	Neossolo Lítico de ultramilonito de granito Porfiro, Paleopetroplintico.	NEOSSOLO NÍTICO
PLANALTO MUITO BAIXO	15	Neossolo Flúvico Marinho Gleico, Substrato Granito Porfirítico Migmatizado pelo Paleo Petroplintico.	NEOSSOLO FLÚVICOS SALICOS
PLANALTO MUITO BAIXO	16	Planossolo Háolico Salico Vértico	PLANOSSOLO HÁPLICOS SALICOS
PLANALTO MUITO BAIXO	17	Neossolo Regolítico Gleico Substrato Micaxisto Biotita Gnaisse Paleo Plintitico.	NEOSSOLO REGOLÍTICO
PLANALTO/TABULEIRO COSTEIRO	LP1	Neossolo Flúvico Marinho Eólico Espessarenico de Barra Estuarina, substrato Formação Barreiras Paleo plintico. Neossolos Espessarenico Marinho/Neossolo Flúvico Marinho Quartzarenico.	NEOSSOLO FLÚVICO MARINHO

UNIDADES FISIOGRAFICAS	PERFIL	CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA PEDROESTRATIGRAFIA	CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS (EMBRAPA, 2006)
MANTOS EÓLICOS	LP2	Neossolo Quartzarênico Regolítico Eólico - flúvio marinho, Paleo Estuarino – Eólico; Substrato Formação Barreiras Paleoplúntico.	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO ÓRTICO PLÚNTICOS
PLANÍCIE ESTUARINA	L3	Vertissolos Melânicos Salicos Paleo estuarinos e/ou Neossolos Flúvio Marinho Eólico Quartzarênicos substrato Estuarino paleo Vértico Melânico Salico.	VERTISSOLO HIDROMÓRFICOS SALICOS

7 – Caracterização física, química e mineralógica de solos da região Norte do Estado do Ceará.

As amostras analisadas correspondem aos perfis P1 à P17, LP1 à LP3 presente na área onde sucede o Grupo Serra Grande (Formação Tianguá, Formação Ipú), Formação Barreiras, Sedimentos inconsolidados eólicos e marinhos. Os resultados são apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4 em Anexo e figuras inseridos na pesquisa.

- ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Para todos os perfis adotou-se a separação das frações em argila, areia grossa, areia fina, areia total e silte.

Observou-se que as classes texturais variam conforme profundidade e gradiente textural dos horizontes, entretanto a fração areia é predominante, a fração argila apresenta conteúdos variados concentrando-se principalmente nos horizontes mais intempéricos dos perfis P1, P2, P7, P9, P10, P11 à P15 diminuindo nas partes basais da área investigada P16 à LP3 (área litorânea), onde predomina Neossolos Flúvicos, Regolíticos e Quartzarênicos. Geralmente de textura grossa, excetuando os perfis das áreas serranas com índices de intemperismo abaixo de 50% na maioria (Guaraciaba do Norte e áreas coluvionares localizadas à 225m à 125m (Distrito de Ipú-CE). O perfil LP3 se diferencia dos demais perfis de solos localizados no baixo curso do rio Acaraú-CE, devido ao alto teor de matéria orgânica depositado no topo dos horizontes, lixiviando o mesmo para o perfil como um todo e ser um solo classificado, morfogeneticamente como Vertissolos Melânicos Salino Paleo Estuarinos e/ou Neossolos Flúvico Marinho Eólico Quartzarênicos substrato Estuarino paleo Vertico Melânico Sáfico (Pedostratigrafia). Com alto teor de argila (em relação a LP1 e LP2), com fendas de profundidade 30/2 à 5cm de espessura, enriquecido de Jarocita (depósito marinho, mais mica e slickensides) que apresentam forma poligonal e gretas de argila expansiva, Jarocita 3% no Horizonte A.

O Perfil1 (Grupo Serra Grande), apresenta várias discontinuidades litológicas ao longo do perfil com alternância de concentrações de argila > 20% e areia >28% exceto no horizonte P1.7 que apresentou valor de areia total 6% e argila 26% e alto teor de silte 63% diferenciando-se dos demais, provavelmente devido as contribuições e sedimentações alternadas verificadas nas descrições morfogenéticas do perfil como um todo e na variedade

de sedimentos (quartzo, feldspáticos, residuais) de diferentes formas e tamanhos, representativos desta unidade e descritos em campo e laboratório.

Foi verificado no mesmo (LP3) presença abundante de mosqueamento (avermelhado), indicativo de processos de alternância de oxidação e redução e que indicam um período relativamente amplo com domínio das chuvas, sendo que estas paisagens se encontram saturadas e com certa influência das marés deixando cores avermelhadas de oxidação. Em mais ou menos 10% do mesmo período, a paisagem se apresenta livre de tal fenômeno e podendo apresentar no final diminuição de H₂O para as plantas e no solo, ficando prejudicado pela eflorescência de sais (Cl⁻, CO₃) na superfície ou perto dela, limitando o potencial no solo que faz parte da unidade fisiográfica (Planície Litorânea). Os gráficos representativos e material analítico indicaram o grande potencial de argilas expansivas, depositados ao longo desse perfil que foi também verificado nos dados mineralógicos representados nos difratogramas de Raios X evidenciando descontinuidade litológica e alternâncias climáticas, umedecimento e secagem em períodos bem marcantes, deixando testemunhos de paleoambientes fluviais e marinhos, com teores de sedimentos arenosos elevados (>50%), quartzarênicos e marinhos.

Gráficos Representativos das Análises Granulométricas

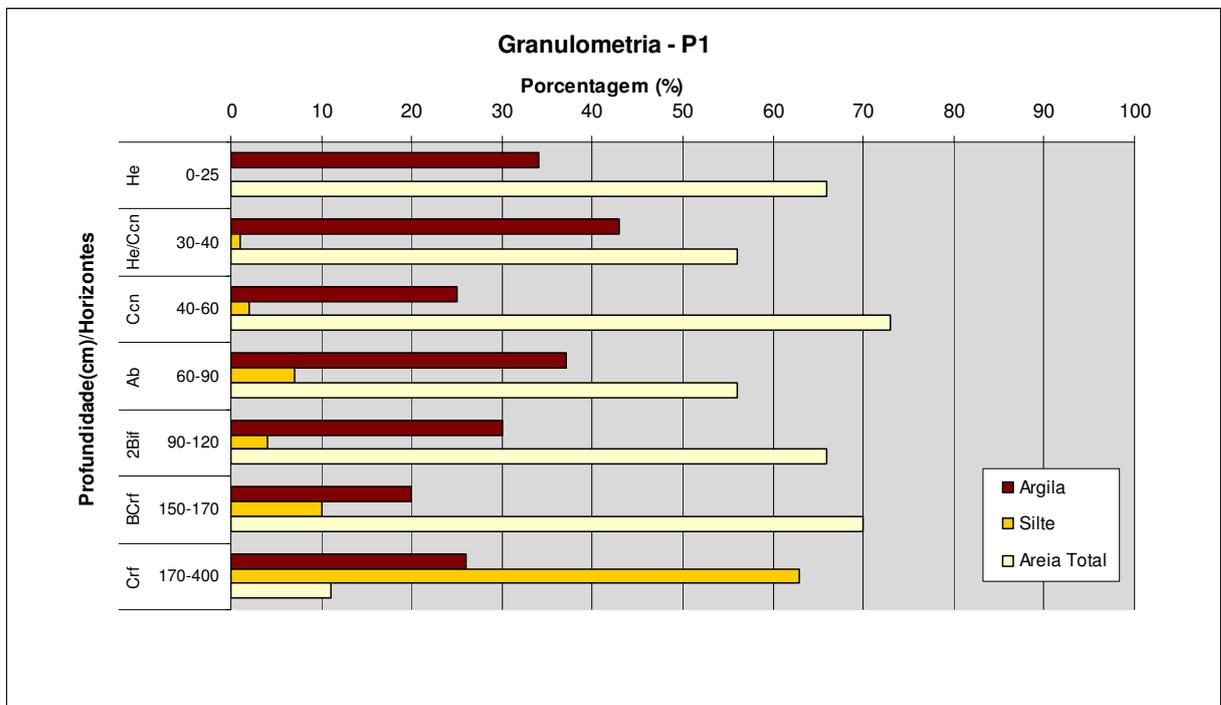


Figura 25: Percentagem granulométrica do perfil 1.

O perfil 1 (Grupo Serra Grande) figura 25 é um solo arenoso com teores de argila de 34 à 20% bem distribuído no perfil e baixos teores de silte, exceto no horizonte P1.7, que demonstra descontinuidade litológica interformacional da constituição dos materiais da Formação Barreiras (Tabela 2).

Nos perfis foram observados seixos de quartzos de 3 a 5cm, esparsos na matriz e nas camadas subjacentes, concreções ferruginosas, lateritas e seixos dos solos.

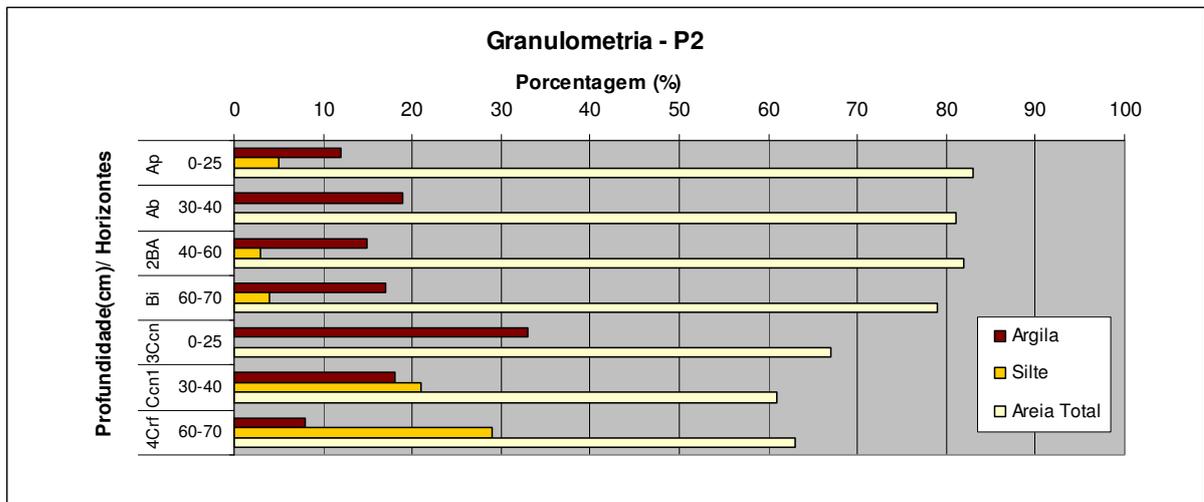


Figura 26: Percentagem granulométrica do perfil 2.

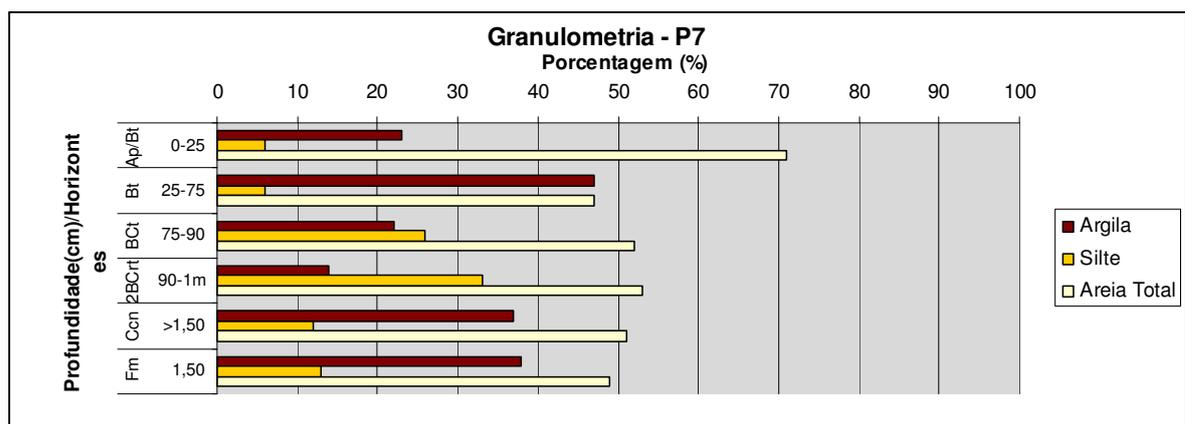


Figura 27: Percentagem granulométrica do perfil 7.

O perfil P7 (Figura 27) e P9 (Figura 29) apresentam concreções de lateritas botroidais de diversos tamanhos na massa dos solos e na base, provenientes de diferentes coberturas intempéricas, derivadas de eventos tectônicos e/ou deposicionais de épocas pretéritas.

Horizontes plinticos e evidências de segregação de ferro sob ciclos alternados de umedecimento e secagem.

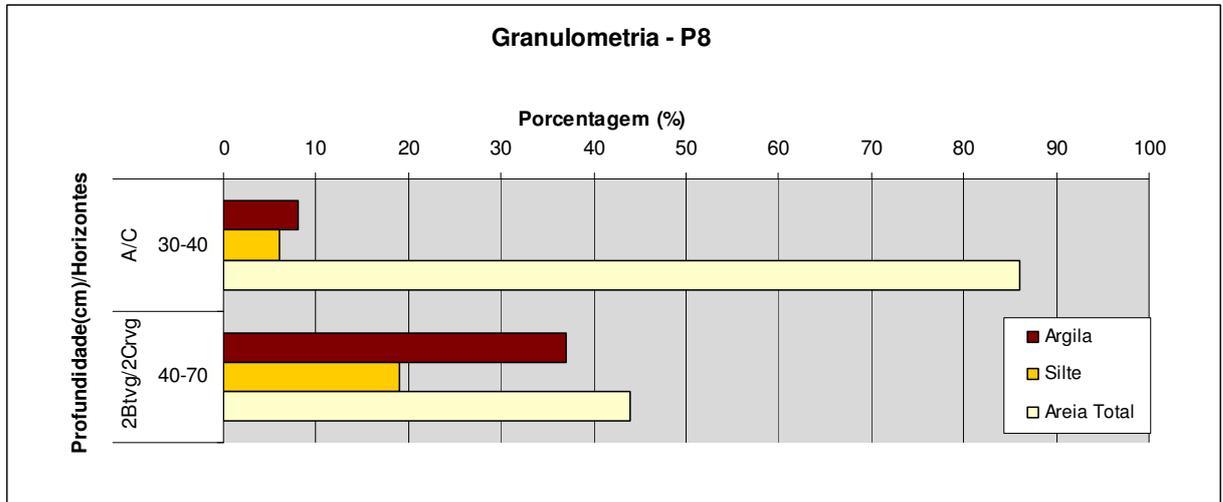


Figura 28: Percentagem granulométrica do perfil 8.

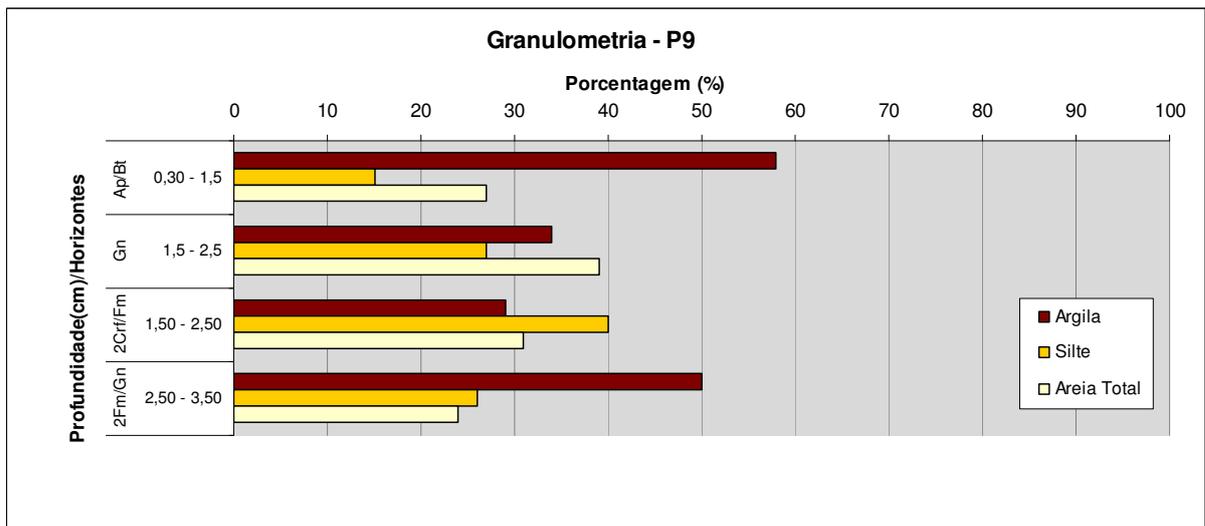


Figura 29: Percentagem granulométrica do perfil 9.

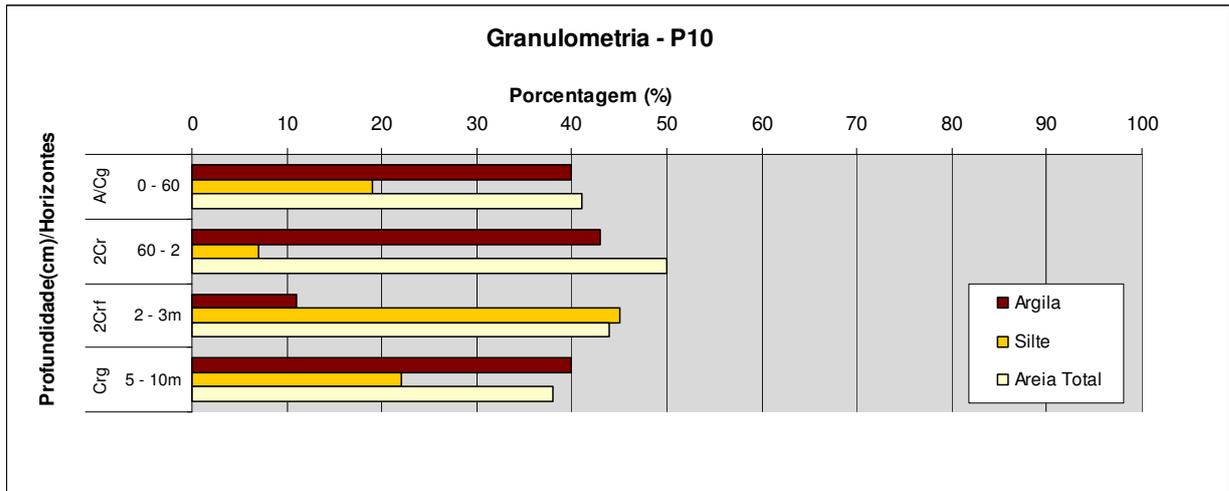


Figura 30: Percentagem granulométrica do perfil 10.

Em diversos perfis do Grupo Serra Grande (P1, P2, P7, P8), foram registrados fragmentos de laterita retrabalhadas, concreções arredondadas de quartzo, altos teores de areia e argila.

Tanto as lateritas como as concreções ferruginosas, retrabalhadas são provenientes de diferentes coberturas intempéricas. Ocorrem também horizontes paleoplínticos, evidenciando segregação de ferro sob efeito de ciclos alternados de umedecimento e secagem.

O perfil 9 e 10 (Figuras 29 e 30) apresentam material fortemente intemperizado, tabela 3, com teores alternados de argila, areia e silte e evidência de discontinuidades litológicas em gênese e morfologia, representativas de condições de alagamento mais moderno, e falhamento (horizonte B). Apresenta na massa do solo lateritas concrecionárias em decomposição que atingindo o gnaisse, comprovando o alto grau de intemperismo na região (Planalto Médio), planalto da Ibiapaba-CE.

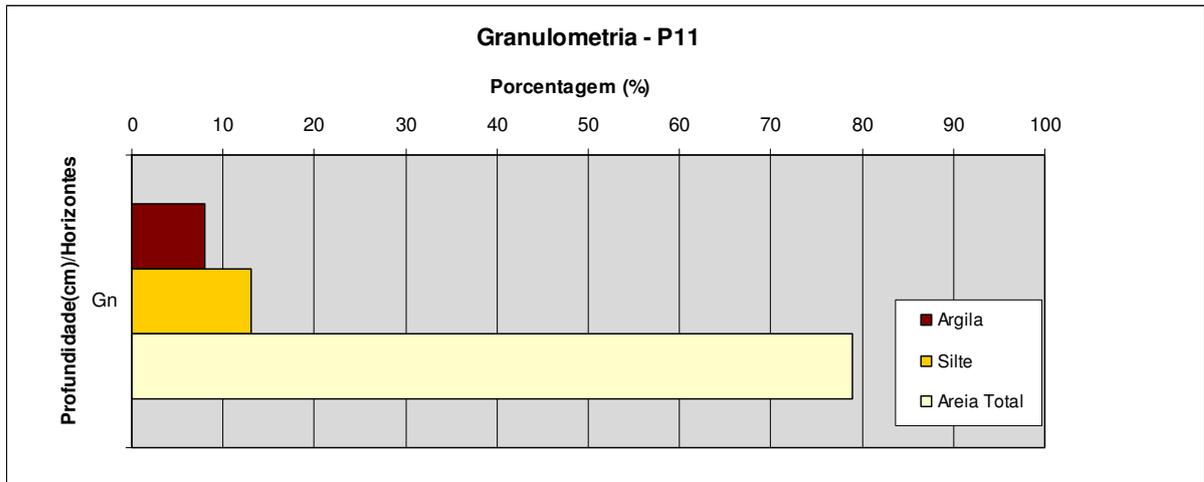


Figura 31: Percentagem granulométrica do perfil 11.

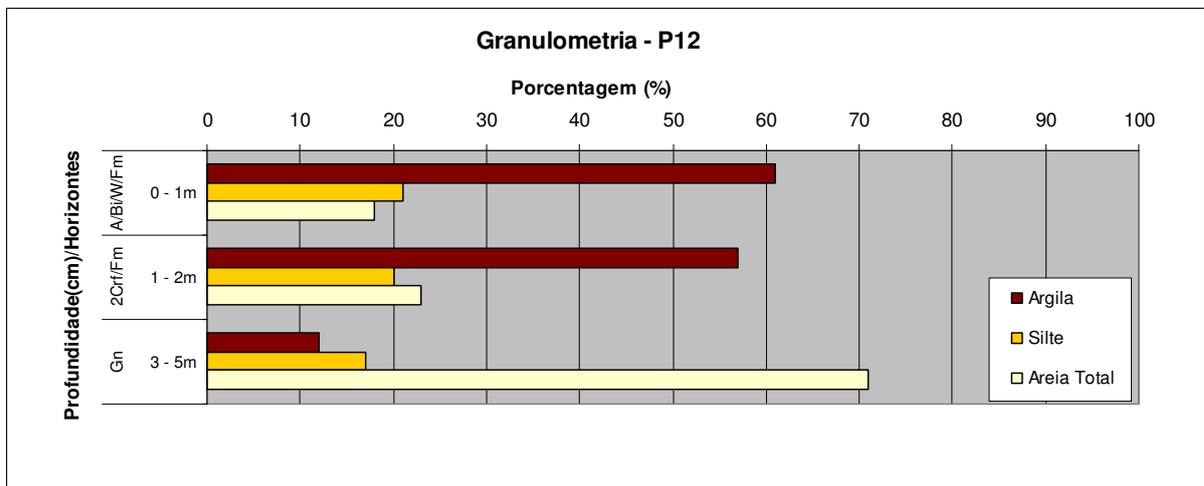


Figura 32: Percentagem granulométrica do perfil 12

Os perfis 11, 12, 13 (Formação Ipú) apresentam certa similaridade e descontinuidade litológicas com material argiloso, siltoso e arenoso distribuído de forma gradativa ao longo do perfil têm classe textural de areia franca, muito argilosa a franco arenoso e índice de intemperismo de fortemente intemperizado a moderadamente intemperizado, com esse índices se alternando nos horizontes de cada perfil (Tabela 2).

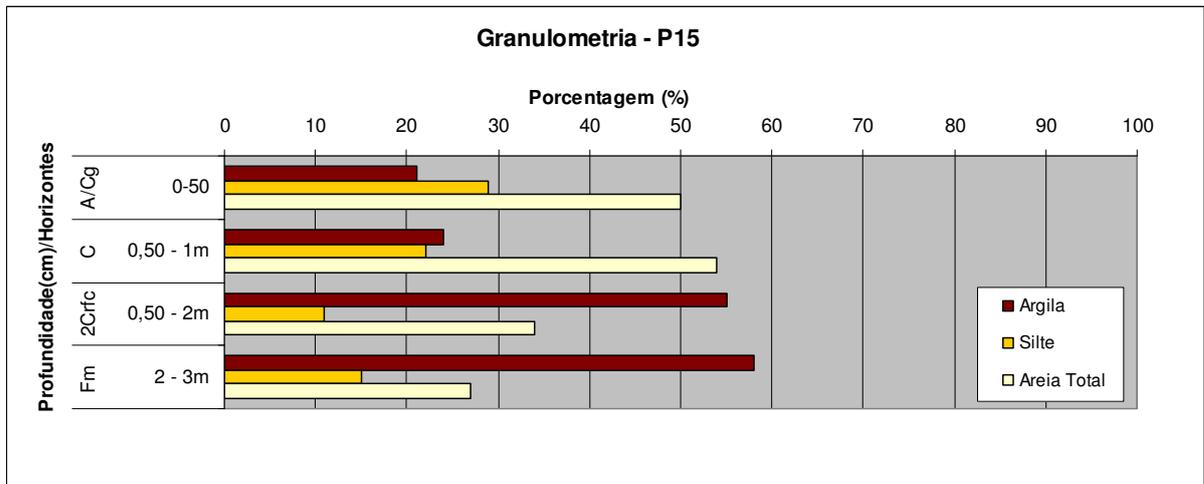


Figura 33: Percentagem granulométrica do perfil 15.

O perfil 15 (Figura 33) faz parte de transição do Grupo Serra Grande e Formação Barreiras, parte retrabalhada com presença de seixos conglomeráticos alterado sobre o gnaiss. O perfil apresenta material pardo avermelhado escuro a pardo avermelhado com alto teor de argila (> 40%), silte e areia distribuído no perfil, fortemente intemperizado a muito fortemente intemperizado (Tabela 2).

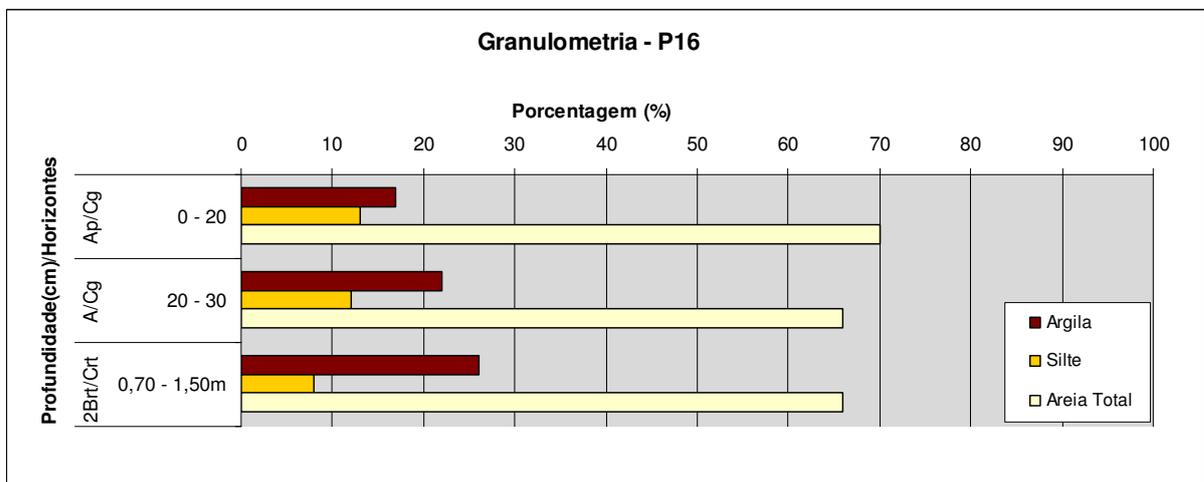


Figura 34: Percentagem granulométrica do perfil 16.

O perfil 16 (Figura 34) faz parte da Formação Barreiras, o solo analisado, apresenta alto teor de areia, classe textural franco arenoso a franco argilo arenoso, fortemente a moderadamente intemperizado.

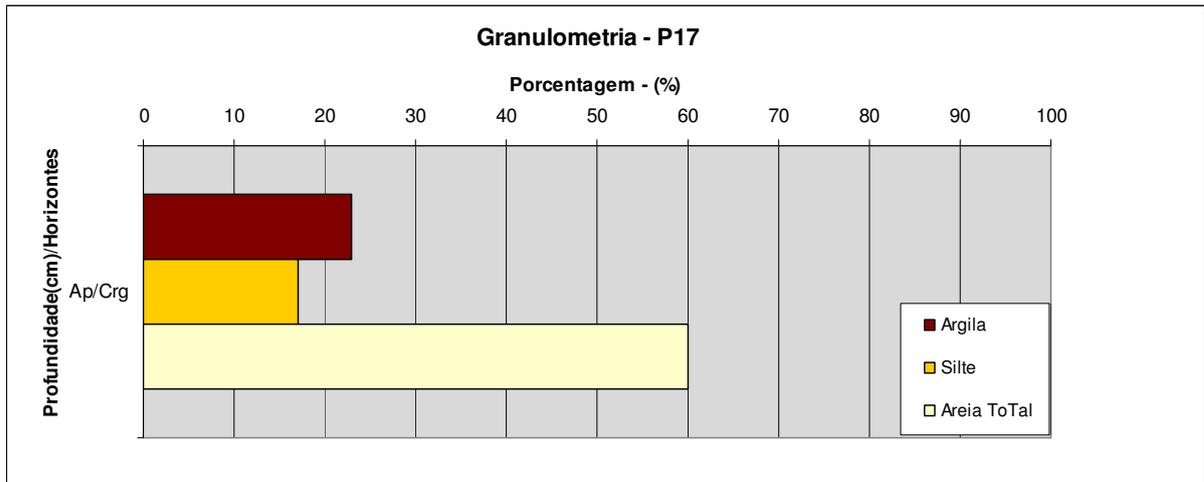


Figura 35: Percentagem granulométrica do perfil 17.

O perfil 17 (Figura 35) é formado por conglomerados, alterados, presença de granito porfilitico, migmatito. Com teores de areia > 50% e silte e argila bem distribuído no perfil. Apresenta concreções de xistos e lateritas na massa do solo de diferentes tamanho. Ambiente representativo de alto estrutural substrato regolítico gleico, com índice de intemperismo de fortemente intemperizado, confirmando sua alta alterabilidade analisada, morfogeneticamente.

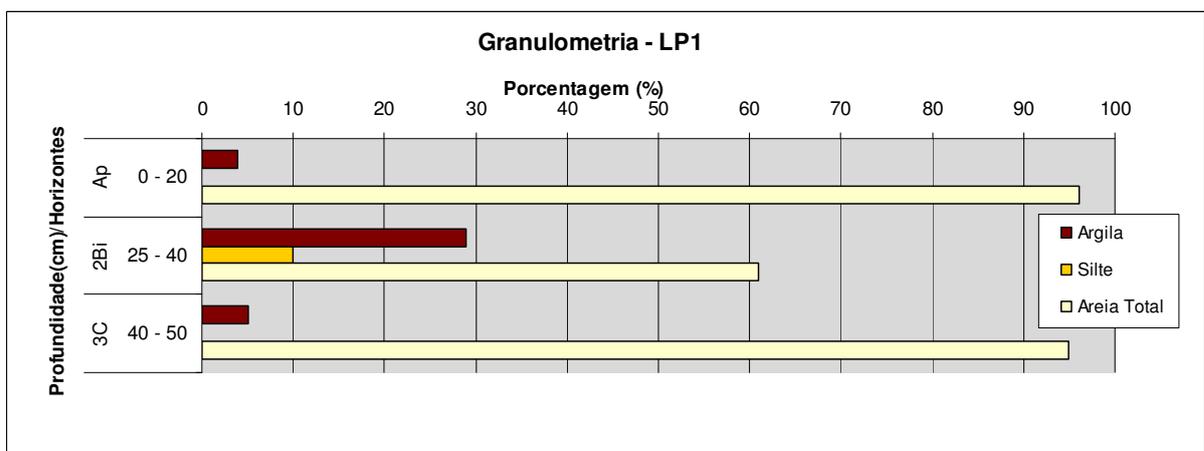


Figura 36: Percentagem granulométrica do perfil LP1.

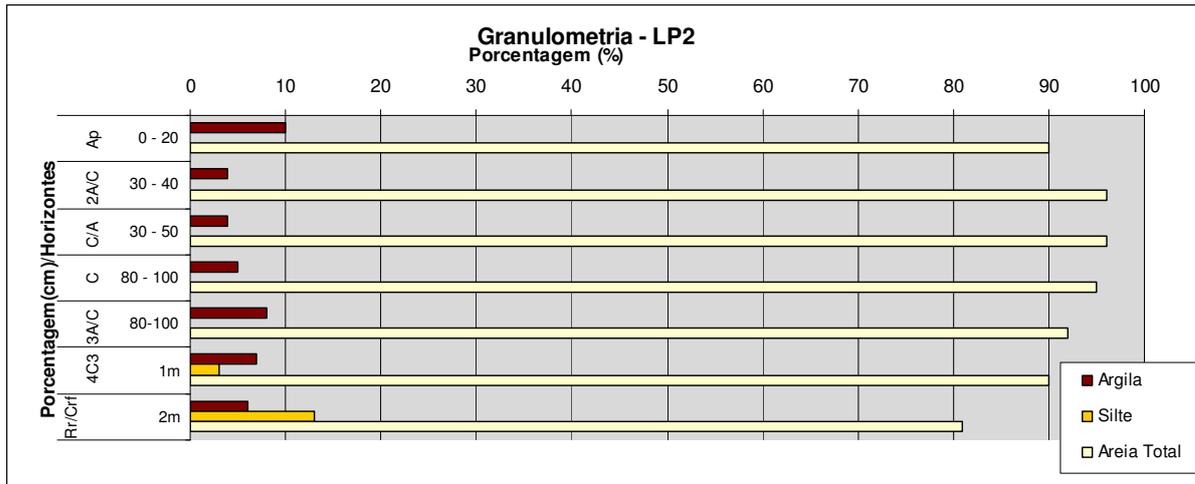


Figura 37: Percentagem granulométrica do perfil LP2.

As análises granulométricas (Tabela 2) dos perfis LP1 e LP2 (Figuras 36 e 37) mostram que os conteúdos da fração argila são baixos, devido à grande quantidade de areia, texturas grossas (fracamente intemperizado), exceto no horizonte 2Bi (descontinuidade litológica) e apresentar índices de material sedimentar fortemente intemperizado.

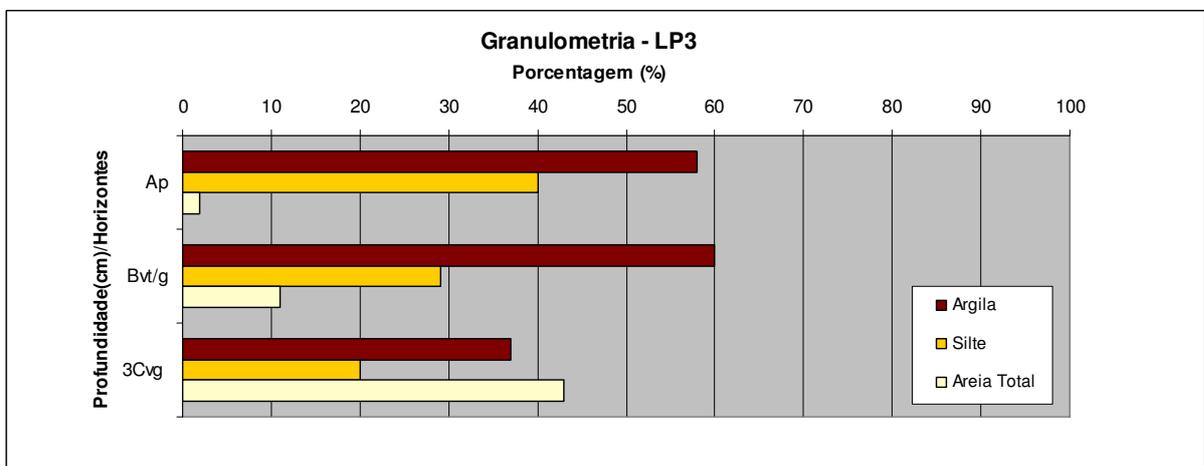


Figura 38: Perfil LP3.

Entretanto, o perfil LP3 (Figura 38) apresenta grande quantidade de argila (>50%) e silte em profundidade, devido ser um Vertissolo Melânico Salico, classe textural argila; muito plástico e pegajoso (Tabela 3); fortemente intemperizado a muito fortemente intemperizado.

- Tabela 3 - Composição Granulométrica dos Solos Estudados (Método da Pipeta)

Perfil	Horizontes	Profundidade (cm)	Argila (%)	Areia (%)			Silte (%)	Areia/argila (%)	Textural	Classificações Índice de Intemperismo
				Grossa	Fina	Total				
P1-1	He	0-25	34,00	56,00	10,00	66,00	0,00	1,94	franco argilo arenoso	f
P1-2	He/Ccn	30-40	43,00	44,00	12,00	56,00	1,00	1,30	argilo aronosa	f
P1-3	Ccn	40-60	25,00	44,00	29,00	73,00	2,00	2,92	franco argilo arenoso	f
P1-4	Ab	60-90	37,00	46,00	10,00	56,00	7,00	1,51	franco argilo arenoso	f
P1-5	2B _{wf}	90-120	30,00	38,00	28,00	66,00	4,00	2,20	franco argilo arenoso	f
P1-6	BC _{wrf}	150-170	20,00	28,00	42,00	70,00	10,00	3,50	franco arenoso	f
P1-7	C _{rf}	170-400	26,00	6,00	5,00	11,00	63,00	0,42	franco argilo siltoso	mf - f
P2-1	Ap	0-25	12,00	58,00	25,00	83,00	5,00	6,92	areia franca	m
P2-2	Ab	30-40	19,00	61,00	20,00	81,00	0,00	4,26	franco arenoso	m - f
P2-3	2BA(g)	40-60	15,00	56,00	26,00	82,00	3,00	5,47	areia franca	m
P2-4	B _t (g)	60-70	17,00	58,00	21,00	79,00	4,00	4,65	franco arenoso	m
P2-5	3C _{cn}	0-25	33,00	52,00	15,00	67,00	0,00	2,03	franco argilo arenoso	f
P2-6	C _{cn}	30-40	18,00	47,00	14,00	61,00	21,00	3,39	franco arenoso	f
P2-7	4C _{rf}	60-70	8,00	53,00	10,00	63,00	29,00	7,88	franco arenoso	m - d
P7-1	Ap(B _t)	0-25	23,00	52,00	19,00	71,00	6,00	3,09	franco argilo arenoso	f
P7-2	B _t	25-75	47,00	36,00	11,00	47,00	6,00	1,00	argilo aronoso	f - mf
P7-3	BC _t	75-90	22,00	38,00	14,00	52,00	26,00	2,36	franco argilo arenoso	f
P-74	2BC _{rt}	90-1m	14,00	39,00	14,00	53,00	33,00	3,79	franco arenoso	m
P-75	C _{cn}	>1,50	37,00	39,00	12,00	51,00	12,00	1,38	argilo arenoso	f - mf
P-76	F _m	1,50	38,00	39,00	10,00	49,00	13,00	1,29	argilo arenoso	f - mf
P-82	A/C	30-40	8,00	71,00	15,00	86,00	6,00	10,75	areia franca	d
P-83	2B _{tv} g/2C _{ry} g	40-70	37,00	38,00	6,00	44,00	19,00	1,19	franco argiloso	f - mf
P-91	Ap/B _t	0,30 - 1,5	58,00	21,00	6,00	27,00	15,00	0,47	argila	mf
P-92	F _m	1,5 - 2,5	34,00	30,00	9,00	39,00	27,00	1,15	franco argiloso	f
P-93	C _{rf} /F _m	1,50 - 2,50	29,00	22,00	9,00	31,00	40,00	1,07	franco argiloso	f
P-94	2F _m /G _n (Laterita)	2,50 - 3,50	50,00	18,00	6,00	24,00	26,00	0,48	argila	mf
P10-1	A/C _g	0 - 60	40,00	33,00	8,00	41,00	19,00	1,03	argila	f - mf
P10-2	2B _g	60 - 2	43,00	37,00	13,00	50,00	7,00	1,16	argila arenoso	f - mf

Perfil	Horizontes	Profundidade (cm)	Argila (%)	Areia (%)			Silte (%)	Areia/argila (%)	Textural	Classificações Índice de Intemperismo
				Grossa	Fina	Total				
P10-3	Crf	2 - 3m	11,00	34,00	10,00	44,00	45,00	4,00	franca	m - f
P10-4	Crg	5 - 10m	40,00	26,00	12,00	38,00	22,00	0,95	argila	mf
P11.1	A/Crg	0-40	8,00	68,00	11,00	79,00	13,00	9,88	areia franca	d - mf
P12.1	A/Bw	0 - 1m	61,00	14,00	4,00	18,00	21,00	0,30	muito argiloso	mf
P12.2	2Crf/Fm	1 - 2m	57,00	18,00	5,00	23,00	20,00	0,40	argila	mf
P12.3	Rrfv	3 - 5m	12,00	62,00	9,00	71,00	17,00	5,92	franco arenoso	m
P15.1	Ab/Cg	15/20-50/80	21,00	34,00	16,00	50,00	29,00	2,38	franca	f
P15.2	C	50 - 80	24,00	42,00	12,00	54,00	22,00	2,25	franco argilo arenoso	f
P15.3	2Crfc	0,50 - 2m	55,00	30,00	4,00	34,00	11,00	0,62	argila	mf
P15.4	Fm	2 - 3m	58,00	23,00	4,00	27,00	15,00	0,47	argila	mf
P16.1	Ap/Cg	0 - 20	17,00	57,00	13,00	70,00	13,00	4,12	franco arenoso	m
P16.2	A/Cg	20 - 30	22,00	54,00	12,00	66,00	12,00	3,00	franco argilo arenoso	f
P16.3	2Brt/Crt	0,70 - 1,50m	26,00	58,00	8,00	66,00	8,00	2,54	franco argilo arenoso	f
P17.1	Ap/Cg	30 - 40	23,00	48,00	12,00	60,00	17,00	2,61	franco argilo arenoso	f
LP1.1	Ap	0 - 20	4,00	73,00	23,00	96,00	0,00	24,00	areia	d
LP1.2	2Bi	25 - 40	29,00	51,00	10,00	61,00	10,00	2,10	franco argilo arenoso	f
LP1.3	3C	40 - 50	5,00	85,00	10,00	95,00	0,00	19,00	areia	d
LP1.4	4Crf	2m	6,00	42,00	39,00	81,00	13,00	13,50	areia franca	d
LP2.1	Ap	0 - 10	10,00	82,00	8,00	90,00	0,00	9,00	areia	d
LP2.2	2A/C (C/A)	30 - 40	4,00	89,00	7,00	96,00	0,00	24,00	areia	d
LP2.3	C/A	80 - 100	4,00	89,00	7,00	96,00	0,00	24,00	areia	d
LP2.4	C	80 - 100	5,00	85,00	10,00	95,00	0,00	19,00	areia	d
LP2.5	3 A/C	80-100	8,00	79,00	13,00	92,00	0,00	11,50	areia	d
LP2.6	4C ₃	1m	7,00	79,00	11,00	90,00	3,00	12,86	areia	d
LP2.7	Rt/Crf	>1,5m	6,00	78,00	13,00	91,00	3,00	15,17	areia	d
LP3.1	Ap	0 - 10/20	58,00	1,00	1,00	2,00	40,00	0,03	argila	mf
LP3.2	Bvt/g	80 - 100	60,00	10,00	1,00	11,00	29,00	0,18	argila	mf
LP3.3	3Cvg	80 - 100	37,00	29,00	14,00	43,00	20,00	1,16	franco argiloso	f - mf

A Tabela 3 apresenta a classe textural e o grau de intemperismo dos perfis de solos estudados nas respectivas unidades fisiográficas (Tabela 2).

O Perfil LP2 apresenta também elevados teores de sílica, valores de titânio abaixo de 1%, valores de alumínio de 1 a 4,40%, acentuando-se no horizonte 4Cr3 (descontinuidade litológica), valores de ferro abaixo de 1%, sendo classificado como um perfil fracamente intemperizado.

O Perfil LP3 está localizado como anteriormente caracterizado em uma região muito retrabalhada pelo fluxo e refluxo das marés. Apresenta altos índices de sílica (>50%), titânio (> 1%), alumínio (>16%) e ferro (>6%) em relação aos perfis desta unidade (Planície Litorânea e Estuário). Os dados justificam os altos teores de quartzo, feldspatos, ilmenita e rútilo (óxido de titânio) encontrados nas amostras, os baixos teores de alguns elementos no sistema, provavelmente devido aos variados eventos de transformação dos elementos químicos e litológicos da área investigada, sendo caracterizado como muito fortemente intemperizado a fortemente intemperizado.

- Análises Químicas

- Tabela 4 - Análise Química por Fluorescência de Raios X (FrX).

Perfil	Horizontes	Espessura	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	LOI	Zr(ppm)	Zr(%)	Ki	Kr
P1-1	He	0-25	72,66	1,38	9,64	7,09	0,01	0,04	0,06	0,07	0,08	0,06	8,90	613,00	0,06	12,81	7,76
P1-2	He/Ccn	30-40	51,96	1,61	11,11	26,29	0,01	0,04	0,04	0,06	0,06	0,09	8,73	585,00	0,06	7,95	2,95
P1-3	Ccn	40-60	79,18	0,98	7,11	7,71	0,01	0,01	0,05	0,06	0,06	0,10	4,75	631,00	0,06	18,93	10,14
P1-4	Ab	60-90	76,27	1,48	11,99	3,23	0,01	0,03	0,04	0,07	0,08	0,04	6,79	642,00	0,06	10,81	8,14
P1-5	2Bif	90-120	81,56	1,15	10,67	1,35	0,00	0,03	0,04	0,07	0,10	0,14	4,89	715,00	0,07	12,99	10,67
P1-6	BCrf	150-170	83,76	1,05	9,28	1,50	0,00	0,04	0,05	0,07	0,15	0,15	3,94	526,00	0,05	15,34	12,30
P1-7	Crf	170-400	54,41	3,51	28,36	2,61	0,01	0,11	0,04	0,07	0,21	0,06	10,61	1562,00	0,16	3,26	2,68
P1-8	Rr	4m	82,44	0,32	8,69	3,73	0,01	0,04	0,04	0,11	1,35	0,02	3,25	253,00	0,03	16,13	12,21
P2-1	Ap	0-25	91,10	0,52	4,21	0,82	0,00	0,01	0,06	0,07	0,03	0,03	3,17	394,00	0,04	36,79	28,70
P2-2	Ab	30-40	90,41	0,60	4,70	1,01	0,01	0,01	0,04	0,07	0,03	0,02	3,11	419,00	0,04	32,70	25,16
P2-3	BA	40-60	89,99	0,62	5,37	1,01	0,00	0,01	0,03	0,06	0,03	0,02	2,86	399,00	0,04	28,49	22,48
P2-4	Bi	60-70	89,75	0,65	5,60	1,06	0,00	0,01	0,03	0,07	0,03	0,02	2,77	464,00	0,05	27,25	21,48
P2-5	3Ccn	1 - 3m	81,74	0,71	9,38	3,93	0,01	0,00	0,03	0,08	0,04	0,03	4,07	443,00	0,04	14,81	10,86
P2-6	Ccn1	3 - 4m	53,44	0,89	11,31	27,86	0,01	0,02	0,03	0,05	0,03	0,07	6,31	370,00	0,04	8,03	3,01
P2-7	4Crf	4 - 5m	84,35	0,55	8,47	2,62	0,01	0,05	0,03	0,06	0,03	0,02	3,80	358,00	0,04	16,93	13,23
P2-8	Rr	70-1m	16,85	0,89	13,21	59,36	0,00	0,04	0,03	0,04	0,05	0,18	9,37	179,00	0,02	2,17	0,55
P-71	Ap/Bt	0-25	88,43	0,48	5,73	1,73	0,04	0,02	0,10	0,08	0,17	0,03	3,20	638,00	0,06	26,24	20,19
P-72	Bt	25-75	74,19	0,74	14,56	3,55	0,03	0,07	0,09	0,07	0,22	0,03	6,44	487,00	0,05	8,66	7,10
P-73	BCt	75-90	76,61	0,66	13,09	3,50	0,03	0,06	0,08	0,07	0,18	0,03	5,72	501,00	0,05	9,95	8,06
P-74	2BCrt	90-1m	76,73	0,68	13,09	3,54	0,02	0,06	0,08	0,07	0,18	0,03	5,54	486,00	0,05	9,96	8,05
P-75	Ccn	1,50 - 2,20m	80,53	0,57	10,84	3,06	0,01	0,02	0,05	0,06	0,14	0,02	4,70	468,00	0,047	12,63	10,13
P-76	Fm	> 2,20	64,58	0,48	7,73	21,24	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,04	5,72	293,00	0,03	14,20	5,02
P-82	A/C	0-40	82,75	0,15	6,45	6,34	0,01	0,08	0,30	0,94	0,82	0,04	2,09	217,00	0,02	21,81	13,17
P-83	2Btvg/2Crvg	40-70	70,11	0,30	14,94	2,98	0,02	0,85	1,11	2,69	2,34	0,02	4,64	126,00	0,01	7,98	6,92
P-91	Ap/Bt	0,30 - 1,5m	63,06	0,73	19,46	6,27	0,02	0,20	0,07	0,08	0,96	0,03	9,13	220,00	0,02	5,51	4,40
P-92	Gn	1,5 - 2,5m	68,27	0,56	15,29	7,97	0,02	0,14	0,07	0,07	0,67	0,03	6,91	241,00	0,02	7,59	5,50
P-93	2Crf/Fm	1,50 - 2,50	67,30	0,59	16,65	6,42	0,01	0,16	0,05	0,10	1,51	0,03	7,18	228,00	0,02	6,87	5,32
P-94	2Fm/Gn(Laterita)	2,50 - 3,50	17,59	1,27	8,19	65,21	0,01	0,03	0,04	0,03	0,02	0,11	7,51	268,00	0,03	3,65	0,58

Perfil	Horizontes	Espesura	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	LOI	Zr(ppm)	Zr(%)	Ki	Kr
P-95	Crff/Fm	>3.50	71,13	0,26	15,23	2,71	0,02	0,39	0,81	1,96	3,81	0,01	3,69	76,00	0,01	7,94	6,99
P10-1	A/Cg	0 - 60	69,44	0,54	15,53	3,18	0,02	0,36	0,18	0,35	3,21	0,04	7,16	354,00	0,04	7,60	6,47
P10-2	2Bg	60 - 2m	69,48	1,60	18,30	2,45	0,00	0,05	0,03	0,06	0,14	0,04	7,84	585,00	0,06	6,45	5,39
P10-3	2Crff	2 - 3m	61,66	0,62	21,36	4,37	0,03	0,58	0,06	0,19	3,72	0,03	7,38	179,00	0,02	4,91	4,20
P10-4	Crg	5 - 10m	68,05	0,47	16,98	3,23	0,02	0,62	0,17	1,83	4,48	0,03	4,11	161,00	0,02	6,81	5,89
P11.1	Gn	0 - 40	70,00	0,34	15,64	2,24	0,04	0,68	2,04	3,95	3,64	0,12	1,30	108,00	0,01	7,61	6,80
P12.1	A/Bi/W/Fm	0 - 1m	57,87	0,77	22,91	5,28	0,01	0,35	0,08	0,10	1,77	0,09	10,76	195,00	0,02	4,29	3,61
P12.2	2Crff/Fm	1 - 2m	57,98	0,71	22,72	5,89	0,02	0,53	0,07	0,15	2,80	0,08	9,03	150,00	0,02	4,34	3,60
P12.3	Rrfv	3 - 5m	54,57	2,88	15,28	10,25	0,13	2,32	2,24	1,59	1,75	0,92	8,09	352,00	0,04	6,07	3,64
P12.4	R/Rr	5m	68,38	0,33	17,19	2,18	0,05	0,56	1,56	3,86	3,71	0,06	2,12	123,00	0,01	6,76	6,12
P15.1	AB/Cg	0 - 50	84,60	0,54	5,97	3,44	0,03	0,16	0,14	0,19	2,22	0,07	2,66	429,00	0,04	24,09	16,25
P15.2	A/C	0,50 - 1m	77,34	0,56	10,51	4,86	0,01	0,21	0,06	0,11	1,94	0,04	4,37	152,00	0,02	12,51	9,18
P15.3	Crffc	1 - 2m	83,15	0,45	6,54	2,98	0,04	0,24	0,37	0,73	1,82	0,06	3,63	318,00	0,03	21,61	15,68
P15.4	Frm	2 - 3m	70,87	0,61	14,48	5,44	0,01	0,34	0,07	0,09	1,82	0,05	6,23	219,00	0,02	8,32	6,43
P16.1	Apg	0 - 20	73,51	0,23	14,12	2	0,06	0,33	1,21	2,41	2,9	0,02	3,19	163,00	0,02	8,85	7,97
P16.2	A/Cg	20 - 30	73,41	0,26	14,10	2,25	0,05	0,37	1,16	2,35	2,77	0,02	3,27	200,00	0,02	8,85	7,87
P16.3	2Br/Crt	0,70 - 1,50m	72,54	0,05	15,34	0,82	0,02	0,05	0,54	2,41	6,83	0,01	1,38	26,00	0,00	8,04	7,74
P17.1	Ap/Cg	30 - 40/45	71,07	0,78	12,96	6,75	0,02	0,57	0,06	0,12	1,85	0,05	5,78	274,00	0,03	9,32	6,62
P17.2	2Cr	2,50/6m	69,80	1,02	14,09	6,52	0,02	1,28	0,04	0,14	3,12	0,03	3,96	491,00	0,05	8,42	6,07
LP1.1	Ap	0 - 20	76,81	0,27	4,84	0,75	0,02	0,37	7,65	0,83	2,02	0,03	6,40	349,00	0,03	26,98	23,06
LP1.2	2B/g	25 - 40	78,03	1,25	12,71	1,76	0,01	0,03	0,04	0,07	0,08	0,03	6,02	542,00	0,05	10,44	8,60
LP1.3	3Cvg	40 - 50	68,94	0,05	4,31	0,45	0,01	0,25	12,90	0,80	1,99	0,02	10,29	67,00	0,01	27,19	25,15
LP2.1	Ap	0 - 20	93,36	0,28	1,64	0,37	0,01	0,01	0,19	0,07	0,09	0,02	3,96	409,0	0,04	96,78	71,08
LP2.2	2A/C	30 - 40	97,08	0,35	1,02	0,33	0,01	0,02	0,04	0,06	0,06	0,01	1,02	336,0	0,03	161,80	98,43
LP2.3	C/A	40 - 50	97,78	0,26	0,90	0,27	0,01	0,02	0,04	0,07	0,05	0,01	0,61	230,0	0,02	184,70	118,43
LP2.4	C	80 - 100	97,21	0,35	1,32	0,35	0,01	0,01	0,03	0,06	0,05	0,01	0,62	523,0	0,05	125,19	83,07
LP2.5	2A/C	80 - 100	95,35	0,39	2,49	0,45	0,01	0,01	0,03	0,06	0,07	0,01	1,12	567,00	0,06	65,10	49,51
LP2.6	C	1m	95,86	0,41	2,25	0,38	0,01	0,01	0,04	0,06	0,07	0,01	0,92	557,00	0,06	72,43	54,05
LP2.7	4Cr3	>1,5m	92,35	0,84	4,40	0,39	0,00	0,01	0,04	0,06	0,04	0,03	1,85	466,00	0,05	35,68	27,45
LP2.8	Rr/Crf	2m	95,35	0,39	2,49	0,45	0,01	0,01	0,03	0,06	0,07	0,01	1,12	567,00	0,06	65,10	49,51
LP3.1	Ap	0 - 20	51,75	1,29	20,00	8,41	0,15	1,82	0,77	1,09	2,86	0,14	11,72	110,0	0,011	4,39	3,25

Perfil	Horizontes	Espesura	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	LOI	Zr(ppm)	Zr(%)	Ki	Kr
LP3.2	2B/g	80 - 100	57,49	1,13	19,47	6,77	0,07	1,52	0,57	1,45	3,04	0,06	8,46	132,0	0,0132	5,01967129	3,87
LP3.3	3Crg	80 - 100	63,51	0,93	16,22	6,04	0,09	1,14	0,85	1,70	3,57	0,05	5,9	338,0	0,0338	6,65641184	5,07

Por meio da espectrometria de fluorescência de raios X, foram determinados os elementos maiores, em 60 amostras de solos e rochas. Os resultados mostraram índices acima de 60% de sílica, valores representativos de alumínio e ferro, enquanto os outros elementos estão presentes em quantidades inferiores a 6% (Tabela 4).

O Perfil 1 localizado no Planalto Alto (Ibiapaba-CE) à 953m apresenta teores de sílica alto >50% e decréscimo de óxidos de alumínio e ferro. Entretanto, o horizonte P1.7 apresenta alto teor de alumínio no horizonte Crf. O horizonte P1.2 apresenta teor de ferro elevado (> 25%) em relação aos outros horizontes deste perfil, devido provavelmente aos fragmentos lateríticos presentes na massa do solo.

O Perfil 2 apresenta altos teores de sílica devido à presença significativa de quartzo de diferentes tamanhos na massa do solo e grande quantidade de ferro nos horizontes P2.6 e P2.8. Como resultado da presença abundante de lateritas concrecionárias, presentes no perfil. Os valores de Titânio não ultrapassam 1% e teores de alumínio de 4,21% a 13,21%. Justificando alternâncias nos horizontes diagnósticos, com distribuição aleatória de concentrações minerais ao longo do perfil.

O Perfil 7 faz parte da unidade fisiográfica classificada de Planalto Médio, apresenta solo avermelhado com alto teor de sílica, teores de titânio abaixo de 1% e teor de ferro maior no horizonte P7.6, devido à presença dominante de laterita e teores de alumínio com concentrações de 5 a 14,5% distribuídos gradualmente no perfil, provavelmente originado da decomposição do gnaiss em conjunto com frações de quartzo e feldspatos presente no solo.

Os Perfis 8 e 9 apresentam grandes discontinuidades litológicas com valores de sílica alternados de 70 à 82,75% devido à grande quantidade de quartzo, originário do gnaiss, e alumínio (> 14%) .

O Perfil 9 apresenta teor de sílica elevado acima de 60%, exceto o horizonte P9.4(2Fm/Gn(Laterita) devido provavelmente à alta concentração de conglomerados de gnaiss e laterita soterrados podendo relacionar-se ao intemperismo atuando e refletindo o aumento do teor de ferro (65,21%) e diminuição do teor de sílica (17,59%) e alumínio (8,19%) mas com valor de titânio alto, acima de 1% diferenciando-se dos demais horizontes analisados. O teor de sílica do horizonte P9.5 (Rr) é maior que 70%, com diminuição do valor de titânio, aumento do valor de ferro (> 15%) comparado aos valores do horizonte anterior (P9.4), demonstrando a mudança brusca e significativa dos horizontes diagnósticos no perfil.

O Perfil 10 também inserido na unidade fisiográfica Planalto Médio (Ibiapaba - CE), apresenta valores elevados de sílica (acima de 60%), baixo teor de titânio (menor que 2%) e

alumínio maior que 15%, bem distribuídos nos horizontes e teores de ferro abaixo de 5%. Justificando os vários eventos deposicionais no perfil.

O Perfil 11, apresenta várias concreções, retrabalhadas de granito, quartzo de diferentes tamanhos, justificando os altos teores de sílica (maior que 70%), alumínio (acima de 12%) e ferro (6,75%) no horizonte P11.1 (Ap).

O Perfil 12 é similar ao perfil 11 com grande variedade de conglomerados e variadas concentrações de quartzo de vários tamanhos e formas, feldspatos, teores de sílica maior que 57% em todos os horizontes e teor maior que 60% no horizonte P12.4 (Rr) e teores de alumínio e ferro distribuídos nos horizontes transicionais e intermediários 2Crf/Fm e Rrfv.

O Perfil 15.1 (AB/Cg) está localizado na unidade fisiográfica, Planalto muito baixo, mostra várias seqüências deposicionais (abatimentos), com material bastante intemperizado. Trata-se, em sua grande maioria, de sedimentos policíclicos de alternância e seqüência soterrada.

O Perfil 16 apresenta altas concentrações de sílica (acima de 70%) em todo o perfil, e valores de alumínio acima de 14%, justificando a variedade de gnaiss e pegmatitos existentes no perfil.

O Perfil 17 é similar ao perfil 15, com altos teores de sílica (maior que 69%) e valores de alumínio acima de 15%, material Pré Cambriano, Planalto muito baixo, formado por xistos, gnaiss, pegmatitos, laterizados, ambiente indicativo de Paleo planícies. Com altos teores de muscovita de variados tamanhos na massa do solo.

O Perfil LP1 apresenta teores elevados de areia de diferentes tamanhos e formas, com teores de sílica > 70% em todos os horizontes, devido ao elevado teor de quartzo e feldspatos verificados nos horizontes diagnósticos desse perfil. Os teores de alumínio têm índice maior no horizonte 2B/g (12,71) se diferenciando dos demais e valores em torno de 4% no horizonte Ap e 3Cvg, comprovando a descontinuidade litológica dos mesmos. O teor de ferro é bem reduzido em relação aos demais elementos. Com teor elevado em óxidos de cálcio no horizonte Ap e 3Cvg (7,65% e 12,90%) respectivamente, provavelmente devido a concentração de rochas calcárias da região, localizadas no médio Acaraú-CE e sedimentadas nesta região litorânea. O valor de titânio foi maior que 1% no horizonte 2B/g, indicativo de rochas ígneas e minerais como rutilo e ilmenita verificadas em laboratório na amostra supracitada.

- Análises Mineralógicas

Vários eventos deposicionais foram identificados nos ambientes pesquisados e refletidos nos difratogramas gerados.

As amostras apresentam picos predominantes de quartzo bem definido, correlacionando-se às análises químicas. Secundariamente, identificou-se caulinita; óxidos, feldspatos, clorita, gibbsite, vermiculita; ocorrem também interestratificados.

Todas as amostras analisadas indicam teores de caulinita/clorita, devido às distâncias interplanares serem coincidentes, entretanto, pela técnica aplicada de difração na amostra total, não pode ser afirmada, mas conforme levantamento e reconhecimento de campo é provável que o mineral identificado seja caulinita.

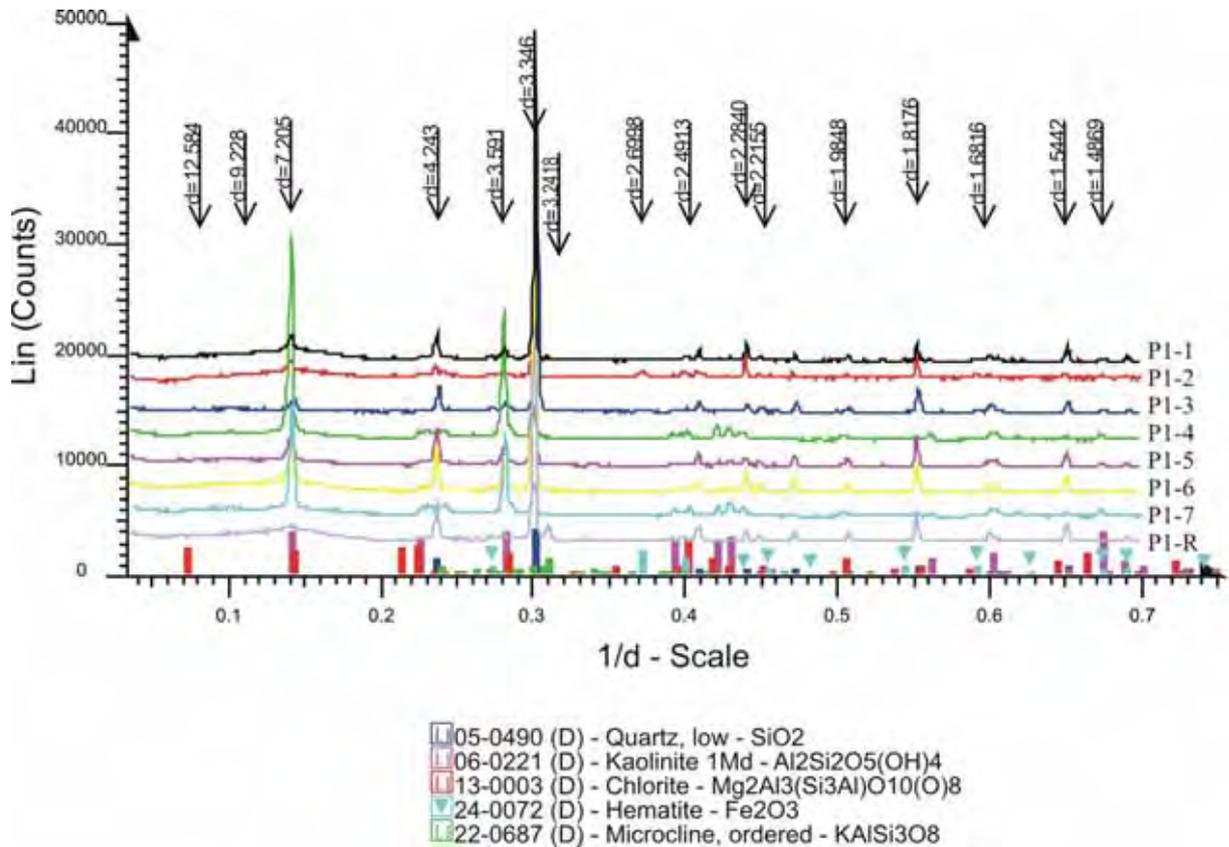


Figura 39: Difratoograma de Raios X Perfil 1.

A Figura 39 apresenta a predominância de picos de quartzo, identificados morfogeneticamente em campo (amostras de solo) e laboratório de diferentes formas e tamanhos provindos da erosão das lateritas hematíticas, identificadas no horizonte P1.4 (2Bi(g)), são representativas de dois diferentes ambientes geodinâmicos; os feldspatos identificados são provavelmente originários dos arenitos praias contidos nas amostras e sedimentos representativos das concreções férricas, grande quantidade de argilo hematans encontrados, em paleo planície fluvial e lacustre; foram identificados argilominerais, caulinitas, micas, e interstratificados de origem detritica. O ambiente geodinâmico comprova processos policíclicos de alteração intempérica, descontinuidades litológicas demonstram material da Formação Barreiras que justificam a predominância de minerais potássicos e sódicos , representativos de paleoambientes deposicionais.

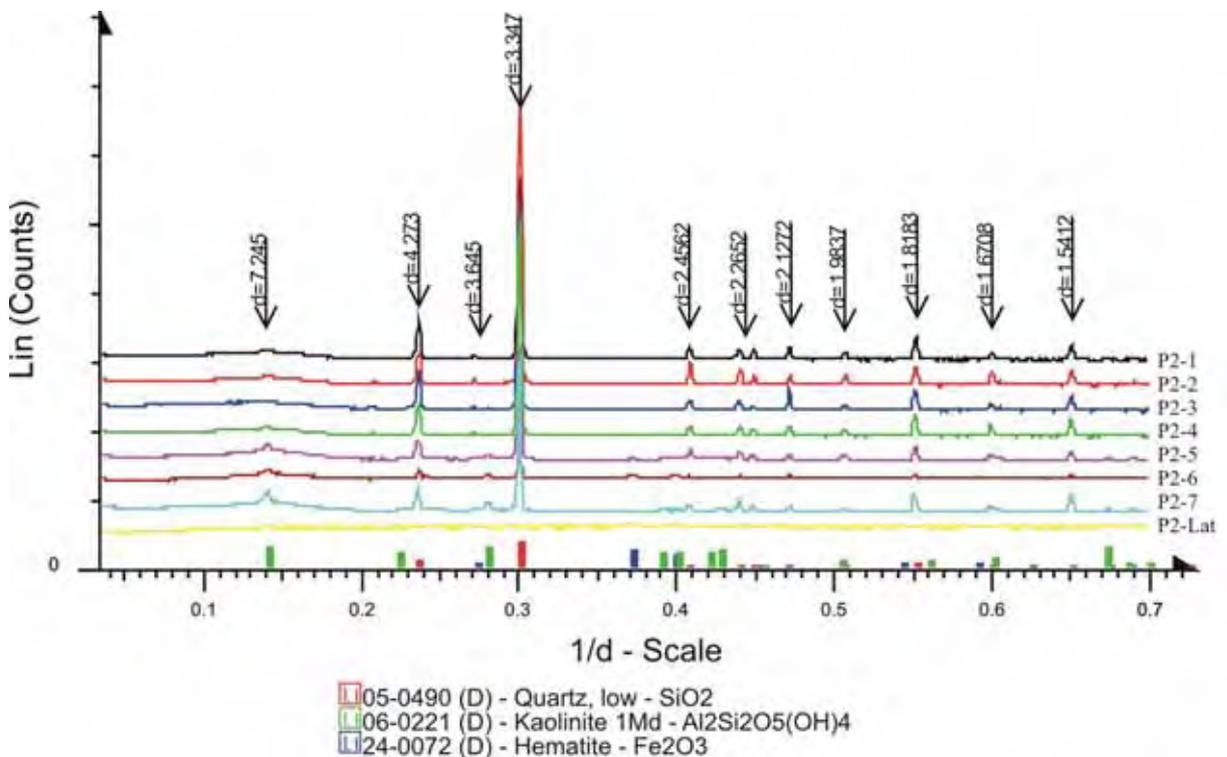


Figura 40: Difratoograma de Raios X Perfil 2.

A Figura 40 apresenta nos difratogramas, predominância de quartzo, logo sua origem deve-se a grande presença de minerais intemperizados, de diferentes formas e tamanhos, grande quantidade de concrecionárias botroidais existente nesta unidade fisiográfica, com lateritas

botroidais ricas em alumínio e ferro, ambiente paleofluviais e paleolacustres, indicativo de ambiente originário de mudanças e eventos paleoclimáticos.

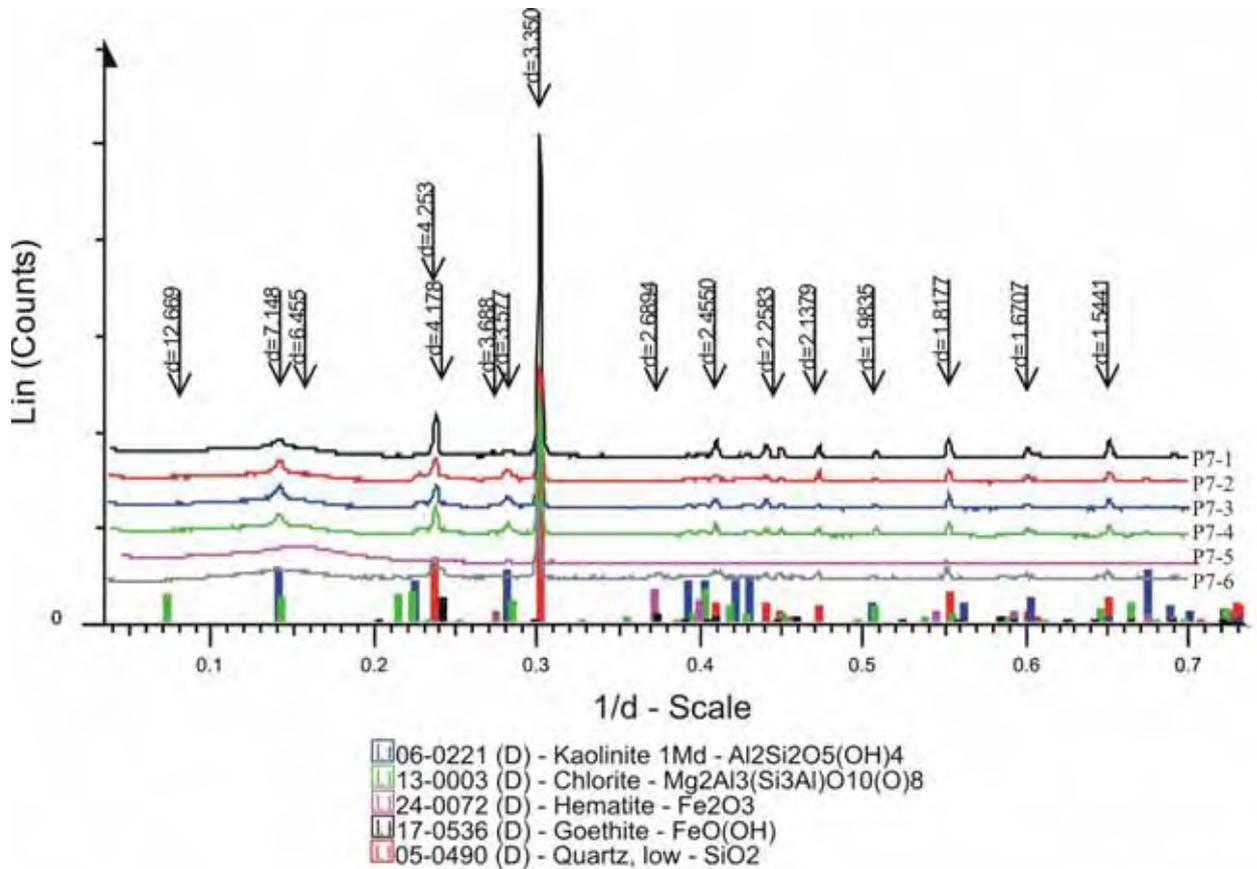


Figura 41: Difratoograma de Raios X Perfil 7.

O perfil 7 (Figura 41) apresenta grande quantidade de quartzo, feldspatos e argilo minerais. A clorita indica processos de metamorfismo regional, com depósitos aluvionar e eluvionar produto da alteração de rochas metamórficas; a hematita e caulinita provavelmente são produtos da alteração dos depósitos sedimentares, representativos das discordâncias litológicas, intemperismo gerando finos, sedimentos plásticos e cauliniticos, (base do perfil). A hematita e goetita são representativas da grande quantidade de óxidos de ferro, provindos dos xistos presentes na região.

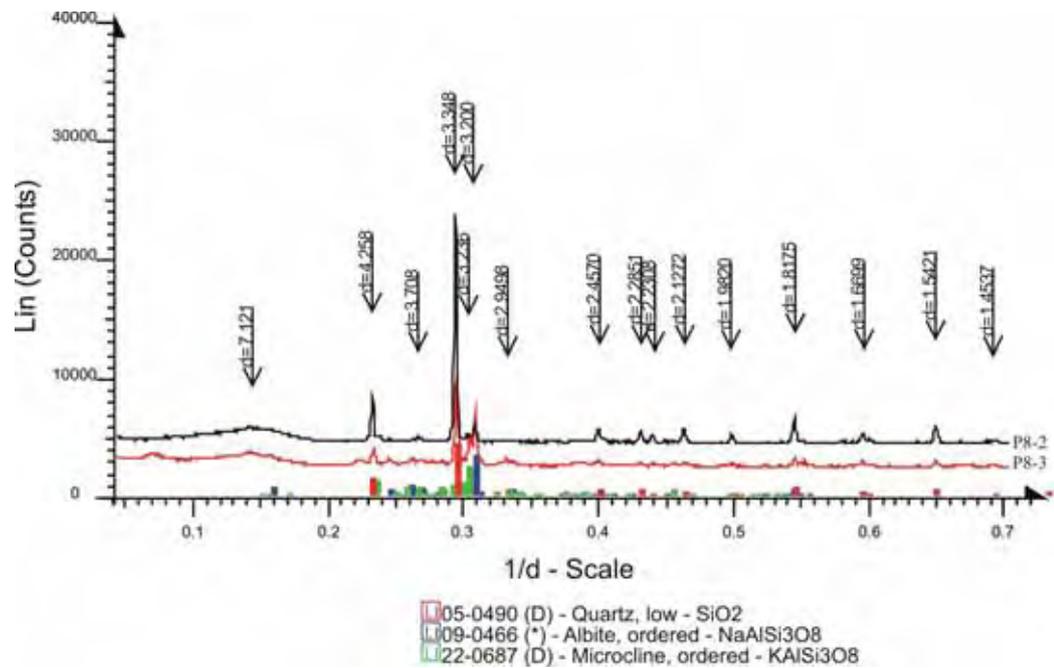


Figura 42: Difratograma de Raios X Perfil 8.

O perfil 8 (Figura 42) apresenta similaridade com o perfil anterior com picos de albite, associada aos minerais alcalinos predominantes no perfil (quartzo), e veios hidrotermais localizados nas deposições litolóestratigráficas da Formação Ipú; ambiente indicativo de depósitos residuais de paleocanais e paleocorrentes orientadas para o norte com depósitos de seixos pequenos arredondados a sub arredondados justificando a grande quantidade reflectiva de quartzo e feldspatos presentes.

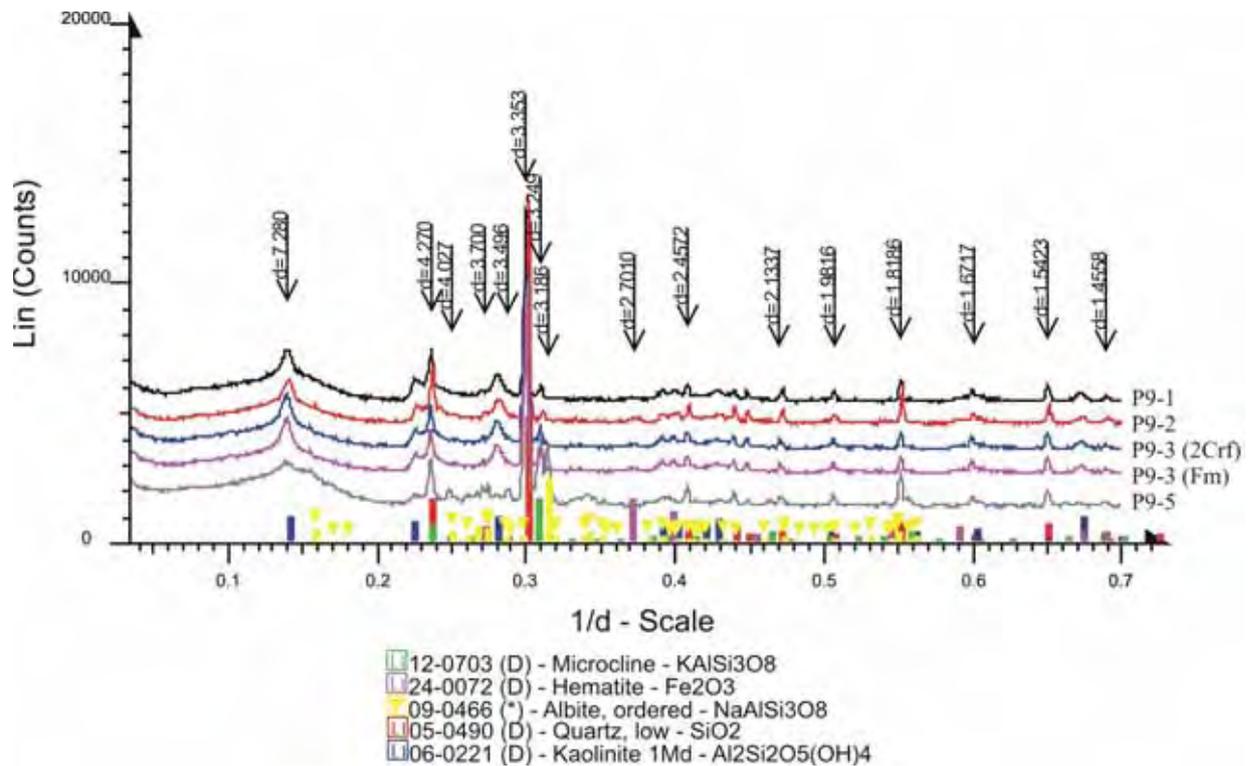


Figura 43: Difratograma de Raios X Perfil 9.

O perfil 9 (Figura 43) apresenta grandes eventos geodinâmicos de deposição, material lateríticos, concrecionários e alto grau de intemperismo, representado por depósitos retrabalhados por curso de transbordamento, ou seja, justifica as discontinuidades litológicas (2Crf) e mineralógicas presentes, picos de minerais potássicos (microcline) e sódicos (albita).

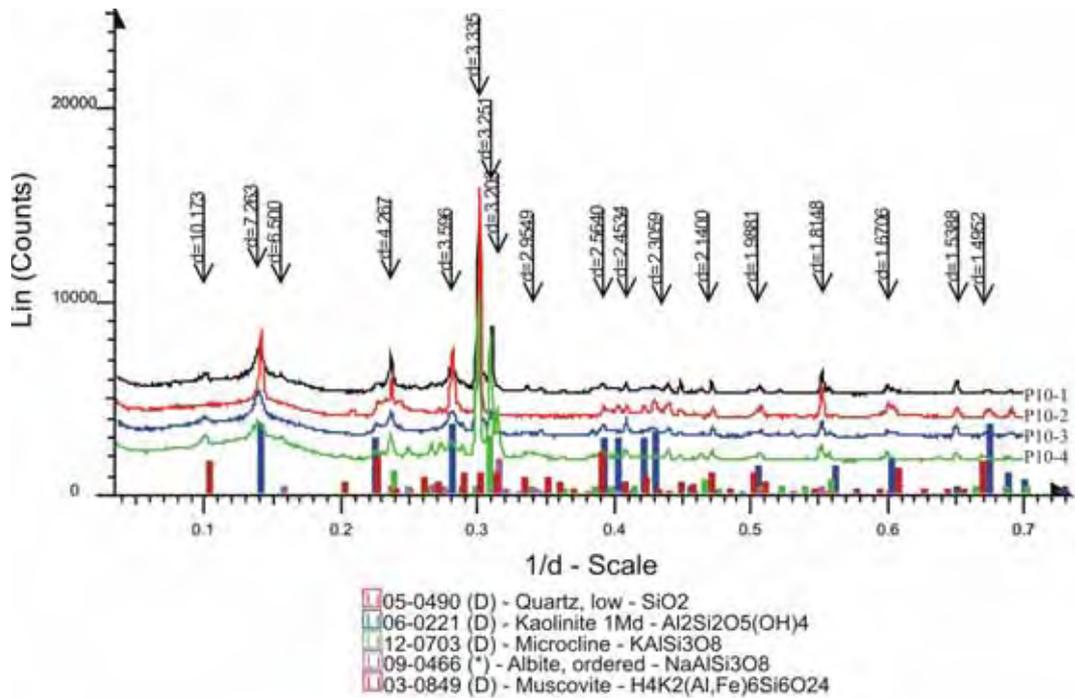


Figura 44: Difratoograma de Raios X Perfil 10.

O perfil 10 (Figura 44) apresenta grande metamorfismo com discontinuidades litológicas, constituídas de materiais de origem detrítica, caulinita (picos 7 e 3,5); quartzo (pico 3,3) de diferentes formas e tamanhos, originados de diferentes paleoambientes fluviais e marinhos, transformados em paleoambientes lateríticos, aparentemente de curta distância de transporte. A albite está representada no perfil devido à intemperização de sedimentos alcalinos, originados das rochas graníticas (parte da Formação Ipú), depositadas neste ambiente.

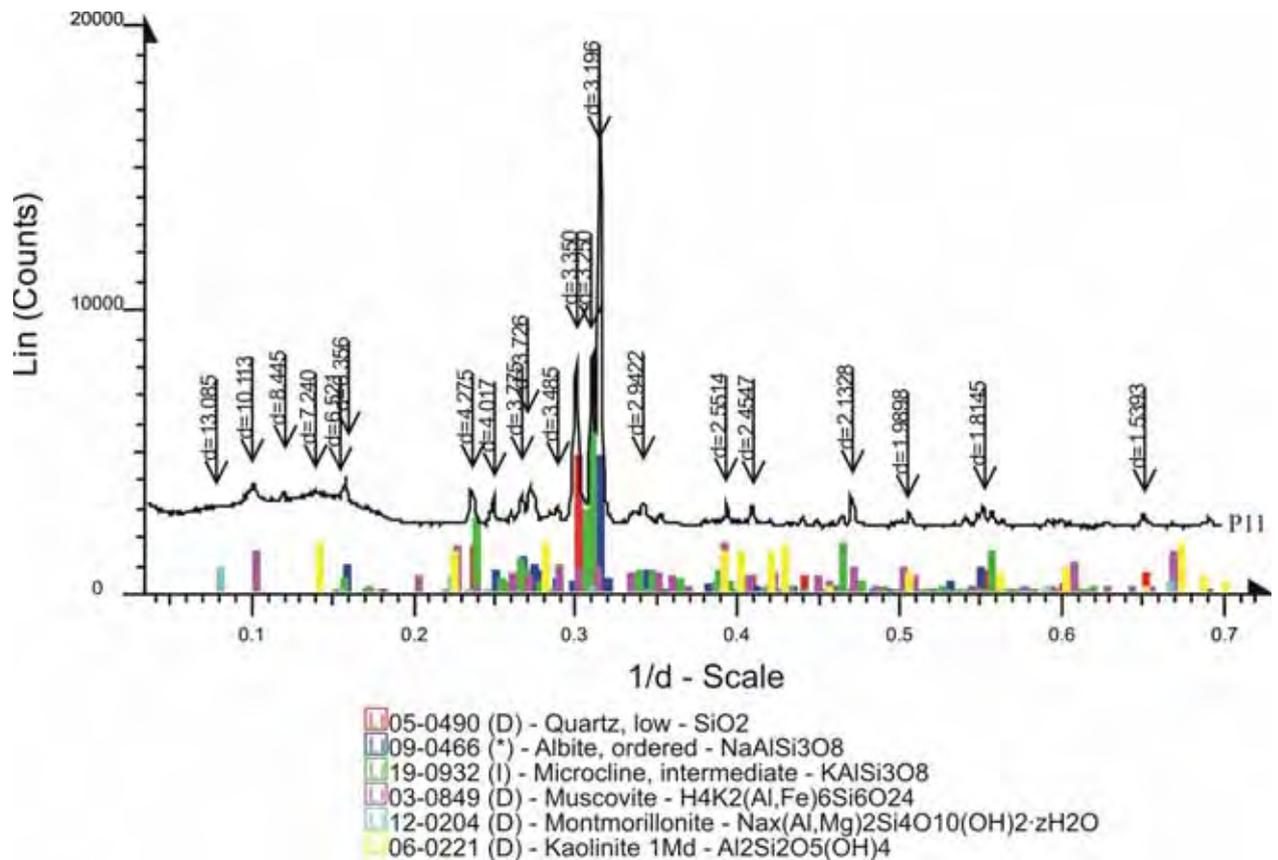


Figura 45: Difratoograma de Raios X Perfil 11.

O perfil 11 é um Ap cascalhento com evidência de litificação, gnassificado por processos intempéricos (Formação Ipú), com grande processo de bissialitização (Terciário Médio Superior Mioceno Médio a Plioceno Médio). Os valores de quartzo (3,3 Å) predominam dos demais minerais.

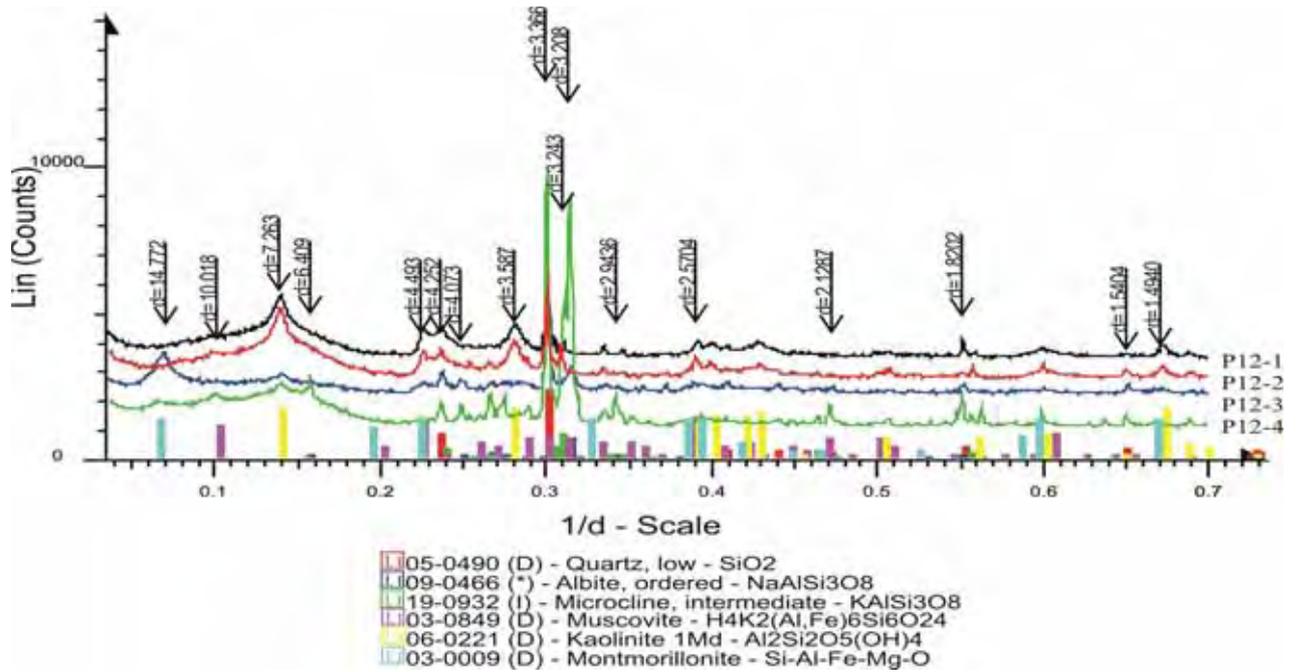


Figura 46: Difratoograma de Raios X Perfil 12.

O perfil 12 (Figura 46) representa pela figura 50 apresenta minerais interestratificados, representados pelos valores de 14 a 12Å. Os feldspatos estão se alterando para montmorilonita, havendo alteração para caulinita e pequena quantidade de atapulgita picos de 14, 10; 3,34 e 4,24Å. Recebe contribuição dos maciços elevados da região Perfil 2, que apresentam substratos mais laterizados ou plintificados e muito alterados.

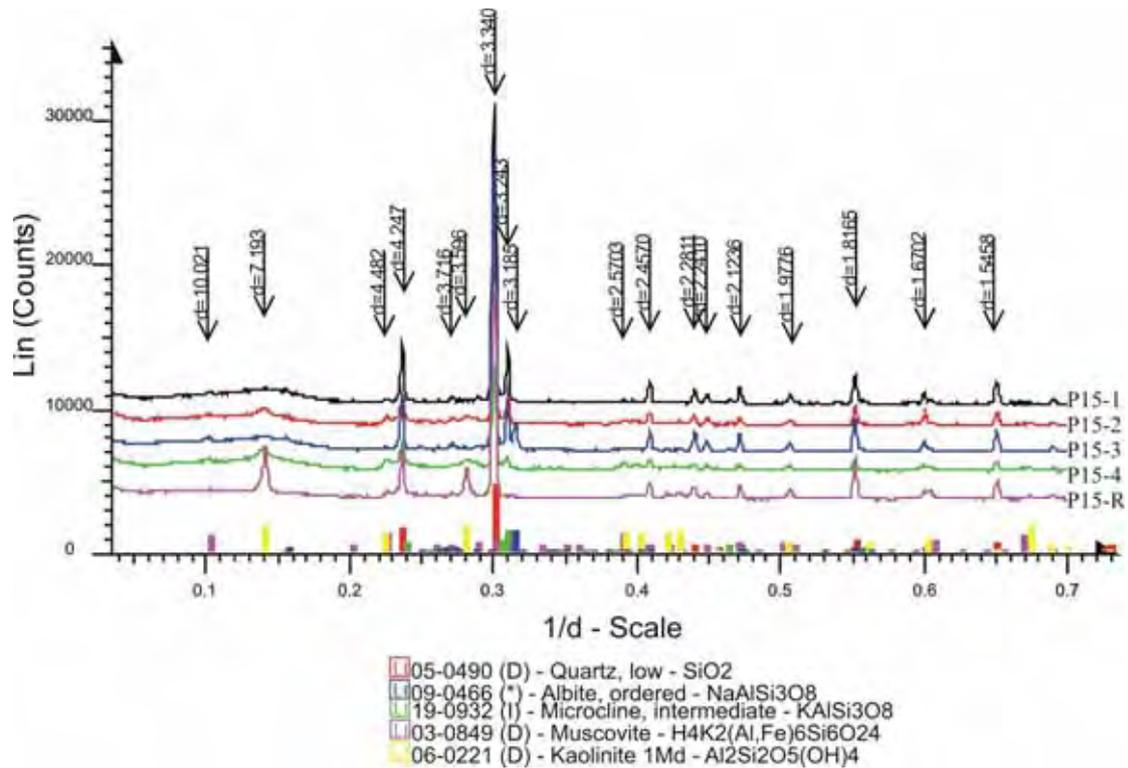


Figura 47: Difratoograma de Raios X Perfil 15.

O perfil 15 (Figura 47) apresenta teores de quartzo, albita, microcline, muscovita, caulinita acentuado com picos em 7.1 e 3.3 Å até 1,54 Å. Ambiente deposicional com paleosedimento, eólicos, concrecionários, lateríticos.

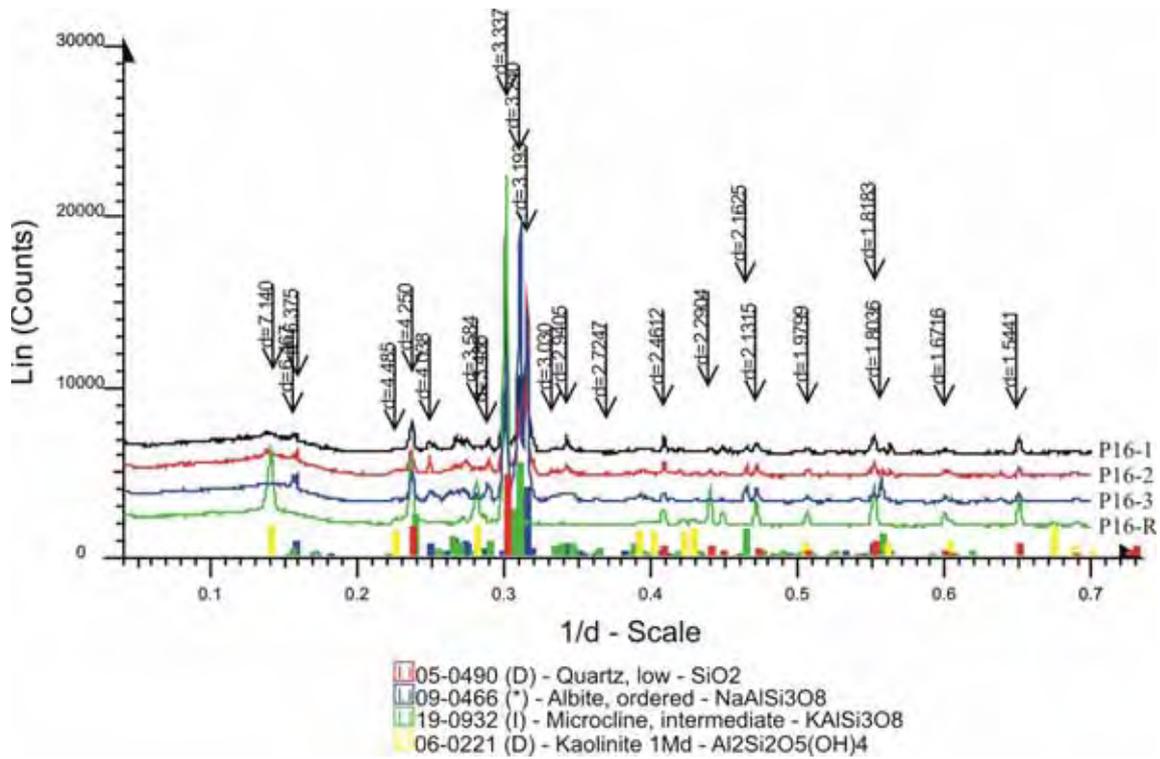


Figura 48: Difratoograma de Raios X Perfil 16.

O perfil 16 apresenta teores de quartzo e feldspatos potássicos (picos 2.46, 2.29Å), originados da laterização, sedimentação, paleogeodinâmica presente no perfil. No horizonte P16-R os minerais soterrados mostra maior cristalinidade, com alterações nos horizontes superiores, ambiente inserido em área de tabuleiro costeiro (Formação Barreiras) ambiente de acelerado processo deposicional, fluvial e eólico.

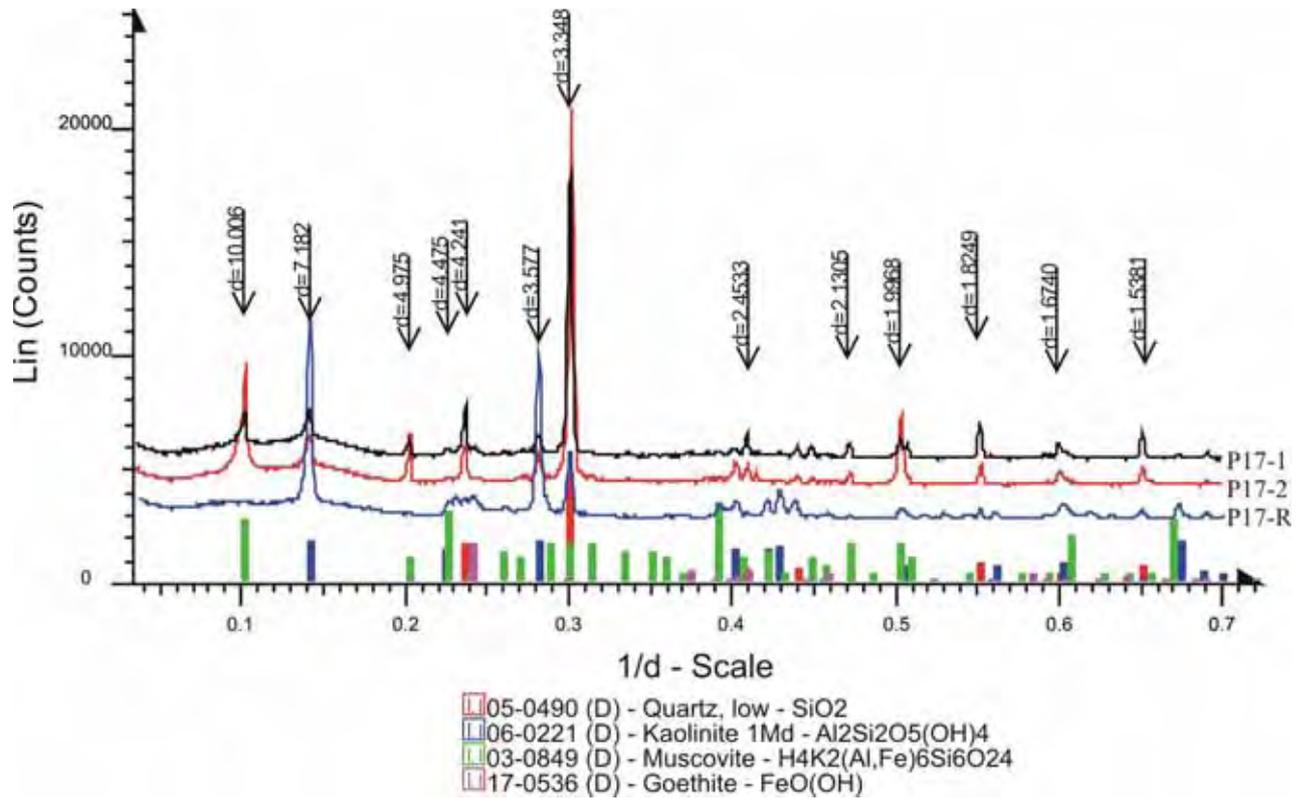


Figura 49: Difratoograma de Raios X Perfil 17.

O perfil 17 está inserido em ambiente de idade pré-cambriana, formada por gnaisses, xistos e pegmatitos, laterizados e intemperizados gerando sedimentos ricos em quartzo, caulinita, muscovita e goetita, distribuídas ao longo das discontinuidades litológicas do perfil analisado.

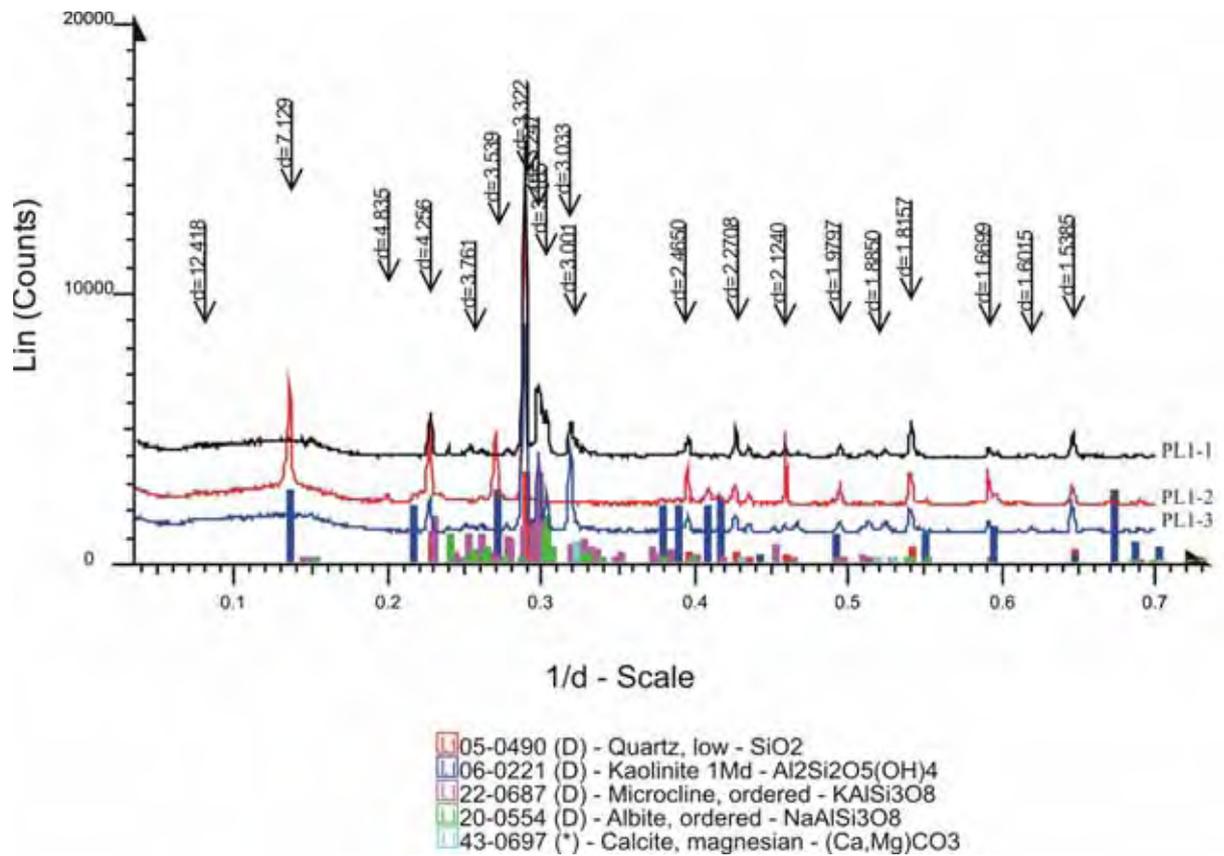


Figura 50: Difratoograma de Raios X Perfil LP1.

O perfil LP1 está localizado em área litorânea sedimentar quartzarênicos inconsolidados ricos em quartzo, microcline e caulinita. Os picos de 12, 10, 3,7Å indicam a presença de atapulgita e sepiolita, respresentantes de ambientes áridos e que, seguramente, representam detritos intempéricos. Logo sua origem deve-se, principalmente, ao transporte flúvio marinho. Assim, a área caracteriza-se como terraços marinhos que, atualmente, estão cortados pelos rios Acaraú, Coreaué e rios do Litoral.

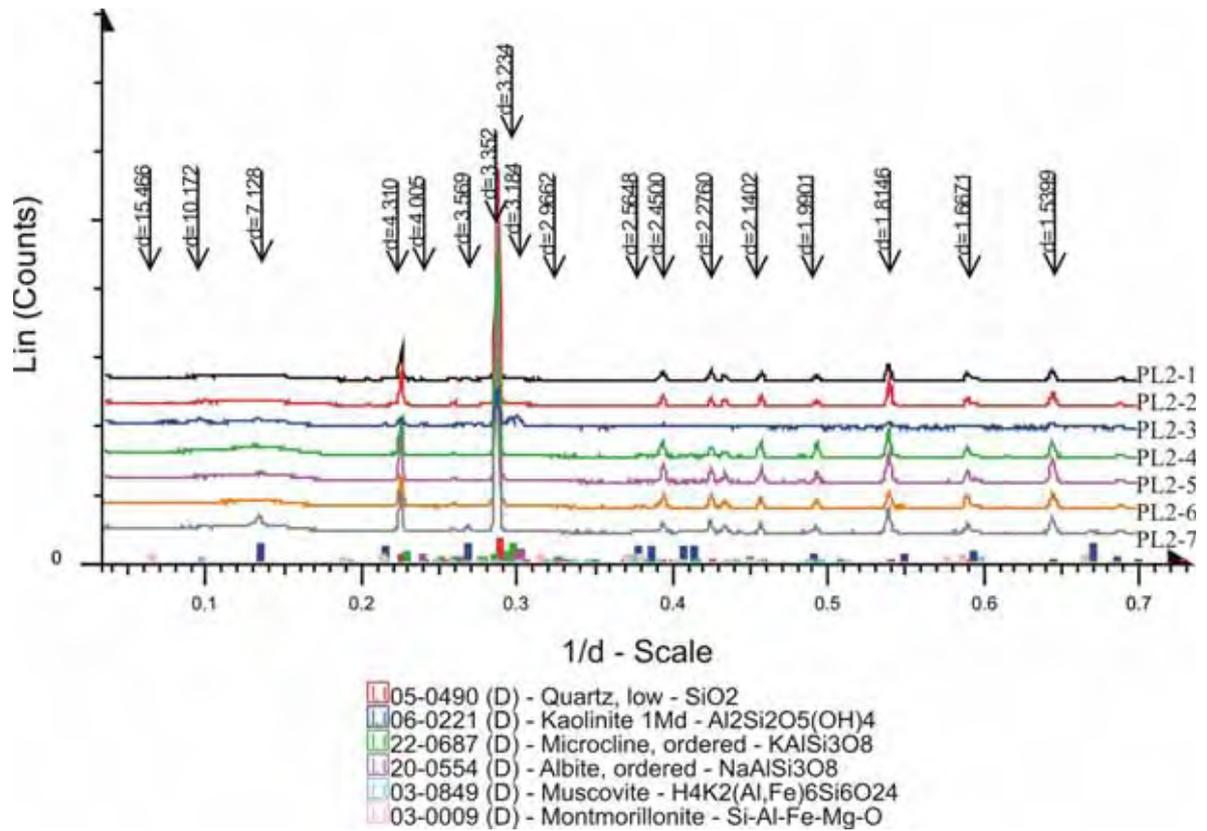


Figura 51: Difratoograma de Raio X Perfil LP2.

O perfil LP2 apresenta-se intemperizado ao longo dos horizontes com deposições diferenciais, originadas de avanços e recuos das marés, com sedimentação e soterramentos fluviais e marinhos, ricos em micas, caulinita, muscovita, originadas da deposição de rochas sedimentares e Neossolos Quartzarênicos Marinhos.

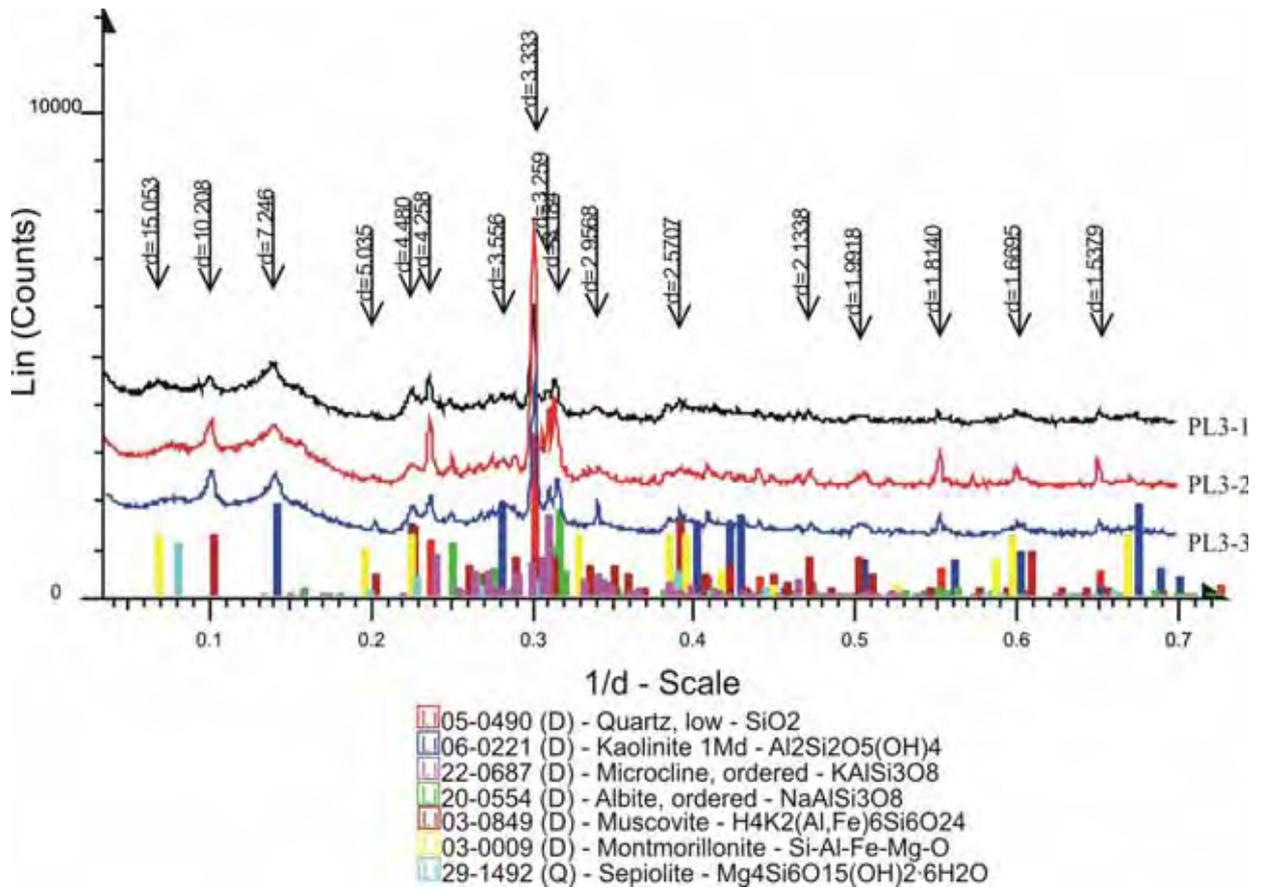


Figura 52: Difratoograma de Raio X Perfil LP3.

O perfil LP3 apresenta altos teores de quartzo, bem cristalizados, micas, sepiolita nos picos de 4,4 e 3,4Å (teores moderados). O mineral albite (3,19 Å) representa o material cimentado das frações de quartzo, carbonatos, evaporitos verificados nas amostras (Unidade Fisiográfica Estuarina). As gretas de contração funcionam como indicativos do processo de umedecimento e secagem na geração dos minerais identificados, fortemente intemperizados, material sedimentar, testemunho de paleoambiente com geodinâmica deposicional.

As análises mineralógicas indicam a grande variedade de minerais nas diferentes unidades fisiográficas (deposicionais) representadas nesta pesquisa e a predominância do quartzo na maioria do material analisado.

8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.

As paisagens geradoras dos paleoambientes e ambiente atual demonstram processos de alterações intempericas, evidenciados pelas análises, morfogenéticas, químicas, físicas e mineralógicas.

As análises químicas indicam deposições residuais (impactantes) originárias da decomposição de rochas graníticas a montante dos canais fluviais (Coreaú e Acaraú). Com teores elevado de Si maior que 50% exceto no perfil P9.4 horizonte Crf/Fm (croncrecionário) e P2-8 (Rr), originários não só da decomposição das rochas da região, mas de processos erosivos acelerados causados pelo variado uso da terra de forma desordenada.

Tais elementos em excesso no solo podem gerar impactos nas regiões irrigadas, ocasionado perdas na qualidade e produção agrícola/industrial. Como é verificado nas atuais perdas de produção no Agropolo de Fruticultura Irrigada - Baixo Acaraú e nas fazendas de camarão que dominam as áreas estuarinas.

O mapa fisiográfico caracteriza as unidades fisiográficas atuais, representativas da morfogênese da região Norte do Ceará e áreas homologas interligada às paleopaisagens e paisagens atuais. Evidenciadas pela presença das diferentes descontinuidades litológicas, que constituem as sequências pedogênicas policíclicas, originada de processos endógenos e exógenos que atuam e atuaram no desenvolvimento da paisagem.

Tais unidades fisiográficas apresentam áreas com evolução fisiográfica semelhante, onde as características do meio físico estão interligadas em relação a sua gênese e morfologia.

A disponibilização de informações físicas da área e o conhecimento dos processos dinâmicos que modelam a paisagem local, certamente servirão de subsídios para direcionar ações de preservação do uso e ocupação dos recursos naturais renováveis desta região/ estuário, planícies e planaltos, possibilitando a implantação de um desenvolvimento sustentável.

Os estudos aplicados neste trabalho integrando técnicas de fotointerpretação em conjunto com trabalhos de campo e laboratoriais são de grande importância para entendimento dos processos dinâmicos das paisagens e de suas unidades fisiográficas e facilita tanto a caracterização da gênese dos solos como auxiliaram na separação das paisagens recentes das mais antigas.

Os solos representativos das diversas paisagens e de suas unidades fisiográficas demonstram processos geodinâmicos de transgressão e regressão marinha, associados às ações superimpostas dos ecossistemas fluviais e eólicos atuais e/ou recentes, presentes nas unidades fisiográficas classificadas como Planaltos (Grupo Serra Grande), Planalto Baixo (Formação Barreiras) e Planície Litorâneas (sedimentos eólicos inconsolidados).

A região apresenta evidências de soerguimentos, exumação, abatimento, sedimentação dos pavimentos intempericos soterrados, exumados, representados por lateritas, sedimentos arcósiolos, concrecionários, plínticos, gleícos e paleogleícos.

A identificação das áreas de origem e deposição de sedimentos caracteriza os processos relativos à erosão, transporte e deposição dos mesmos. O processo de erosão e assoreamento permite o planejamento de ações corretivas de médio a longo prazo, com o objetivo de minimizar os impactos resultantes da atividade humana na área.

Tais conclusões devem-se à geração de mapas de lineamento estrutural, morfoestrutural, traços de junta, confluência de drenagem, mapa fisiográfico e as caracterizações químicas, físicas e mineralógicas.

A realização desse estudo mostra que há uma interdependência entre as superfícies fisiográficas, compartimentação morfo-estrutural e as coberturas de alteração intempéricas, permitindo verificar a relação entre as planícies sedimentares, altos estruturais e baixos topográficos comandados pela dinâmica ambiental.

O relevo da região caracterizada representa um conjunto de patamares (degraus) retrabalhados (erodidos), aberto em direção ao mar (baixo Acaraú-CE). O mesmo (relevo) comporta um conjunto complexo de formas estruturais soerguidas e rebaixadas em direção ao sul e amplamente trabalhadas pela erosão (zona de riftiamento), comportando platôs tabulares (Planaltos e Tabuleiros), bacias de afundamento (Planalto Médio) e corredores de erosão diferencial (Planalto Baixo e Muito Baixo) bordejadas por relevos herdados de falhas (Lineamento Sobral Pedro II e Zonas de Cisalhamento Aracas, Tangente).

Os municípios de Guaraciaba do Norte, Ipú, apresentam áreas de grande potencialidade agrícola, porém limitadas as discontinuidades litológicas, que estão presentes na pedogênese da região.

Esta pesquisa pode ser aplicada em benefício das comunidades e usuários regionais, a partir de um plano de manejo adequado integrando técnicas adaptáveis as limitações agroecológicas da região, discutida nessa pesquisa (descrição de solos e rochas).

Algumas recomendações de manejo sustentável para área de estudo:

- Estudo das áreas limites de cada unidade fisiográfica e conhecimento da potencialidade natural da região, com práticas conservacionistas das áreas ribeirinhas, estuarianas e áreas de dunas por serem ambientes frágeis e vulneráveis a modificações, tendo como exemplo a indústria eólica que contribui para a aceleração dos processos deposicionais e degradacionais da região Norde do Estado do Ceará.

- Reposição das matas ciliares na tentativa de amenizar o grande processo erosivo e deposicional ao longo dos canais fluviais (Município de Sobral e Santana do Acaraú) presentes na região e que comandam a paisagem atual.

- Inclusão do pequeno e médio produtor (irrigantes), como forma de contribuir no conhecimento e forma de manejo adequado dos recursos naturais e de sua exploração racional, visando uma maior produção e/ou adequação das culturas, quanto ao requerimento de suplementação de água e ou fertilizantes quando necessário.

- Conhecimento das características e potencialidades da região em linguagem formal/informal, mostrando os problemas e formas de manejo sustentáveis.

- Construção de estações de tratamento de esgoto e saneamento em toda a área urbana e rural, evitando o lançamento direto dos efluentes e dejetos nos rios da região.

- Regularização de áreas para exploração mineral e construção civil (areia, dunas, leitos de rios).

- Verificação e recuperação das áreas de mineração abandonadas e em uso, com implementação de reflorestamento ou uso de viveiros como forma de lazer e fonte de renda para comunidade, através de estudos especializados.

- Proteção das áreas irrigadas abandonadas com plantio de espécies nativas e adaptáveis a região.

- Monitoramento das águas subterrâneas e águas superficiais em áreas urbanas e rurais.

- Elaboração de cartilhas de uso da terra com classificação de solos e aptidões agrícolas para uso das comunidades da região e órgãos competentes.

- Divulgação dos projetos e avanços na recuperação e uso da terra da região Norte do Estado do Ceará.

Tais propostas serão importantes na proteção e recuperação dos recursos naturais se aplicadas nos projetos de desenvolvimento urbano e rural da região.

9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUASIS, Associação de pesquisa e preservação de ecossistemas aquáticos – Zona costeira do Ceará: Diagnóstico para gestão integrada – Coordenadores Alberto Alves Campos et al. – Fortaleza, 293p, 2003.

AB’SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. 1969. n. 18. Geomorfologia.

_____. Províncias Geológicas e Domínios Morfoclimáticos do Brasil. In: **Geomorfologia** (20). São Paulo: USP –I.G, 1970.

_____. Participação das Depressões periféricas e Superfícies aplainadas na Compartimentação do Planalto Brasileiro. In: **Geomorfologia**, n° 28. USP: São Paulo, 1972. 38p.

_____. O Domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. In: **Geomorfologia**, n° 43. USP: São Paulo, 1974. 37p.

_____. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos Glaciares Quaternários. In: **Paleoclimas**, n° 3. IGEOG-USP: São Paulo, 20p., 1977.

_____. A problemática da desertificação e da savanização no Brasil. In: **Geomorfologia**, n° 53. São Paulo, 1977b. 20p.

_____. Os mecanismos da desintegração das paisagens tropicais no Pleistoceno: efeitos paleoclimáticos do período Würm-Wisconsin: no Brasil. In: **Paleoclimas**, n° 8. IGEOGUSP: São Paulo, 1979. 11p.

ALMEIDA, F.F.M. 1981. O cráton do paramirim e suas relações com o do São Francisco. In: Simpósio Cráton do São Francisco e faixas marginais, Salvador, **Anais**. Salvador, SBG, p.1-9, 1977.

ALMEIDA, F.F.M., HASUI, Y., NEVES, B.B.B. AND FUCK, R.A. **Brazilian structural provinces: an introduction**. Earth Sciences Reviews, 17:1-29. 1981.

BARBIN, H.S. **Histórico da evolução do uso do solo e estudo dos espaços livres de uma região do município de Piracicaba (SP)**, 196p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.

BARBOSA, O.A.; BERTANI, L.A.; FERNANDEZ, F.R.H.; MENDOZA, R.P. Analisis fisiografico para el levantamiento pedológico semidetallado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p. 191-198, 2005.

BERTONI, J. LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone: 1990. 355p.

BENNEMA, J. & CAMARGO, M. N. **Segundo esboço parcial de solos brasileiros**, Rio de Janeiro, Div. Ped. Fort. Do Solo, 33p., 1969.

BEZERRA, E. C; BEZERRA, J.E.C.; MENDES, M. F. **Precipitações. In: IPLANCE. Atlas do Ceará**. Fortaleza, 1997.

BOTERO, P.J. **Fisiografía y estudios de suelos**. Centro Interamericano de Fotointerpretación, Bogotá, v.30, n.47, 1978.

BROWN, D.G.; DUH, J.D.; DRZYZGA, S.A. **Estimating error in an analysis of forest fragmentation change using north-american landscape characterization (NALC data. Remote Sensing of Environment**, v. 71, p.106-117, 2000.

BASTOS, W.R.; MALM, O.; PFEIFFER, W.; CLEARY, D. 1998. **Establishment and analytical quality control of laboratories for Hg determination in biological and geological**

samples in the Amazon – Brazil. *Ciência e Cultural Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science*, v. 50, p 255 – 260.

BONOTTO, M.D. & SILVEIRA, E.G. 2003. **Preference rations for mercury and other chemical elements in the Madeira River, Brazil.** *Journal of South American Earth Sciences* v. 15, p. 911-923.

BIRKELAND, P. W. *Soils and Geomorphology* – Oxford University Press – Nova York, 1984. 367p.

BRANDÃO, V.S.; PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D. *Infiltração de água no solo*. Viçosa: UFV, 2003. 98 p.

CASSETI, V. **Introdução à Geomorfologia.** Disponível em <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/cap1/index.php>>. Acesso em 01 maio de 2007.

CAMPBELL, J.B. **Introduction to remote sensing**. New York: The Guilford, 551p.1987.

CASTRO, Fernando Soarez de. *Conservacion de Suelos*, Barcelona – Madrid – Segunda Edição, 1965.

CIVCO, D.L.; GARCIA, A. R.; WARNER, G.S. (1995). **Key steps to effective watershed characterization.** *GIS WORLD*. p. 62-67. Nov. 95

COLLARES, E. G. **“Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: aplicação na bacia hidrográfica do rio Capivari – SP”**. 190p. Tese (Doutorado)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2000.

CLARK, E.H., Haverkamp, J.A., Chapman, W, **Eroding soils. The off-farm impacts.** *The Conservation Foundation*, Washington, 1985. 252p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Instruções e procedimentos de padronização no tratamento digital de dados para projetos de mapeamento da CPRM: manual de padronização.** Rio de Janeiro. v. 2, 2003.

CLAUDINO SALES, V., PEULVAST, J.P. **Dunes generations and ponds in the the coas tal area of Ceará State, Northeast Brasil. In: ALLISON, R. Applied Geomorphology: Theory and practice. London: John Willey and Sons, cap. 20, p. 423-443, 2002.**

CLAUDINO-SALES, V., PEULVAST J. P. **Evolução Morfoestrutural do Relevo da Margem Continental do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil, CAMINHOS DA GEOGRAFIA - Revista on line, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, v. 7, n. 20, p. 1 – 21, 2007.**

CRÓSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto.** Campinas: IG; UNICAMP, 1993. 170p.

CUNHA, S. B. & GUERRA, A. T. (organizadores). **Geomorfologia do Brasil.** 3ª ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, 392p.

DOYLE, D. Sustainable development: growth without losing ground. **Journal of Soil and Water Conservation**, apud: COLLARES, Eduardo Goulart., 2000.

DERRUUAU, M. **Geomorfologia.** Barcelona: Ariel, 1966. 442p.

DINIZ, S.F.; MOREIRA, C. A.; CORRADINI, F.A. **Suscetibilidade erosiva do baixo curso do rio Acaraú-Ce, São Paulo, UNESP, Geociências, V. 27, n. 3, p.355-367, 2008.**

EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Agropecuária.** Consultado em: <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solos** (2.ed), Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FAO, **Esquema para la Evaluación de Tierras**. Boletín de Suelos FAO 32. Roma, 1976.

, **Land Evaluation For Forestry**. FAO Forestry Paper 48. Rome, 1984.

FERNANDES, A. **Temas fitogeográficos**. Stylus Comunicações, Fortaleza. 116 p. 1990.

FERRI, M. G. **Vegetação Brasileira**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia e Editora da Universidade de São Paulo. 1980.

FETTER, A.; VAN SCHMUS, W. R.; SANTOS, T. J.S.; ARTHAUD, M. ; NOGUEIRA NETO, J. A. Geocronologia e estruturação do Estado do Ceará: NW da Província da Borborema, NE Brasil. XVII Simpósio de Geologia do Nordeste, Fortaleza, 15:32-33, 2000.

FIORI, C. **Planeta Rico, Planeta Pobre**. In: **O Estado do Mundo 2001: bíblia do meio ambiente**. Relatório anual do Worldwatch Institute em direção a uma sociedade sustentável. WWI/UMA- Universidade Livre da Mata Atlântica. Curitiba. UMA editora, 2001.

FIORIO, R. P. & J. DEMATTÊ. “Erosão do solo e seu impacto na microbacia hidrográfica do Ceveiro, Piracicaba, SP”. **Anais da XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água**, 2000. Cd-rom.

FILHO, A. R. & BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3 ed. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 65p. 1995.

FIGUEIREDO, M. A. **Vegetação**. In: Atlas do Ceará. IPLANCE, Fortaleza. p. 24-25. 1986.

_____, **Vegetação**. In: Atlas do Ceará. IPLANCE, Fortaleza. p. 24-25. 1997.

FLAVIN, C. **Planeta Rico, Planeta Pobre**. In: O Estado do Mundo 2001: bíblia do meio ambiente. Relatório anual do Worldwatch Institute em direção a uma sociedade sustentável. WWI/UMA- Universidade Livre da Mata Atlântica. Curitiba. UMA editora, 2001.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Development of database and analytical tools for reservoir network and catchment area analysis, Riverside**. 2001.

IPECE - INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DO CEARÁ. **Anuário estatístico do Ceará 2002**. (cd room). Governo do Ceará: Fortaleza, 2002.

JACOMINE, P. T. K. et. ali. Levantamento Exploratório - **Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará. (Descrições de Perfis de Solos e Análises)**. Boletim Técnico no. 28. Série Pedologia no. 16. Divisão de Pesquisa Pedológica, Recife, Rio de Janeiro, vol. 2: 1973.

JENSEN, J.R. Introductory digital image processing: a remote sensing perspective.2.ed. New Jersey: Prentice Hall, 316p.1996.

JUNK, J.W., BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E., The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: Dodge, D.P. (Ed.), Proceedings of the International Large Rivers Symposium, **Canadian Special Publication Fish and Aquatic Science**, 1989, p. 110-127.

GOOSEN, D. Interpretation de fotos aereas y su importancia em levantamiento de suelos. Boletín Sobre Suelos – Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y La Alimentación, Roma, n. 6, 1968, 58p.

GOOSEN, D. Physiography and soils of the Llanos Orientales, Colombia. Enschede: **Publications of the International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC)**,199p, 1971.

GUERRA, A.T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE. 1969. 440p.

KERTZMAN, F.F; GOUVEIA, M.I.F; MANO, V.G.T. **Orientações para o combate à erosão no estado de São Paulo**. IPT/DAEE, v1. São Paulo, IPT, 1991.

LEITE, C. E. S. *et. al.*, Recursos hídricos. In: IPLANCE. **Atlas do Ceará**. Fortaleza, 1997.

LIMA, C. A. A. **O uso do modelo QUAL2E na simulação da qualidade das águas do rio Jacaré-Guaçu**. São Carlos, apud: MONTAÑO, Marcelo. “Os recursos hídricos e o zoneamento ambiental: o caso do município de São Carlos (SP)”. São Carlos, 2002. 121p.

LAL, R., Erosion-crop productivity relationships for soils of Africa. **SoilScience Society America Journal** **59** (3),661–667,1995.

MAALOUF, W.D. **Recursos Humanos e Desenvolvimento Agrícola Sustentado**. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 2000. 47p.

MATTOS, J. T. de. **Imagens do Satélite SPOT-1 em Mapeamento Geológico**. Revista Brasileira de Geociências, v. 20, p. 282-292, 1990.

MATTOS, J. T. de; RUEDA, J R J ; OHARA, T. . **Análise Integrada do Meio Físico com Subsídio ao Planejamento de Aplicações para Múltiplos Usos**. Revista Geosul (UFSC), FLORIANÓPOLIS, v. 14, p. 540-545, 1988.

MATTOS, J. T. de; RUEDA, J R J ; PESSOTTI, J. E. S. **Modelo para o Estudo da Dinâmica Evolutiva dos Aspectos Fisiográficos dos Pantanais**. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 33, p. 1763, 1989.

MANTOVANI, Waldir. Degradação dos Biomas Brasileiros. In: Ribeiro, W. da (org.). **Patrimônio ambiental do Brasil**. São Paulo, Edusp: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. 2003. p. 367-442.

MARQUES, J. Q. A. **Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra**. Escritório Técnico de Agricultura Brasil – Estados Unidos – III aproximação – Julho de 1971.

MAIA, L. P. *et. al.*, A. M., CARVALHO; J. M. L. DOMINGUES. A influência da estruturação do embasamento Pré-Cambriano na elaboração da morfologia costeira. **Revista de Geologia**, Vol. 18, nº 1, 83-94, 2005.

MARTIN, L.; SUGUIO, K & FLEXOR, J.M. Reconstituição de antigos níveis marinhos do quaternário. Publicação especial da comissão técnico-científica do quaternário. Sociedade Brasileira de Geologia (SBG), São Paulo, 1982b, 154p.

MERICO, L. F. K. **Introdução à Economia Ecológica**. Blumenau. Editora da FURB, 1996. 160p.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 17 jun. 2009.

MEIRELES, A . J. A., **Um modelo geomorfológico integrado para a planície costeira de Jericoacoara/Ceará**. Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará, Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 01, número 01, 2002

MEIRELES, A . J. A., VICENTE da SILVA, E. **Diagnóstico e impactos ambientais associados ao ecossistema manguezal do rio Acaraú/Ce, nas proximidades da comunidade de Curral Velho de Cima**. Parecer técnico, Procuradoria da República no Estado do Ceará, Ministério Público Federal, 2003, 32p.

MEIRELES, A. J. A. et al. , Integração dos Indicadores Geoambientais de Flutuações do Nível Relativo do Mar e das Mudanças Climáticas no Litoral Cearense. Mercator – **Revista de Geografia da UFC**, n. 08, p. 109-134, 2005.

MONTAÑO, M. **“Os recursos hídricos e o zoneamento ambiental: o caso do município de São Carlos (SP)”**. São Carlos, 2002. 121p. Dissertação (Mestrado)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

MORAIS, Fernanda T. & Jairo R. J. R. **Fisiografia da região do planalto de Poços de Caldas, MG/SP**. Revista Brasileira de Geociências 38(1): 196-208, março de 2008.

NASCIMENTO, Flávio R. do. **Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável: Subsídios ao gerenciamento geoambiental na sub-bacia do Baixo Pacoti – CE**. (Dissertação de Mestrado), 154p. UECE: Fortaleza, 2003.

NASCIMENTO, Flávio R. do. **DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E DESERTIFICAÇÃO NO NORDESTE BRASILEIRO: o contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú – CE**. (Tese), 340p. UFF: NITERÓI, 2006.

NETO, N. P. **Relatório de Acompanhamento das Atividades de Extração, de Controle Ambiental e Recuperação das áreas degradadas**, Fortaleza-CE, 1990.

NETO, F. L., L. C. P., M. A. da S. **AGROECOLOGIA E APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS: as bases científicas para uma agricultura sustentável**. IAC, Jaguariúna, p. 1-5, 2006.

NIMER, Edmond. **Climatologia do Nordeste**. IN: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil. v. 2. Região Nordeste. Rio de Janeiro: IBGE, 1977, p. 47-84.

OLARTE R., L.I; MUÑOZ, B.M.; BENAVIDES, G.E.; GARAVITO N., F.; LUNA Z., C.; MEJÍA C., L.; ROZO, E. de. **Metodos Analiticos del Laboratorio de Suelos**. Bogotá: IGAC, 651p. 1979.

PINHEIRO, Rosângela M. P. **Microbacias hidrográficas do Alto Jaguaribe (Tauá – Ce): vulnerabilidade ante a incidência de degradação/desertificação** (Dissertação de Mestrado), UFC: Fortaleza, 2003. 179p.

PEREIRA, R. C. M. et al. Contribuição à caracterização de argilo-minerais em solos da porção sudoeste da Folha Fortaleza-CE. **Revista de Geologia**, v. 4, n. 21-27, 1991.

PENTEADO, M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3^a ed. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 185p. 1983.

POPP, J. Henrique. **Introdução ao estudo da estratigrafia e da interpretação de ambientes de sedimentação**. Curitiba, Scientia et Labor, 326p.,1987.

PROJETO ÁRIDAS. Grupo de Trabalho 1, Recursos Naturais e Meio Ambiente. Vol. 2, **Governo do Estado do Ceará**. Fortaleza, 73p.,1995.

NASCIMENTO, Flávio R. do. **Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável: Subsídios ao gerenciamento geoambiental na Sub-Bacia do Baixo Pacoti – CE**. Dissertação (Mestrado em Geografia), 154p. UECE: Fortaleza, 2003.

NIMER. Desertificação: mito ou realidade. Rio de Janeiro: **Rev. Brasileira de Geografia**. IBGE. V.50, n.1. 1988. p. 7-39.

NOVAIS, L.C.C. et. Al. **Resina Fóssil da Formação Barreiras na Bacia do Espírito Santo**. In: XI Reunião de Paleobotânicos e Palinólogos XI Meeting of Paleobotanists and Palynologists. Gramado, RS, Brasil, v. 1, n. 74-75, 2004.

PENTEADO, Margarida M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3^o edição. IBGE: Rio de Janeiro, p. 11-75, 1983.

RADAMBRASIL, PROJETO. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia, 1981.

RUEDA, J R J ; NUNES, E.; MATTOS, J. T. de. **Caracterização fisiográfica e morfoestrutural da falha São José de Mipibu-RN**. . Revista de Geociências (UNESP), São Paulo, 1993.

RUEDA, J. R. J., J. E. S. P. e J. T. M. **MODELO PARA O ESTUDO DA DINÂMICA EVOLUTIVA DOS ASPECTOS FISIOMORFOLÓGICOS DOS PANTANAIS.** Rev. **Agropecuária. Bras.**, Brasília, v.33, Número Especial, p.1763-1773, out. 1989.

RUEDA, J. R. J., **MODELOS SEQUÊNCIAIS DE GÊNESE APLICADOS A SOLOS DA REGIÃO DE JEQUITAI – MG,** Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade Estadual de São Paulo – USP, Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas. Piracicaba, SP, 182p, Dez. 1980.

RODRIGUES, M. **Introdução ao Geoprocessamento.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, São Paulo, 1990. **Anais. São Paulo: USP,** Escola Politécnica, 1990. apud: BARBIN, Henrique Sundfeld. 2003, op. cit.

ROSS, J. L.S. e PRETE, M. E.D. Recursos hídricos e bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. **Rev. do Departamento de Geografia da FFLCH – USP,** Nº 12, p. 89-121, 1998.

SAADI, A.; BEZERRA, F.H.R.; COSTA, R.D.; IGREJA, H.L.S.; FRANZINELLI, E. Neotectônica da plataforma brasileira. In: Souza, C.R.; Suguio, K.; Oliveira, A.M.S.; Oliveira, P.E. (eds.). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: **Holos,** 2005. p. 211-234.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente.** São Paulo. Estúdio Nobel, FUNDAP, 1993. 103p.

SALOMÃO, F.X.T. & IWASA, O. Y. Erosão e ocupação rural e urbana. In: BITAR, O. Y. coord. Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo, **ABGE/IPT.** 1995, p. 31-57.

SILVA, Edson V. da. **Geocologia da Paisagem do Litoral Cearense:** uma abordagem ao nível de escala regional e tipológica, (Tese de professor Titular) UFC, p 217, 1998.

SOUZA, M. P. **Instrumentos de Gestão Ambiental: Fundamentos e Prática.** São Carlos. Ed. Riani Costa. 112 p., 2001.

SOUZA, Marcos J. N. de. **Geomorfologia e condições ambientais dos vales do Acaraú/Coreaú – Ceará.** (Tese). São Paulo: USP, 305p., 1981.

SOUZA, M.J.N. Contribuição ao Estudo das Unidades Morfoestruturais do Estado do Ceará. **Rev. de Geologia** v.1, ed. UFC. Fortaleza, p.73-91. 1988.

SOUZA, M.J.N. M. R. F. F. Análise geoambiental com aplicação de geotecnologias nas nascentes do riacho dos Macacos: bacia do rio Acaraú-Ce. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril INPE, p. 2161-2168, 2005.

SOUZA, A.A.; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R. Análise fisiográfica e morfoestrutural no reconhecimento de padrões de solos no município de Porto Velho, RO. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, INPE**, p. 6981 – 6985. 2000.

SOARES, F. M. **Classificação das paisagens na bacia hidrográfica do rio Curu/CE**, p. 233-249, 2006.

SOARES, F. M. **DIAGNOSTICO GEOAMBIENTAL DA BACIA DO LITORAL NO CEARÁ** - Revista de Geografia da UFC - Mercator, ano 06, número 11, p. 107-116, 2007.

STANFORD. J. P.; Ribeiro, A. G.; Barros, M. J. G. & Fonseca, R. A. **Geologia-Potencial dos Recursos Hídricos.** In: Projeto RADAMBRASIL. Folha AS. 24. Fortaleza. Rio de Janeiro: Ministério da Minas e Energia. 1981.

STORIE, R. Earl – Manual de Evaluación de Suelos – Primeira Edición – México, 1970.

SHIMBO, J.Z. **Zoneamento geoambiental como subsídio aos projetos de reforma agrária. Estudo de caso: Assentamento rural Pirituba II (SP).** 119p, Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2006.

SUGUIO, K.; MARTIN, L., **Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense**. In: International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary. SP, 55p, 1978.

OHARA, T., J. R. R., J. T. M. & N. R. C. **ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA REGIÃO DO ALTO-MÉDIO RIO PARAÍBA DO SUL E A CARTA DE APTIDÃO FÍSICA PARA A IMPLANTAÇÃO DE OBRAS VIÁRIAS**. Revista de Geociências (UNESP), São Paulo, 33(2-Suplemento), 173-182, 2003.

TUNDISI, J.G. T.V. L. N. **Semi-Árido Diversidade, Fragilidades e Potencialidades**, Edições Sobral, p. 194-212, 2006.

TRICARD, J., **Paléoclimats et terraces quaternaires**. CR- Sommaire de Seances, Societi Geologique de France Paris, 2002p., 1966.

VALÉRIO, FILHO M. **Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicados ao estudo integrado de bacias hidrográficas**. In: PEREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Ed.) Solos altamente suscetíveis á erosão. Jaboticabal: UNESP, FCA SBCS, 1994, FUJHARA, Alberto Kazutoshi. 2002.

VIEIRA, Vicente P.P.B. **Água Doce no Semi-árido**. In: **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2ª edição. São Paulo: Escritura Editora, p. 507-530. 2002.

VILELA, F. M. & C. SOUZA. “Uso de um sistema de informações geográficas para determinação do risco potencial de erosão dos solos da microbacia do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa, MG, baseado na Equação Universal de Perda de Solo”. **Anais da XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 2000**. Cd-rom.

VILLOTA, H. El sistema CIAF de clasificación fisiográfica del terreno. **Revista CIAF**, v. 13, n.1, p.55-70, 1992

VILLOTA, H. **Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras**. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2005. 184p.

WEILL, M.A.M. Estimativa de erosão do solo e avaliação do seu impacto na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP) através do índice de tempo de vida. Piracicaba, 1999. 100p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luíz de Queiroz”- Universidade de São Paulo.

ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Estado do Ceará. Ceará: um novo olhar geográfico. Edições Demócrito Rocha. Fortaleza, p. 127-140, 2005.

ZINK, A. Aplicación de la geomorfología al levantamiento de suelos em zonas aluviales y definicion del ambiente geomorfologico con fines de descripcion de suelos. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi; Subdirección Agrología, 1987, 176p.

ANEXOS

DESCRIÇÃO DE SOLOS E ROCHAS DA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO CEARÁ.



Perfil 1.

Localização: Guaraciaba do Norte-CE.

Altitude: 953 – 960m

Coordenadas – UTM 24M - 0298545 9542850

Situação e cobertura vegetal: situado no Planalto alto, representado por um complexo policíclico do desenvolvimento das paisagens paleo-fluviais, floresta subperenifólia (mata úmida).

Litologia: depósitos sedimentares paleo fluviais e eólicos e Grupo/Form. Barreiras

Drenagem: bem drenado

Uso atual: culturas de subsistência horti-fruticultura (café, milho, feijão, arroz)

Clima: úmido sub-úmido.

Descrição e coleta: Jairo Roberto Jiménez-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

He – 0 - 25 - Cor 10YR 4/1(cinzeno escuro)(S), 10YR 3/1(cinza muito escuro); plástico, pegajoso; argila/barroargilo-arenoso; presença de feldspato de grãos angulares e subangulares, quartzo de diferentes tamanhos, arredondados e angulares e subangulares, com cutã de argilo ferrans e hematans entre fraturas; fragmentos de carvão, grossos de 0,50 à 1,0cm subangulares a subarredondados (material para datação); ondulado, difuso.

He/Ccn – 30 - 40 – Cor 10YR 5/2 (bruno acinzentado)(S); 10YR 3/1(cinza muito escuro); plástico, pegajoso, horizonte com muita matéria orgânica; barroargilo -arenoso (matriz), dentro nódulos pequenos, médios e grandes (botroidais); horizonte dominado por nódulos concrecionários botroidais provindos da erosão das lateritas hematíticas dentro da amostra; cor 5R 3/2(vermelho escuro acinzentado) – 5R 3/1(cinzeno avermelhado escuro) e cores 2,5YR 6/8(vermelho claro); 5YR 7/8(amarelo avermelhado), material provindo de ambientes lateríticos, aparentemente de curta distância; irregular, difuso.

Ccn - 40-60 - Cor 10YR 6/2(pardo amarelado)(S), 5Y 6/1 e 6/2(cinzeno a cinzeno claro); úmido 10YR 4/2(Bruno acinzentado escuro); plástico, pegajoso; matriz barroargilo arenoso médio a grosso, dentro da amostra presença de arenitos, provavelmente da Formação Barreiras de cor 7.5YR 6/8(amarelo avermelhado), areias com granulometria fina, predominando formas arredondadas translúcida; laterita botroidais (areias tipo eólica) associada a pedaços de laterita angular de cor 10YR 7/2(cinzeno claro)(seca) com presença de blocos, barro argilo arenoso – cascalhento; cor 2,5Y 6/4(bruno amarelo claro); grande parte com seixos constituído por concreções de variados tamanhos subangular a angulares (3-7cm), de diâmetro arredondados a subarredondados, típicos de ambiente aluvionar, provavelmente da Formação Barreira, de arenitos praias, areias de diferentes tamanhos associadas com concreções férricas; ondulado, gradual.

Ab – Cor seco 2,5Y 5.5/4 (bruno olivaceo claro) (S), 10YR 4/2.5(bruno acinzentado escuro); barro silto arenoso, médio; plástico e pegajoso; presença de feldspato com e sem alteração, presença de quartzo com matéria orgânica, quartzo hialinos,

liminitização, presença de ferroargilans; croncreções angulares a subangulares, arredondadas a subarredondadas de diferentes tamanhos e presença de quartzo fume; presença de raízes muito finas; ondulado gradual.

2Biwf – Cor seca 7.5YR 8/4(rosa), cor interna variegada quando o material é quebrado 5YR 7/4(rosa), 2.5YR 6/6(vermelho claro) e externo 5 YR 6/4(bruno avermelhado claro)(S); apresenta freqüentes raízes (cor preta de fino a médio) de ambientes alagados superior; 7.5YR 8/6 (amarelo avermelhado) muito plástico e muito pegajoso; presença de areias límpidas heterogêneas muito finas translúcidas com quartzo de diferentes tamanhos, pouco quartzo limonitizados em mais de 50% do total presente o que indica vestígios de latossolização; irregular, difuso.

BCrwf – Cor 5YR 8/3(rosa)(S), com cores interna de 5YR 7/4(rosa) à 2.5YR 6/4(bruno avermelhado claro) e com características do similar ao horizonte superior; úmido 5YR 8/3(rosa), muito plástico e pegajoso; presença de areias límpidas heterogêneas muito finas translúcidas com quartzo de diferentes tamanhos, quartzo limonitizado em mais de 50% do total do presente, indicando a profunda latossolização pela que passou este material nesta região; irregular, difuso.

Crf – Cor 5YR 7.5/4 (bruno avermelhado); matriz interna 2.5YR 6/6 (vermelho claro) à 2.5YR 4/8(vermelho)(S); 7,5YR 8/2; 7,5 8/2(branco) cores interna da amostra, presença de material consolidado argiloso, muito plástico, muito pegajoso, argilo siltoso; irregular, difuso.

Rr – Cor 5YR 7.5/4 (bruno avermelhado); matriz interna 2.5YR 6/6 (vermelho claro), material consolidado.

Organossolo Saprico, Neossolico, Flúvico, Gleico, Concrecionário cascalhento, substrato Formação Barreiras Cambissolico Háplico Latossolico Paleoplíntito.



Perfil 2

Localização: Carnaubal (Ibiapaba)

Altitude: 920-929m

Coordenadas: 24M 0305763 UTM 9539625

Situação e cobertura vegetal: situado em planalto alto com evidências de uma paleo planície fluvial, floresta subperenifólia (mata úmida).

Litologia: depósitos sedimentares fluviais e eólicos, Holocênios/Pleistocênios ou anteriores.

Drenagem: bem drenado

Uso atual: culturas de subsistência horti-fruticultura (café, milho, feijão, arroz)

Clima: úmido sub-úmido

Descrição e coleta: Jairo Roberto Jiménez-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

Ap – Cor 7.5YR 7/2(cinza rosado)(S); 7.5YR 4/2 (bruno); areia barrenta $\pm 10\%$ de argila aproximadamente, não plástico, não pegajoso; bastante raízes, seixos de diferentes tamanhos, angulares; faces concrecionárias; feldspatos angulares a subangulares; alguns grãos limonitizados, feldspatos róseos com alteração de rósea, grãos de quartzo com material orgânico, tingido por húmus; pedaços de carvão, subangular e material orgânico(provavelmente de áreas lacustres carvão e matéria orgânica entre fraturas ondulado e claro.

Ab – Cor 10YR 5/3 (bruno)(S); 10YR 5/4 (bruno amarelado) barro arenoso grosso, feldspatos angulares, quartzo subarredondados a subangulares, ferriargilans, pedaços de laterita arredondados a subarredondados, associado à caulinição; quartzo com hematãns e faces de forma variada, herdadas das rochas ígneas e gnáissicas da região provavelmente parte da Formação Barreiras, presença de raízes finas. Irregular e gradual.

2BA(g) – Cor 2.5Y – 5.5/4 (bruno oliváceo claro)(S); 2.5Y 5/2(bruno acinzentado), areia barrenta média a grossa, cor do cimentante 2.5Y 6/6(amarelo olivaceo). Quartzo subarredondado a subangulares, com presença de ferriargilans entre fraturas retrabalhado e algumas goetans e organs, irregular, difuso.

Bi(g) – Cor 10YR 6/5(amarelo brunado)(S); 10YR 6/8(amarelo brunado), areia barrenta a barro arenoso; não plástico, não pegajoso; cimento 2.5Y 6/6(amarelo olivaceo); presença de quartzo heterogêneo; material fino variando de pequeno, muito pequeno, subarredondados, subangulares; angulares médio com cutículas de argilans e ferriargilans entre fraturas e entre estruturas, subangulares, angulares, com pequenos espaços preenchidos por material muito fino a médio, provavelmente de percolação em paleo planície de inundação.

3Ccn – 1-3m - Cor 5YR 6/8(avermelhado)(S), 5YR 5/8(vermelho amarelado), barro areno argilos; plástico, pegajoso; arenoso com concreções, quartzo subangulares a angulares heterogêneos, concreções laterita, tipo hematítico, arredondados a subarredondados de 0,5 a 1cm, quartzo angulares a subangulares, argilo/ferrans

recobrando, indicativo de ser a base de um paleossistema (B textural) antecedente e que fora truncado; irregular, difuso.

Ccn – 3-4m – Cor 5YR 6/8(amarelo avermelhado)(S), 5YR 5/8(vermelho amarelado), plástico, pegajoso; barro argilo arenoso médio; presença de lateritas botroidais associados quartzo subangulares a angulares de cor 5YR 6/8 (amarelo avermelhado); cor externa 5YR 7/8(amarelo avermelhado); 5YR 5/8. (vermelho amarelado); ondulado, difuso.

4Crf – Cor 5YR 6/8 (amarelo avermelhado)(S), 5YR 5/8(vermelho amarelado), plástico, pegajoso; barro areno argiloso médio a grosso; com presença de concreções de lateritas brotoideais, associados 5YR 6/8(amarelo avermelhado) a quartzo com recobrimento de ferriargilans, tamanhos heterogêneos cor externa 5YR 7/8(amarelo avermelhado), 5YR 5/8(vermelho amarelado) e subvolumes Fm – apresenta material endurecido da plintita, material cimentante, consolidado, rico em ferro, hematítico, presença de quartzo conglomerático, se deve a uma relaterização durante o terciário médio superior (sobre materiais da Formação Barreiras). Presença de rocha laterítica possivelmente inferior com espessura de 1 a 4m recobrando um material proveniente da erosão de granito gnaisses porfiríticos que dão (deram) origem ao arenito ferroginzado, que constitui a Formação Barreiras, denominada de 4crf. O perfil está recoberto por uma paleoturfa que recobre várias sequências e depósitos típicos de alta a baixa energia sendo que os de alta energia quando se depositaram causaram convulsões na massa fina dos depósitos de baixa energia os quais por sua vez encontram-se falhados, a paleoturfa apresenta concreções na base; contato abrupto.

Neossolo Flúvico, Cambissólico paleogleico, Paleo Argilúvico Concrecionário, substrato Formação Barreiras Paleo Petroplintico Concrecionário.



Perfil 7

Localização: Ibiapaba/Ipú

Altitude: 225m

Coordenadas: 24M 0318544 UTM 9526603

Relevo: planalto

Situação e cobertura vegetal: situado em planície alta, floresta mata úmida.

Litologia: granitóide alterado

Drenagem: mau drenado

Uso atual: culturas de subsistência horti-fruticultura (café, milho, feijão, arroz) e pastagem.

Clima: semi árido

Descrição e coleta: Jairo Roberto Jiménez-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

Obs: Argissolo com Latossolo (aparente) gravitacional, Ccn laterítico > 1,50m.

Ap (Bt) – antigo Bt (0-25) – Cor 5YR 5/4 (pardo avermelhado) (S); 5YR 4.6/3.5YR 3/3 (Pardo avermelhado escuro) 5YR 4/3 (pardo avermelhado); barro argilo arenoso grosso a muito grosso; ligeiramente plástico e pegajoso; domina argila caulinizada, pouca argila interestratificada saturados com óxidos de ferro; quartzo ferruginizados com argiloferrans, hematans; quartzo, subangulares a subarredondados; lateritas concrecionárias subarredondadas a subangulares finas; muito finas; hematitas subangulares, grande quantidade de material grosso, ferriargilans, material indicativo de formação de Bt em ambiente tropical, grãos de quartzo com matéria orgânica, podendo ser provinda de erosão de lago, quartzo peramidais, grande quantidade de grãos de quartzo com moldes de compressão provavelmente rochas ígneas metamórficas; traços de magnetita; massa com grãos de quartzo arredondados a subarredondados. Irregular, difuso.

Bt – 25-75 – Cor 2,5YR 5/6(vermelho)(S); 2.5YR 5/4 (pardo avermelhado), cutãs de ferriargilans entre faces verticais e horizontes, bem desenvolvidos; argilo arenoso fino a médio; muito plástico, muito pegajoso; domina argila com saturação de ferro, floclada provavelmente (1:1); quartzo angulares a subangulares; feldspato grande, como o anterior, originado do antigo lago; cutãs cor 2.5YR 4/4, matriz 2.5YR 5/6(vermelho). Irregular, difuso.

BCt – Cor 2,5YR 5/6 (vermelho)(S), cutãs 2,5YR 5/4, vermelho (2,5YR 4/6), barro argilo arenoso médio a grosso; pegajoso e plástico; composto por argila com saturação de ferro, floclada (1:1) provavelmente; quartzo angulares a subangulares; feldspato grandes em abundantes; contribuição de ambiente lacustre antigo. Irregular, difuso.

2BCrt – Cor 2.5YR 5/6 (vermelho)(S) 2.5YR 4/4 Bruno avermelhado escuro à 6/4 bruno avermelhado claro; maciço, muito duro quando seco; apresenta clayskin (cutãs 2.5YR 5/8 (vermelho); barro argilo arenoso médio; plástico, pegajoso; argilas flocladas provavelmente 1:1, conglomerático ferruginizado e argilizado; feldspato caulinizados; quartzos angulares a subangulares; com hematans e ferriargilans (pouco, estrutura nodular), quartzos piramidais com facetas, provavelmente originado de granito gnaisse, minerais opacos. Irregular, difuso.

Ccn – 150-220 – Cor 2,5YR 5/6(vermelho)(S), nódulos brotoideais (desagregação composição a mesma da amostra anterior granulometria e mineralogia); 2,5YR 5/8(vermelho); barro argilo arenoso médio; cimentado por ferruginização, mostrando agregação possivelmente por efeitos dos evaporitos e das águas alcalinas. Irregular, difuso.

Fm – > 220 - Cor 2.5YR 5/6 (vermelho) (S) - 10R ¾(vermelho escuro acinzentado), 7.5YR 7/8 (amarelo avermelhado) algumas partes com goetização, conglomerado poligonal, que recobre um granito gnaisse, porfirítico caulizado e que recentemente sofreu uma Bissialitização superimposta originando Montmorilonitas.

Nitossolo Háplico Distrófico Substrato Granitóides Paleo Petroplintico Neoargilizado.



Perfil 8

Localização: Ipú

Altitude: 212 m

Coordenadas: 24M 0305764 UTM 9539624

Relevo: colina (tectônico), ondulado.

Situação e cobertura vegetal: situado em planície baixa, floresta subperenifólia (mata úmida e seca).

Litologia: granitóide alterado

Drenagem: mal drenado

Uso atual: culturas de subsistência horti-fruticultura (café, milho, feijão, arroz), pastagem.

Clima: semi-árido

Descrição e coleta: Jairo Roberto Jiménez-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

A/C – 0-40 – 5YR 5/8(vermelho amarelado)(S), 5YR 6/3 (pardo avermelhado escuro); argilo arenoso, muito grosso; plástico, pegajoso; presença de areia quartzosa, nódulos (botroidais) de curta distância, laterita com grãos de quartzo angulares a subangulares, presença de hematita transformando-se em goetita (cor amarela), quartzito conglomerático, presença de feldspato, granito gnaiss, biotítico, horblendico, vermiculitizados, amarelo; presença de areia de praia sedimentada com nódulos truncados de laterita vermiforme, plano paralelo; cascalheira regolítica (laterítica) com presença de seixos de quartzo leitoso, seixos lateríticos retrabalhados, grãos heterogêneos, aparentemente deposicional, plano paralela; abrupto, ondulado.

Ab/C – cascalhento plintico. Abrupto, ondulado/quebrado.

2Btvg/2Crvg – Cor 2.5Y 8/3 (amarelo pálido)(S); granito gnaiss, feldspato preservados, quartzo angulares a piramidais, ferriginação anterior, cor rosa residual; gnáissico, presença de veios de quartzo fumê (indicativo de metamorfismo) pardo esverdeado claro (2.5Y 5/3), vértico, gleizado; por vezes apresenta-se na superfície exumado originando os Litossolos cascalhentos vermelhos com matriz argilosa; muito plástico, muito pegajoso; com resquícios de estrutura preservada dos conglomerados/brechas conglomeráticas silicificadas e ferruginizadas. Presença de veios de feldspato e quartzo já caulinizados ou vermiculitizados (micas)/hidromicas, muito argiloso.

Neossolo Flúvico Regolítico, Substrato Brecha Conglomerática Petroplintica, Substrato Gnaiss Gleico Paleoplintico.

Neossolo Regolítico Conglomerático Cascalhento Petroplintico (Laterítico) Substrato Gnaissico Paleoplintico.



Perfil 9

Localização: Ipú-CE.

Altitude – 220m

Coordenadas: 24M 0318544 UTM 9526603

Situação e cobertura vegetal: situado em planície baixa, carrasco, mata seca, mata úmida

Litologia: granitóide alterado (gnaisse milonitizados).

Relevo: colinas constituídas por blocos piramidais (facetas triangulares).

Uso atual: culturas de subsistência restrita

Clima: úmido, subúmido, semi-árido

Drenagem: mal drenado

Descrição e coleta: Jairo Jiménez-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

Ap/Bt – Cor 10R 5/8(vermelho)(S), vermelho (10R 4/8); cutâns de argila (aprox. 2%), ferriargilans por faces verticais e horizontais dos prismas; argilo arenoso médio a grosso; plástico, muito pegajoso; grãos de quartzo angulares, subangulares a subpiramidais com cutículas de ferriargilans e micro agregados de argila formando blocos subangulares a subarredondados, recobrando quartzo subangulares, feldspato caulinizados; presença de clayskin (nítico), trata-se de um antigo horizonte plintítico com neoargilização em ambiente tropical, subúmido. O caráter nítico definido pela presença de clayskin no plintito do P7.

Crf – Cor 10R 4/8(vermelho muito escuro acinzentado) – 5YR 6/8(amarelo avermelhado)(S) gnaisse alterado; 10R 3/4 (vermelho escuro acinzentado) 5YR 5/8(vermelho amarelado) gnaisse milonitizado, caracterizando a plintificação vermiforme com matriz avermelhada e canalículos claros de caulinização/gibbsitização, típica da ação climática tropical do terciário inferior/médio.

Fm – Petroplintito ou laterita com presença de quartzo do conglomerado alguns apresentando alteração. Similar ao substrato Gn do P10 (Plintossolo Petrico).

Crf/Fm – 10R 4/6 – 3/6 (vermelho a vermelho escuro) (S) matriz, dominante vermelho (antiforme), veios (10% a 15%), 2.5Y 8/4(amarelo pálido por interfraturas), cutâns 2.5Y 7/2 (cinza claro) tipo de gleização superimposta as cores 10R 3/6(vermelho escuro) correspondendo a ferriargilans, gleização provavelmente de condições de alagamento mais moderno, canalículos de cor 5YR 8/4(amarelo pálido), substrato Gn – migmatítico plintificado.

Obs: Antecede aos perfis 8 e 10(Bt) vestígios de Bt = 9, presença de clayskin, métrico indicativo de falhamento moderno (horizonte B). com domínio coluvionar por vezes angulares, quartzito leitoso com discordância e laterita concrecionária cascalhenta dos metaconglomerados, em decomposição que avança atingindo o gnaisse.

Nitossolo Vermelho Escuro Paleo Plintico cascalhento

Nitossolo Vermelho Distroferrico/Eutroferrico Regolitico Cascalhento, Substrato Gnaissico Milonitico Paleoplintico/Petroplintico Paleovertico Gleico.

Neossolo Flúvico Regolítico Cascalhento Substrato Brecha Conglomerática Laterítica/Petroplintica.

Argissolo Vermelhos Eutroferricos/Ta Distróficos Substrato Gnaisse Milonitizado.

Vertissolo Hidromórficos Órticos Substrato Gnaisse Miloniticos.



Perfil 10

Localização: Ipú (Descida da serra).

Altitude – 210m

Coordenadas: 24M 0319275 9528335

Relevo: colinoso, blocos piramidais, canais de erosão (plintificado, erosão fortemente direcionada em canaliculos).

Situação e cobertura vegetal: situado em planície baixa, carrasco, mata seca, mata úmida

Litologia: granitóide alterado, gnaiss, laterita.

Uso atual: culturas de subsistência restrita (arroz, feijão)

Clima: úmido, subúmido, semi-árido

Drenagem: mau drenado

Descrição e coleta: Jairo Roberto Jiménez-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

Obs: Solo vermelho laterizado e cinza esverdeado gnaiss laterítico, vertico gleizado, partes altas Nitossolo vermelho escuro, colinas médias e altas recobertas por vermelho erodido, Gleissolo nas depressões, provavelmente área de antigos arrecifes, sambaquis, aproximadamente 3000 à 4000 anos provavelmente passou por um ambiente marinho.

A/Cg – 0-60 – Cor 10YR 6/2 cinza pardo e 10YR 6,5/3(S) pardo pálido, pardo muito pálido interstratificado, úmido 10R 5/6 (vermelho), ferriargilans; argilo arenoso grosso; muito plástico, pegajoso a muito pegajoso; interstratificado, argila expansiva 2:1 muito solúvel em água e aquela que floccula normalmente corresponde as argilas 1:1, CTC alta a média; presença de grãos de quartzo angulares a subangulares, feldspato de transporte curto, micas pretas (vermiculizadas), concreções subangulares a subarredondadas (botroidais), transporte de fonte provavelmente de gnaiss, feldspato alterado com matéria orgânica; estrutura maciça, quando rompe, blocos subarredondados medianos, finos a médios e grossos.

O desenvolvimento estrutural predominante é médio e mediano a forte. Características especiais: seixos de 1 a 2cm subarredondados a subangulares de quartzito; carvão de formas subarredondadas a subangulares, grãos de quartzo angulares placoides, podendo ser de quartzitos; claro/abrupto, ondulado. Presença de feldspato alterados de cores 2.5YR 6/6(vermelho claro), apresenta micas, biotitas já vermiculizadas com cores amarelas brilhantes 10YR 6-5/8, amarelo brunado a bruno amarelado; os grãos de quartzo bipiramidal e subangulares correspondem a material metamórfico do gnaiss.

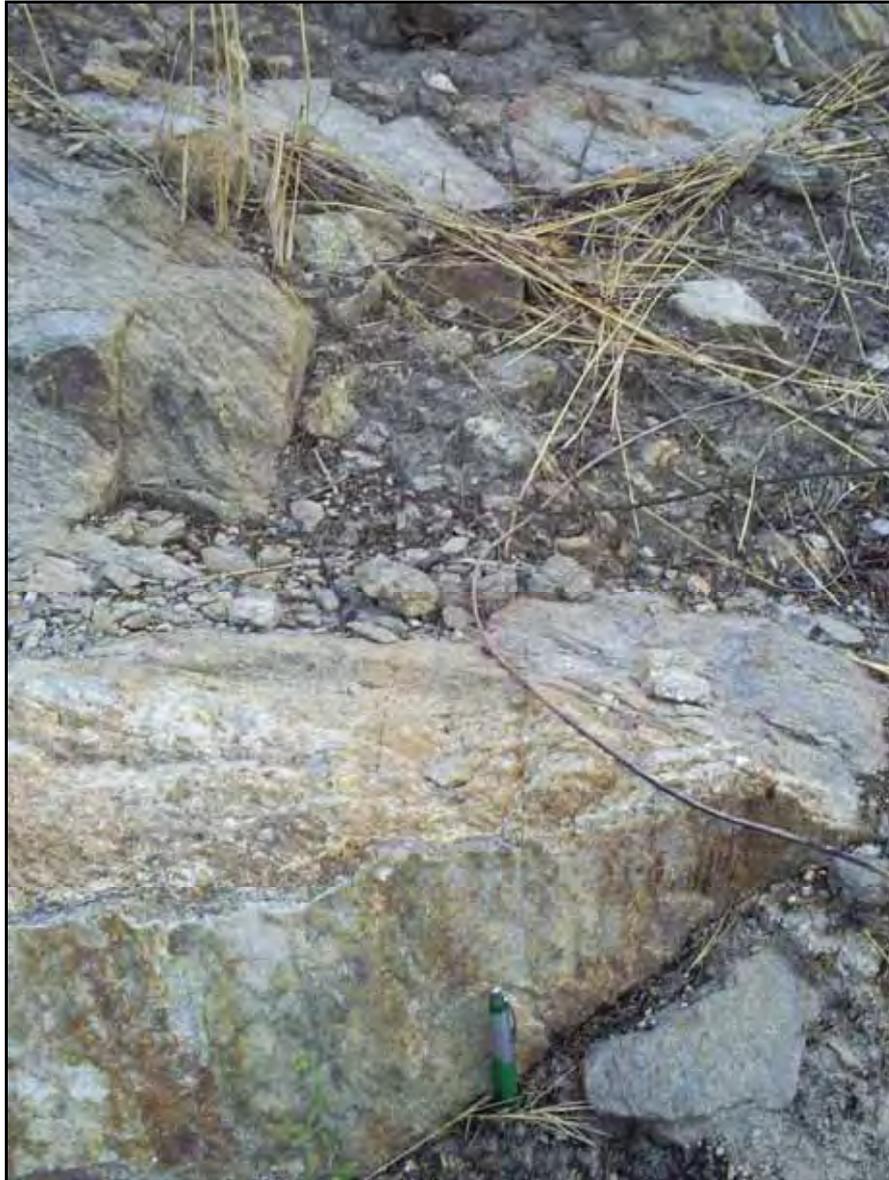
2Bg – 60-2m- Cor 7.5/4(pardo pálido)(S);10R 5/6 (vermelho); barro argilo arenoso médio; grãos de quartzo lípidos e com face de compreensão, alguns minerais opacos

residuais; barro maciço que rompe em blocos subarredondados, limite irregular/quebrado, claro.

Crf – 2-3m – Cor 10R 5/6 – 8 (vermelho) entre 10R 4/4 (vermelho acinzentado); matriz 5YR 7/4(rosea) e neocutans muito grossos, 5YR 8/1 (branco), 2.5Y 6/4 (pardo amarelado claro)(S); 2.5Y 4/2 (pardo acinzentado escuro), retrognaisse em médio gleizado; argilo arenoso médio a grosso; muito plástico, muito pegajoso; feldspato caulinizado; quartzo angulares a bipiramidais a piramidais, partículas de quartzo fumé, facetas (pela compressão da grande maioria), muscovita vermiculizada, feldspato preservado, quartzo com cutículas de ferriargilans, típicos de material gnaissificado. Paleo-Plintito do gnaisse com retrogenese em ambiente anaérobico.

Crg – 5-10m – Cor 5Y 8/1.5 (branco)(S), gleizado, matriz cor residual 7.5YR 8/6 (amarelo avermelhado); 7.5YR 5/8 (bruno forte), cutans argilo ferrans, todos estes materiais recobertos por neoretrogênese gleica 2.5Y 6/2 (cinza pardo claro) cor penetrativa entre fraturas e planos de contato entre os feldspatos e esses componentes micaceos, dando aparência plano paralela (orientação do gnaisse) mostrando um material que deve apresentar na sua constituição argilo minerais caulinizados dominantes, com desenvolvimento de interestratificados aparentemente das esmectitas com montmorilonita desenvolvida a partir da caulinita; plástico, muito pegajoso; argila arenosa a grossa; constituída por feldspato e quartzo, argilas floculantes (gnaissico) retrogênese, saturação submersa anaeróbicas (calcio, magnésio, ferro), feldspatos preservados retangulares, feldspato angulares (provavelmente clivados), 5YR 7/8(amarelo avermelhado), feldspato cristalinos grandes, feldspato caulinizados com ferriginização e cutans argilans, quartzo angulares, estrias clayskim, quartzo pequeno.

Neossolo Flúvico Gleico, Substrato Granito Gnaissico Paleoplíntico Neobissialitizado.



Perfil 11

Localização: CE 257

Coordenadas: 24M 0327165 UTM 9533867

Altitude: 179m

Relevo: ondulado (falhas e fraturas)

Situação e cobertura vegetal: situado em planície baixa, carrasco, mata seca, mata úmida

Litologia: Metaconglomerado/Ortognaisse, latolizado profundamente durante o terciário médio/superior (Mioceno médio a Plioceno médio) processo de bissialização muito marcante durante o Plioceno ½ no Pleistoceno ½.

Drenagem: moderadamente bem drenado

Uso atual: culturas de subsistência restrita

Clima: semi-árido

Descrição e coleta: Jairo Roberto Jimenéz-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

Ap – 0 – 20cm; Pardo muito Pálido (10YR 8/4), Pardo Acinzentado(10YR 5/2), Oliva pálido (5Y 6/3), cascalhento; seixos de quartzo (leitoso) e quartzito, feldspatos angulares e subangulares, grandes; quartzos angulares e subangulares. Concreções de lateritas e plintitos vermiformes de diversos tamanhos; irregular/quebrado e difuso.

A/Crg cascalhento - quartzo angulares subangulares, feldspatos, angulares a subangulares, caracterizado por processo de melanização devido à alteração da matéria orgânica da superfície de 20 – 40cm, podendo ser beideilita ou nontronita (argila expansiva), Fe ⁺⁺. Irregular, difuso.

Fm – 20/70 Vermelho (10R 5/5), Roseo (7.5YR 8/4), amarelo avermelhado (7.5YR 7/8); Petroplintito silicificado em desagregação por efeitos da mudança climática do Plio Pleistoceno ½ e da alcalização que causou bissialitização superimposta e silificação desta laterita, assim como a posterior influência das mudanças mais recentes que vem ocasionando reações como a ferrolisis e com isto uma desagregação em meio alcalino das lateritas/petroplintitos, desenvolvidos nos metaconglomerados pré cambrianos da Grupo Serra Grande.

Obs:O material aparentemente com concreções retrabalhadas de um plintito. Terciário médio superior, Mioceno médio a Plioceno médio; bissializado.

Neossolo Litólico Gleico Concrecionário Cascalhento Substrato Paleo Petroplintico metaglomerático.



Perfil 12

Localização: Descida da serra da Ibiapaba

Similar ao perfil 11, um pouco mais baixo no escalonamento da paisagem.

Coordenadas: 24M 0327165 UTM 9533867

Altitude: 179/176m

Relevo: ondulado

Situação e cobertura vegetal: situado em planície baixa, mata seca, mata úmida

Litologia: Met aglomerado/Ortognaisse, latossolizado profundamente durante o Terciário médio/ superior (Mioceno médio a Plioceno médio).

Drenagem: moderadamente bem drenado

Uso atual: culturas de subsistência restrita

Clima: semi-árido

Descrição e coleta: Jairo Roberto Jiménez-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

A/Btw (Fm) 0 – 1 m; – 2.5Y 5/2 (Pardo acinzentado)(S); amarelo (2.5Y 7/6); 2.5YR Pardo acinzentado (10cm); 2.5YR 4/2 (Pardo avermelhado), matriz Btw, 10R 3.5/6 (vermelho escuro a vermelho); barro argilo arenoso; muito plástico, muito pegajoso; cutâns de argila > 2%; quartzo translúcidos, angulares a subangulares; feldspatos caulinizados e feldspato arredondados de 1 a 5cm, subarredondados; caulinita com transformação para beidelita /nontronita, associada a ferro (argilo intergrade); cutâns de ferriargilans; presença de pedoreliquios; laterização incipiente, residual com antigas bandas de 2-3cm, muito grosso; argila associada a sesquióxidos. O solo quando lavado apresenta grumos, material de origem provavelmente de paleoambiente tropical subtropical quente úmido.

2Crf/Fm – 1-2m – 10R 5/5 (vermelho)(S), 7.5YR 8/4 (roseo), manchas de plintificação de 7.5 YR 7/8 (amarelo avermelhado) recoberto por cutâns de 10YR 7/3 (pardo muito pálido), 10R 3.5/6 (argila intergrade); barro argilo arenoso; não plástico, não pegajoso; feldspatos de 1cm, angulares a subangulares; quartzo angulares a subangulares com cutâns de ferriargilãns. Material com características de influência de processo de regressão e transgressão marinha, caracterizando origem retrogênese bissialítica (2:1) de ambiente anaeróbico recente, aproximadamente 10/20 ka; irregular, abrupto/claro.

Rrfv – 3-5m (ortognaisse), gnaisse com quartzo leitoso, deformados subangulares, angulares, biotita, transformando-se em vermiculita, feldspatos caulinizados e retrogêneses originando beidelita/nontronita, influência do afogamento provavelmente durante o processo de regressão e transgressão marinha. Irregular, difuso.

R/Rr - Milonito/ultramilonitos de biotita-horblenda granito gnaisse falha Sobral/Pedro II.

Obs: similar ao Perfil 11, laterita que apresenta plintito/falhado gnaisse ortognais N15W/espessura dos mantos de 3/5m.

Neossolo Flúvico Pouco Húmico, Pseudogleico Conglomerático Concrecionário Cascalhento, Substrato metaglomeráticos Paleo Petroplintico, Gnáissico Mono-bissialítico nas partes altas. Já em outras áreas desta paisagem apresentam-se como Argissolo Vermelho Cascalhento Concrecionário, Substrato Metaconglomerados biotita horblenda granito gnaiss, Paleo Petroplintico e caulinitico, com retrogeneses bissialítica que pode ser classificada quando exumado como os antigos Brunos não cálcicos vérticos ou Vertissolos Bruno não cálcicos.



Perfil 13

Localização: Santana do Acaraú-CE.

Coordenadas: 24M 03064711 UTM 9612568

Altitude: 53m

Relevo: ondulado (tectônizado).

Situação e cobertura vegetal: situado em planície baixa, carrasco, mata seca, mata úmida.

Litologia: cobertura laterítica, sobreposta a gnaiss.

Drenagem: mal drenado

Uso atual: culturas de subsistência restrita

Clima: semi árido

Descrição e coleta: Jairo Roberto Jiménez-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

A/Cr - 0 – 60 – Brecha de falha granito gnaiss. Irregular, difuso.

Obs: Rocha espelho de falha, alto estrutural verticalizada, domina morfogênese sobre pedogênese (Neossolo Lítico).

Rr - 70 – 1m – Brecha melonítica de granito gnaiss.

Obs: Neossolo Lítico de Granito Porfiritico, contato lítico, Neossolo Lítico ou saprolítico, Pseudogley típico de ambiente mau drenado, área submersa. Espelho de falha; alto estrutural com domo da morfogênese sobre pedogênese.

R/Fmq- Brecha conglomerática laterizada e silicificada (ferrica)

- Biotita gnaiss pegmatítico 10YR 8/2 (pardo muito claro acinzentado), feldspatos, banda de pegmatito com orientação de micas, muscovitas, associadas a lentes quartzíticas 10Y 4/2 (oliva acinzentado); milonito de biotita horblenda gnaiss, 5R 5/4 (vermelho moderado) 10R 5/4 (vermelho moderado), 10R 2/2 (vermelho muito ferruginizado).

Obs: Conglomerado com laterização, associações de pegmatito, gnaiss, xisto.

Neossolo Lítico Pseudogleico Substrato Ultramilonito de Granito Porfiro, Paleopetroplintico.



Perfil 15

Localização: Amontada – CE.

Coordenadas: 24M 0364617 UTM 9615000

Altitude: 62m

Relevo: Plano

Situação e cobertura vegetal: situado em planície baixa,

Litologia: gnaiss, xisto conglomerático, seixos conglomeráticos alterado sobre gnaiss.

Drenagem: bem drenado

Uso atual: culturas de subsistência

Clima: sub úmido semi árido e seco

Descrição e coleta: Jairo Roberto Jiménez-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

A - 0 – 15/20 - cascalhos da decomposição dos conglomerados lateríticos presentes na região; irregular, difuso.

Ab/Cg – 15/20 – 50/80 - 10YR 5/2.5 (Pardo à pardo acinzentado) (S), 5YR 3.5/3 (pardo avermelhado escuro a pardo avermelhado), barro areno argiloso cascalhento; plástico, não pegajoso; quebra em blocos (seixos); cascalho > 4mm, seixos angulares, subarredondados alterado; quartzos fumê, quartzo transparente, quartzo com argilo ferrans ou ferriargilans, quartzo arredondados a subangulares (10 a 15% de finos), quartzito ferruginizado, indicativo de ambiente laterizados próximos, liminotização, erosão da segunda laterização, areias médias laterizadas fontes de ambiente laterítico, concreções muito finas, arredondadas a subarredondadas, transporte longo; irregular,difusa.

C –50/80 – 1,80m – Material de seixos de variados tamanhos (5 a 10cm) com quartzito ferruginizado, alguns com corrosão (ambiente mais alcalino) e seixos quebrados, base aluvionar; irregular/quebrado claro.

2Crf – Brecha conglomerática laterizada em processo de ferrolisse (forte) seixos com cutãs ferruginizado com alguns pontos de laterização residual. Gradual/difuso, irregular.

Fm – Plintito/Petroplintico

Rr – 5R 5/4 (vermelho moderado), 5YR 3.5/3 (pardo avermelhado escuro a pardo avermelhado), Gnaisses Biotita-Horblenda.

Obs: Ap e A/C de origem colúvio aluvionar (dominante) quando seco, coeso, feldspato e quartzo com cutãs organo argilans (frequentes) escuro.

Pré cambriano, Metaconglomerados, Gnaisse Biotítico, conglomerado alterado sobre o gnaisse.

Cobertura Neossolo com presença de material fluvio marinho préterito. Granito porfirítico migmático

**Neossolo Flúvico Marinho Gleico, Substrato Granito Porfírico Migmatizado
Paleo Petroplintico.**



Perfil 16

Local: Município de Itapipoca

Coordenadas: 24M 0409897 UTM 9626962

Altitude: 62m

Relevo: plano

Situação e cobertura vegetal: situado em planície baixa, complexo vegetacional da zona litorânea.

Litologia: depósitos sedimentares eólicos, fluviais e marinhos.

Drenagem: mau drenado

Uso atual: culturas de subsistência horti-fruticultura (arroz, feijão, melão, caju, acerola), indústria (sucos).

Clima: úmido a subúmido

Descrição e coleta: Jairo Roberto Jiménez-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

Ap/Cg – 0 – 30/45 – 7.5YR 6/4 (pardo claro)(S), seixos de laterita e concreções de xistos; 10R 4/3,5 (vermelho claro), barro argilo arenoso grosso concrecionário; não plástico, não pegajoso; mica muscovita, vermiculitizada. Irregular,difuso.

A/Cg – 30/45 – 70 – 10YR 6/3.5 (pardo palido a pardo amarelado)(S); barro arenoso cascalhento; não plástico, não pegajoso; micas, vermiculitizadas; irregular,difuso.

2Brt/Crt – 0,70 – 1,50m - 7.5YR 6/4 (pardo claro)(S), vermelho claro (10R 4/3.5), não plástico, não pegajoso; estruturas nodulares geradas peloas dobras intraformacionais dos xistos. Irregular/quebrado, difuso.

Obs: arenito Acaraú, Aracatiaçu estrada para Itapipoca áreas com barras estuarinas e lagoas estuarinas, com dominância das palmeiras e matéria orgânica. Planossolo Vértico, aparentemente muito recortado pela planície marinh.

Planossolo Háptico Salico Vértico



Perfil 17

Localização: Umirim (CE)

Coordenadas: 24M 0463475 UTM 9594108

Altitude: 86m

Relevo: planalto alto (falha), planalto muito baixo.

Situação e cobertura vegetal: situado em planície baixa (carnaúba/caatinga).

Litologia: xistos, conglomeráticos, conglomerado alterado sobre gnaisse.

Drenagem: drenado

Uso atual: culturas de subsistência (arroz, milho), pastagem.

Clima: sub úmido semi árido e seco

Obs: Granito porfiritico migmatito

Descrição e coleta: Jairo Roberto Jiménez-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

Ap/Cg – 0 - 30/45 – 7.5YR 6/4(Pardo claro)(S), seixos de laterita e concreções de xistos; vermelho claro (10R 4/3.5), não plástico, não pegajoso; mica muscovita, vermiculita, areias com quartzo, angulares a subangulares, arredondados, quartzo com cutãs de ferroargilãs, argilo hematans; concreções de diferentes tamanhos, muito fina à muito grossa; quartzo com argilo organs; fragmentos de materia orgânica bem arredondados; mica muscovita vermiculitizada de diferentes tamanhos; barro argilo arenoso grosso concrecionário.irregula,gradual.

2Cr – 2,5 - 6m – Xisto ferruginizado, cores 7.5R 4/6 (vermelho), 7.5R 5/6 (vermelho), 10YR 6/6 (amarelo pardo), 5R ¾ (vermelho ferrugem), cutãs de argilo hematãs frequentes.

R – Gnaisse Porfiritico associado a xistos e quartzitos migmatizados. Gradual/irregular.

Obs: Relevo falhado, solo avermelhado, xisto, alto estrutural substrato Neossolo regolítico gleico (2-5m), substrato micaxisto, biotita, gnaisse plintificado. Material plintico. Semi áridez acentuada.

Neossolo Regolítico Gleico Substrato Micaxisto Biotita Gnaisse Paleo Plintitico.



Perfil 1 (LP1)

Localização: Acaraú-CE.

Altitude: 15 m

Coordenadas: 24M 389502 UTM 9680898

Relevo: plano a suave ondulado

Situação e cobertura vegetal: situado em planície baixa, complexo vegetacional da zona litorânea.

Litologia: depósitos sedimentares eólicos, fluviais e marinhos

Drenagem: bem drenado

Uso atual: culturas de subsistência fruticultura irrigada (melão, mamão, cajueiros); carcinicultura, parque eólico.

Clima: seco sub úmido

Descrição e coleta: Jairo Roberto Jiménez-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

(Duna fixa, nordeste para sudoeste, tipo barcana a parabólica, solo arenoso com gretas sedimentadas e de cores cinza claro a cinza escuro, eolitos).

Ap - 0 – 20/30cm - 2.5Y 7/4 (Amarelo pálido)(S); 2.5Y 5/4(Pardo oliva claro) areia média/grossa; firme/muito firme; dura; não plástico, não pegajoso; presença de quartzo angulares/subangulares, subarredondados/arredondados (ventifatos), comuns; feldspatos róseos (5YR 7/4), angulares, transporte de curta distância; eflorescência de carbonatos com forte reação ao HCl, cimentação intensa de partículas de areia, microagregados irregulares, matéria orgânica. Originária de áreas estuarinas; contato claro, ondulado.

2Bi - 30/40-50 - Amarelo (2.5Y 8/4)(S), pardo acinzentado (2.5Y 5/2); barro argilo arenoso; muito firme, extremadamente firme; muito plástico, muito pegajoso; maciço que se desfaz em blocos subangulares médios/grandes; quartzo grosso, angulares, médios subangulares e pequenos de formas variáveis, dominando os subangulares e angulares; pedorelitos de mangue angulares, subangulares, de solos vérticos melânicos, de plintitos; quartzo típico dos materiais cristalinos (granitos, gnaiss) originados dos próprios cristalinos e/ou dos sedimentos retrabalhados da Formação Barreiras, pouco transporte, similares ao Ap, cimentados por argilas 2:1, cores amarelas indicativas da residência relativamente recente das águas do nível freático; claro, ondulado.

3C – Pardo muito pálido (10YR 7/4)(S), pardo pálido (10YR 6/3); areia grossa a muito grossa; muito duro, não plástico e não pegajoso; muito firme; quartzo angulares a subangulares e subarredondados eólicos (ventifatos), comuns; feldspatos angulares a suangulares e subarredondados; presença de conchas; micas muscovitas freqüentes provindas provavelmente do granito gnaiss da região; magnetita subarredondadas e arredondadas finas e médias provindas de fontes mais distantes; também abundante matéria orgânica, subangulares a arredondadas transporte mais intenso, cimentação com carbonato de cálcio reação forte ao HCl, origem aportes de mangue, características similar ao Ap.

4CrF – Rosa (7.5YR 8/3.5) (S), rosa (5YR 7/3.5); areia barrenta, não plástica e não pegajoso; muito friável; contém < 10% argila oxidica (associada ao Fe⁺⁺⁺) indicando ser testemunho da antiga latossolização em ambiente tropical úmido e bem drenado, sendo soterrado por sedimentos flúvio marinho eólico e em alguns locais encontra-se aflorando na superfície e constituindo por quartzo subangulares, subarredondados, médios a grossos sendo estes últimos mais ferruginizados, entretanto apresenta agregados de material orgânico possivelmente de aportes de mangues de curta distância

e possivelmente material da formação barreiras a qual mostra processos de caulinição, ferruginização e algumas porções/áreas de laterização, trata-se de um plintito do terciário médio superior (Mioceno 1/2 a Plioceno 1/2), ligeira coesividade devido à ferruginização.

OBS. Material origem cristalina que geraram ambientes flúvio marinhos de planícies e estuários (barras) com sedimentos eólicos, barras fixas (longitudinais/barcanas/parabólicas). Nordeste para sudoeste, presença de lagoas interdunares.

Neossolo Flúvio Marinho Eólico Espissarênitico de Barra Estuarina, substrato Formação Barreiras Paleo Plintico.

Neossolos Espassarenico Marinho/Neossolo Flúvio Marino Quartzarênico.



Perfil 2 (LP2)

Localização: Acaraú

Altitude: 28 m

Coordenadas: 24M 389383 UTM 9680327

Relevo: Suave ondulado

Situação e cobertura vegetal: situado em planície baixa, complexo vegetacional da zona litorânea.

Litologia: depósitos sedimentares eólicos, fluviais e marinhos.

Drenagem: bem drenado

Uso atual: culturas de subsistência fruticultura irrigada (melão, mamão, cajú);
carcinicultura

Clima: seco sub úmido

Descrição e coleta: Jairo Roberto Jiménez-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

Ap – 0-10 - Cor cinzento (5YR 5/1)(S); cinzento muito escuro (7.5YR 3/1), muito friável; não plástico e não pegajoso; arenoso; presença de quartzo angular, subangular (fluvial), subangulares a subarredondados eólicos, comuns; feldspatos angulares, indicando curta distância; bastante matéria orgânica; apresenta material turvo, quando em água. Claro/ abrupto, ondulado.

2 A/C (C/A) - 30 - 40 — Bruno claro acinzentado (10YR 6/3)(S); cinzento escuro(10Y 4/1), maciço; solto, muito friável; não plástico e não pegajoso; arenoso médio a fino; em água muito turvo, com 5% de finos argilo minerais 2:1 ou intergrades; quartzo subangulares, angulares de curta distância (fluvial), subarredondados eólicos, comuns; muito ferro, muita matéria orgânica, ambiente provavelmente paleo fluvio marinho de fluxo e refluxo de maré, poucos feldspatos; muitas raízes mortas de diferentes tamanhos e diâmetros (dunas parabólicas). Claro/abrupto, irregular.

C/A – Trata-se do subvolume dentro do 2 A/C - 30 – 50 - Bruno claro acinzentado (10YR 6/3)(S), bruno acinzentado (10YR 5/2), arenoso fino/médio; maciço; solto; não plástico e não pegajoso, solto; quartzo subangulares à subarredondados flúvio marinho eólico dominando este último, laterita concrecionário, hematítica bem arredondados; restos de matéria orgânica freqüentes alguns de fluxo refluxo; abrupto/ claro, ondulado.

C – 80-100 –Cinza claro pálido (2.5Y 7/2.5)(S); pardo acinzentado (2.5Y 5/2); maciço; areia barrenta média a fina, dispersão finos 10% aproximadamente; pouca matéria orgânica; não plástico e não pegajoso; areia média a grossa; quartzo domina subangulares à angulares e hematitas brilho metálicas, subarredondadas a arredondadas(transporte distante, quartzo fosco provavelmente proveniente de gnaisses e/ou Formação Barreiras, pouca mica e muscovita; abrupto, ondulado.

3A/C - 80-100 -Pardo amarelado (2.5 6/3.5)(S); pardo amarelado a pardo amarelado claro (10YR 5.5/4), arenoso, areia barrenta, -10% argila; não plástico e não pegajoso; solto; quartzo subangulares, subarredondados; presença de grãos de carvão angulares a subangulares, indicando curta distância; hematita subarredondadas a arredonda ; abrupto, ondulado.

Obs: Material pardo avermelhado dominante, barras estuarinas.

4C₃ - > 1,5m – Cor amarelo pálido (2.5Y 8/2)(S), quartzo médio a grosso, arredondado a subarredondado, subangulares possivelmente Formação Barreiras, caulinizado, argila intergrade caulim e (2:1); Cor úmido 2.5Y 7/2, areia barrenta; menos de 10% do material é argila e desse 10%, 40% límpido e caulinitico e o restante é intergrade; argila expansiva, quando lavado a argila mais grossa permanece na solução; contém quartzo subarredondados a subangulares médios a finos, presença de grãos de carvão angulares a subangulares. Possivelmente da planície flúvio-marinha.

Rr/Crf – Arenito, cor pardo muito pálido (10YR 8/2.5)(S), apresenta vestígios da latolização; rosado (5YR 7/4), arenito fino/muito fino, estratificação plano paralela e estratificação de baixo porte, a plano paralela apresenta bandas de argila caulinitica/gibbissita muito freqüente. Formação Barreiras.

Obs: Material muito humidificado de cor pardacenta em todo seu sistema.

Neossolo Regolítico Eólico - flúvio -marinho, Paleo Estuarino, Eólico, Substrato Formação Barreiras Paleo Plintico.



Perfil 3 (LP3)

Localização: Cruz

Altitude: 10 m

Coordenadas: 24M 0372845 UTM 9677117

Relevo: planície marinha

Situação e cobertura vegetal: situado em planície baixa, complexo vegetacional da zona litorânea.

Litologia: depósitos sedimentares eólicos, fluviais e marinhos.

Drenagem: bem drenado

Uso atual: piscicultura e carcinicultura.

Clima: seco sub úmido

Descrição e coleta: Jairo Roberto Jiménez-Rueda, Simone F. Diniz, Licurgo Nakasu.

Ap – 0 - 10/20 – Pardo acinzentado (2.5Y 5/2)(S), cinza escuro (2.5Y 4/1), argila dispersa abundantemente em água indicando conter 50 a 60% de argila expansiva; muito plástica, muito pegajoso; extremamente duro, presença de carvão angulares a subangulares, quartzo subangulares a subarredondados, translúcido muito fino, argila 2:1, forma complexa de argila húmico (cor preta quando úmida), material maciço que rompe em blocos subangulares, slickenside (superficiais de ficção) sistema de fraturamento regional. Contato gradual, ondulado/quebrado.

Bvt/g – 80-100 – Cinza escuro a cinza (7Y 4.5/1)(S), cinza escuro (5Y 4/1), estrutura prismática, slickenside, material muito duro a extremamente duro; muito plástico, muito pegajoso; extremamente firme; quartzo translúcido angulares a subangulares, muita matéria orgânica humidificada que aumenta a reação com água oxigenada (> M.O. Slickenside Humificada).

3Cvg – 80-100 – Cinza escuro a cinza (7Y 4.5/1)(S), cinza escuro (5Y 4/1), estrutura prismática, slickenside, material muito duro a extremamente duro, muito plástico e muito pegajoso, extremamente firme, raízes entre plano de fratura quartzo translúcidos angulares a subangulares e restos de matéria orgânica, quando humidificada aumenta a reação à água oxigenada (> M.O. humificada). Presença de quartzo rósea (1cm), feldspato de forma subangulares a subarredondados freqüentes, sendo pouco os subangulares. Evidência de ambiente estuarino, que se gerou por alternância de barra estuarinas, que se encontram interdigitadas com lagoas estuarinas de materiais mais finos e mais orgânicos, minerais de caráter vertico.

Obs: Apresenta solos Poligonais Verticos Melânicos (Solos Pretos de Algodão) com fendas de 2 a 5cm de largura e profundidade maior que 30cm. Mosqueamento de Jarocita em 3% e slickenside bem desenvolvidos.

**Vertissolos Melânicos Salicos Paleo estuarinos e/ou Neossolos Fluvio Marinho
Eólico Quartzarênicos substrato Estuarino paleo Vertico Melânico Salico.**