



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

**CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E ANÁLISE DOS CONDICIONANTES DE EROSÃO E
ESTABILIDADE DAS ENCOSTAS NO MUNICÍPIO DE PACOTI – CE**

FRANCISCO KLEISON SANTIAGO MOTA
JEAN MARCELL PONTES DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: CÉSAR ULISSES VIEIRA VERÍSSIMO

Fortaleza, Fevereiro de 2011.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

**CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E ANÁLISE DOS CONDICIONANTES DE EROSÃO E
ESTABILIDADE DAS ENCOSTAS NO MUNICÍPIO DE PACOTI – CE**

Relatório de Graduação em Geologia
Área de Concentração em Geotécnica

Relatório de Graduação apresentada publicamente no dia 01 de fevereiro de 2011, ao Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Geólogo.

**Francisco Kleison Santiago Mota
Jean Marcell Pontes de Oliveira**

Orientador: Prof. Dr. César Ulisses Vieira Veríssimo

Fortaleza, Fevereiro de 2011.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M871c Mota, Francisco Kleison Santiago.
Cartografia geotécnica e análise dos condicionantes de erosão e estabilidade das encostas no município de Pacoti — Ce / Francisco Kleison Santiago Mota, Jean Marcell Pontes de Oliveira. – 2011.
148 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Geologia, Fortaleza, 2011.
Orientação: Prof. Dr. César Ulisses Vieira Veríssimo.
1. Erosividade. 2. Erodibilidade. 3. Mapeamento geotécnico. 4. Perfil de alteração. I. Oliveira, Jean Marcell Pontes de. II. Título.

CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E ANÁLISE DOS CONDICIONANTES DE EROSÃO E ESTABILIDADE DAS ENCOSTAS NO MUNICÍPIO DE PACOTI – CE

Este relatório de graduação representa um dos requisitos necessários à obtenção do título de Geólogo, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, o mesmo encontra-se a disposição dos interessados na Coordenação do Curso de Geologia.

A citação de qualquer trecho deste relatório é permitida desde que se faça de acordo com as normas da ética científica.

Relatório de Graduação aprovado em Fortaleza em 01 de fevereiro de 2011.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. César Ulisses Vieira Veríssimo
Departamento de Geologia – UFC

Profa. Dra. Sônia Maria Silva Vasconcelos
Departamento de Geologia – UFC

Msc. Clístenes Teixeira Batista
Doutorando em Geologia – UFC

“coragem, coragem
se o que você quer
é aquilo que pensa e faz,
coragem, coragem
eu sei que você pode mais...”

(Raul Seixas)

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus,
nossos pais familiares e amigos, pelo apoio
E sempre por acreditar em nosso potencial.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores responsáveis pela nossa formação acadêmica, principalmente ao nosso professor César Ulisses Vieira Veríssimo, pelas orientações e correções deste trabalho.

A coordenação do DEGEO – UFC, ao coordenador Prof. Dr. Wellington Ferreira da Silva Filho e ao secretário da coordenação Valmir, que sempre se prontificaram a nos ajudar e ao LAGETEC - UFC pela logística dos ensaios de mecânica dos solos.

Agradecemos a toda a banda, Higor (NX-0), Elícius (Fresno) e Christian (Restart), Talita, Diones (Be Good), Barnabé, Adriano (Soim), David, Ricardo (Titela), Jackson (Pustema), Vânia e Dilano, Diego (Vagner Love) e em especial ao Tales pela crucial ajuda nos ensaios de mecânica dos solos, pois sem a ajuda dele este trabalho não teria sido concluído. Também pros nossos amigo Clístenes e Jéfferson Lima pela ajuda na confecção dos mapas.

Outras pessoas também foram muito importantes como: Débora, Junior, Naedja, Andressa, Michele, Salomão, Nelson, Karine, kel frank, Rachel, Mikaele, Daniel, Elisimara, Igor, Jairo, Chicó, Oséas, Messias, Denizi, Bento e Paulo Victor (PAVIT) e a todos que nos acompanharam durante essa nossa jornada.

JEAN MARCELL PONTES DE OLIVEIRA

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força nas horas mais complicadas da minha vida, ao meu pai Luciano Lopes de Oliveira por me ajudar durante essa jornada difícil, mas gratificante para mim, a minha mãe Maria Aricélia Pontes pelo apoio, amor e por cuidar de mim, sempre ter rezado e pedido a Deus que tudo desse certo.

A minha tia Ana Lucia Meirelles, a ajuda dela foi crucial nessa etapa da minha via, sempre esteve por perto quando precisei, ela junto com meu tio Antonio Carlos Meirelles.

Minha namorada, noiva, esposa, amiga Gigi Nascimento, esta é a pessoa que sempre esteve por perto em todas as horas e momentos difíceis e felizes dessa etapa da minha vida, compartilhei tudo com você!

Aos professores, que fazem parte de tudo isso como, Wellington, César, Sônia, David, Christiano, Cajaty, Otaciel (esse me deu trabalho), Clóvis e etc.

A toda galera do DEGEO que vivemos juntos esse momento tão importante, a galera do começo do curso Rafael Benjamin, Adriano, Rafael (Cabelim), Rafael (mecânico), Diego (mentiroso), Erlando (topografia), Mariana, Andressa, Barná, Maquim (Muito Doido), Denis, Jackson, (pustema), Nilo (Biritinha) e Urso.

Aos meus amigos que formaram junto comigo o extinto Trio Iraktan, Fuampa e Formiga, nós anarquizamos muitas noites alencarinas!

Sou muito grato a toda a banda Higos (NX-0), Christan Dickson (Restart) e ao Elício (Fresno) pela ajuda na parte de sensoriamento remoto, sou muito grato a vocês. Também aos meus amigos Henrique Barnabé e Clístenes.

A minha amiga zuadenta Naedja, pela ajuda que me deu na reta final do trabalho, que foi de fundamental importância.

Ao Talles que com certeza sem a ajuda dele esse trabalho não teria sido concluído, também não posso esquecer meu amigo Wagner Love.

A Talita Fernanda que “chegou junto” nos momentos de desespero, valeu mesmo!

Ao meu amigo e companheiro de Relatório de Graduação Klekson, por ter aceitado fazer este trabalho junto comigo, sofremos.

A toda a turma de 2010.2 (Adriano Soin, Mikaele, Andressa, Naedja, Débora, David, Kel Frank, João Paulo, Bento, Michele, Andre (Filet), Levi, Klexon).

Desculpe se esqueci alguém, mas para que foi esquecido de citar sinta-se agradecido.

FRANCISCO KLEISON SANTIAGO MOTA

Agradeço à minha família e em especial aos meus pais mãe Maria Santiago e Raimundo Domingues e aos meus irmãos Katia e Kleiton pela colaboração e direcionamento em todos os momentos de minha vida pessoal e acadêmica.

De forma carinhosa e sincera agradeço a minha namorada e futura esposa Luziane Marques que ficou ao meu lado compartilhando todos os momentos bons e ruins da minha caminhada nestes cinco anos de esforço e cumplicidade.

De forma nenhuma poderia esquecer a Nazareth, Alessandra, Isabel, Silvanira e Naedja que as tenho como irmão que sempre estiveram presentes em todas as horas deste percurso longo mais satisfatório.

Agradeço a todos os professores do departamento de geologia, em especial a César Verissimo, Itabaraci, Wellington, Sônia. E ao secretario Valmir.

Aos meus amigos e companheiros de faculdade, em especial ao Tales, Talita, Clístenes e a toda a banda Higor (NX-0), Elísios (fresno), Cristian (restarte), Barnabé, Vânia, Jacson, Ricardo(titela), Jerffeson, Paulo Vitor por toda a colaboração na elaboração e finalização deste trabalho. E aos amigos da geologia que de alguma forma participaram da minha vida acadêmica e pessoal. Debora Macedo, Junior, Bento, Emanuel, Levi, Michele, Andressa, Mikaele, André, Davi, João Paulo, Adriano e os demais companheiros de curso.

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados do Estudo de um Diagnostico Ambiental voltado à erosão e estabilidade de taludes no Município de Pacoti, situada na Serra de Baturité. Geologicamente, a área é composta por um conjunto dominante de biotita gnaisses e mica xistos com granada do Complexo Ceará, sendo incluindo quartzitos, hornblenda gnaisses, pegmatitos. O sistema de relevo local apresenta-se diversificado, cuja morfologia resulta dos processos de dissecação e acumulação que acabam por caracterizar um relevo compartimentado em Montanhas, morros, colinas e planícies aluviais. As maiores altitudes da área ocorrem no extremo Sul da área, na região Montanhosa de Santa Ana e Ladeira das Pombas, com máximo de 1.030 m. As principais litologias presentes na área, quando intemperizadas, produzem uma associação de solos predominantemente podzólicos (Argissolos) de textura argilosa, siltosa ou areno-argilosa com horizontes moderados, além de manchas localizadas de latossolos, litólicos e solos aluviais. Estes dois últimos situados, respectivamente, em vertentes íngremes e nas áreas de influência das principais drenagens existentes.

Objetivando a análise do estudo de diagnostico ambiental voltado a erosão e estabilidades de taludes no Município de Pacoti, foram realizados diversos ensaios de permeabilidade e granulometria, densidade “*in situ*” estudos morfométricos do relevo e de rede de drenagem, bem como o cálculo da erosividade da chuva na região e da erodibilidade dos solos no município de Pacoti. Ao todo foram realizados em campo treze ensaios de densidade “*in situ*” e coleta de amostra de solo e indeformada (com cilindro e bate estaca) ao longo das drenagens mais expressivas da região (Rio Pacoti, Riacho Oiticica, Riacho Franco).

Ao se tratar de pluviosidade e erosividade, o período mais crítico com relação ao potencial erosivo das chuvas corresponde aos meses de Março, Abril e Maio onde ocorrem as chuvas concentradas.

Os cálculos de erodibilidade realizados em cima dos solos coletados no município de Pacoti, situaram-se no geral podem entre a categoria 2 e 3 do fator K sendo classificado com erodibilidade média e forte. Tomando como base as abordagens apresentadas sobre o diagnostico ambiental do município de Pacoti. Pode-se ressaltar que a região de Pacoti necessita de um avaliação criteriosa com relação a ocupação de seus taludes.

Palavras chaves: erosividade, erodibilidade, mapeamento geotécnico, perfil de alteração

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	iv
AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.....	viii
ÍNDICE.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABELAS.....	xv
LISTA DE GRÁFICOS.....	xvi

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO	2
1.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO	3
2. METODOLOGIA DE TRABALHO	5
2.1 ETAPA DE ESCRITÓRIO	6
2.2 ETAPA DE CAMPO	6
2.2.1 DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE “IN SITU” , COM A PRESENÇA DO FRASCO DE AREIA (NBR – 7185/1986)	7
2.2.2 MAPEAMENTO GEOLÓGICO	8
2.3 ETAPAS DE LABORATÓRIO	9
2.3.1 ANÁLISE PETROGRÁFICA (NBR 12768/1992)	9
2.3.2 DETERMINAÇÃO DA GRANULOMETRIA (NBR 7181/1984)	9
2.3.2.1 MÉTODO DO PENEIRAMENTO	10
2.3.2.2 SEDIMENTAÇÃO	12
2.3.3 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE REAL EM SOLOS NORMA DNER – ME 093/94	16
2.3.4 DETERMINAÇÃO DO TEOR MÍNIMO DE MATÉRIA ORGÂNICA POR QUEIMA A 440 °C (NBR 13600/1996)	19
2.3.5 DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DO SOLO	19
3. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	25
3.1 GEOMORFOLOGIA	26
3.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS	27
3.2.1 BALANÇO HÍDRICO	27
3.3 RECURSOS HÍDRICOS	28
3.4 PEDOLOGIA	28
3.5 APA DE BATURITÉ	30
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONAIS	31
4.1 DOMÍNIO CEARÁ CENTRAL (DCC)	33
4.2 MACIÇO ARQUEANO DE TRÓIA (MAT)	34
	x

4.3	COMPLEXO GNÁISSICO PALEOPROTEROZÓICO (CGPP)	34
4.4	ROCHAS SUPRACRUSTAIS PALEOPROTEROZÓICAS A NEOPROTEROZÓICAS	35
4.5	COMPLEXO GRANITO-MIGMATÍTICO NEOPROTEROZÓICO E GRANITÓIDES NEOPROTEROZÓICOS A CAMBRIANOS	36
4.6	LITOESTRATIGRAFIA	37
5.	ASPECTOS GEOLÓGICOS LOCAIS	35
5.1	PETROGRAFIA	36
5.1.1	GNAISSES	36
5.1.1.1	GNAISSE MIGMATÍTICO	39
5.1.1.2	HORNBLENDA-BIOTITA GNAISSE	40
5.1.2	XISTO	43
5.1.2.1	MUSCOVITA-BIOTITA XISTO	43
5.1.2.2	BIOTITA XISTO COM GRANADA	46
5.1.3	QUARTZITO	46
5.1.3.1	MUSCOVITA QUARTZITO	47
5.1.4	PEGMATITO	47
6.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL VOLTADO A EROSÃO E ESTABILIDADE DE TALUDES DA ÁREA	50
6.1	POTENCIAL DE ERODIBILIDADE DO SOLO (FATOR K)	51
6.2	POTENCIAL EROSIVO DA CHUVA (FATOR R)	55
6.3	PERFIS DE ALTERAÇÃO DO SOLO	56
6.4	DOMÍNIOS DE DECLIVIDADE	64
6.5	SISTEMAS DE RELEVO	66
6.6	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	70
7.	CONCLUSÃO	74
8.	BIBLIOGRAFIA	78
9.	ANEXOS	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de localização da área de estudo	4
Figura 2	Fotografia demonstrando a coleta de amostra de solo indeformada para realização do ensaio de permeabilidade. (WGS – 84, Zona 24 S, 509.144/9.537.532).	7
Figura 3	Fotografia do conjunto composto por frasco de areia mais funil, usado na determinação da densidade <i>in situ</i> . (WGS – 84, Zona 24 S, 509.083/9.536.942).	8
Figura 4	Sequência de peneiras no equipamento Ro-tap para material grosseiro	11
Figura 5	Provetas com solos para leituras com decímetros	14
Figura 6	(A) Permeâmetro (permeabilidade variável) e (B) amostra utilizada no ensaio.	23
Figura 7	Esboço geomorfológico do estado do Ceará (modificado de Souza, 1988).	26
Figura 8	Mapa Pedológico da porção Nordeste do Estado do Ceará, ilustrando os principais tipos de solos que ocorre na área e suas adjacências (Fonte – adaptado do mapa do Brasil 1981 - EMBRAPA).	29
Figura 9	Solo plintítico (mosqueado).	30
Figura 10	Mapa Esquemático da porção norte da Província Borborema com as principais estruturas e domínios tectônicos (modificado da Fetter et. Al. 2000).	32
Figura 11	Biotita Gnaiss com granada UTM, WGS – 84, Zona 24 S – coordenadas 511934/9534474.	37
Figura 12	Fotomicrografia de seção delgada do litotipo Biotita Gnaiss com granada situado na coordenada UTM 511934/9534474 Datum WGS – 84, Zona 24S, onde na foto A está a luz natural e foto B na luz ortoscópica representando os minerais biotita e quartzo pelas siglas Bt e Qz, respectivamente.	38
Figura 13	Gnaiss migmatítico situado na coordenada UTM 511934/9534474 Datum WGS – 84, Zona 24S, mostrando suas duas fases composicionais.	39
Figura 14	Feições estruturais do litotipo Gnaiss Migmatito situado na coordenada UTM 511934/9534474, WGS – 84, Zona 24 S.	39
Figura 15	Hornblenda Gnaiss com estrutura milonítica situado na coordenada UTM 508189/9533026, Datum WGS – 84, Zona 24 S.	40
Figura 16	Fotomicrografia a luz natural da rocha metamórfica do litotipo Hornblenda-Biotita Gnaiss sendo representada pelos minerais (Hb), quartzo (Qz), biotita (Bt) e zircão.	40

Figura 17	Fotomicrografia a luz ortoscópica da rocha metamórfica do litotipo Hornblenda-Biotita Gnaiss sendo representada pelos minerais hornblenda (Hb), quartzo (Qz), biotita (Bt) e zircão.	41
Figura 18	Interseção de fraturas formando marmitas de gigantes situada na coordenada UTM 508189/9533026, Datum WGS – 84), Zona 24S.	42
Figura 19	Esforço estrutural demonstrando a formação boudain situado na coordenada UTM 508189/9533026, Datum WGS-84, Zona 24S.	42
Figura 20	Afloramento mostrando o litotipo Muscovita-Biotita Xisto situado na coordenada 509887/9536288, Datum WGS 84, Zona 24S.	43
Figura 21	Fotomicrografia a luz natural do litotipo Biotita Muscovita Xisto mostrando os minerais de quartzo (Qz), biotita (Bt) e muscovita.	44
Figura 22	Fotomicrografia a luz ortoscópica do litotipo Biotita Muscovita Xisto mostrando os minerais de quartzo (Qz), biotita (Bt) e muscovita.	45
Figura 23	Feições estruturais com duas famílias de fraturas demonstrando os elipsóides de esforços situado na coordenada 509887/9536288, Datum WGS 84, Zona 24S.	45
Figura 24	Rocha xistosa demonstrando fenocristais de granada (Gr) situado na coordenada UTM 510789/9530717, Datum WGS – 84, Zona 24S.	46
Figura 25	Estratificação So no muscovita quartzito situado na coordenada UTM 509220/9537190, Datum WGS-84, Zona 24S.	47
Figura 26	Amostra de mão de muscovita quartzito com lineamento mineral de turmalina.	47
Figura 27	Fotomicrografia do litotipo muscovita quartzito com textura granoblástica apresentando mineralogia principal quartzo (Qz) e minerais opacos.	48
Figura 28	Pegmatitos de composição granítica bastante alterado situado na coordenada UTM 516465/9532848, Datum WGS 84, Zona 24S.	49
Figura 29	Nomograma de Wischmeier, para cálculo de fator erodibilidade do solo. Para o uso do nomograma de Wischmeier, deve-se ter por base as classificações das tabelas 5,6 e 7.	51
Figura 30	Diagrama triangular com classes de texturas de solos.	53
Figura 31	Classificação de rochas a resistência à escavação e à perfuração (Vaz, 1996).	58
Figura 32	Fotografia do afloramento de leito de rio concordante a um corte de estrada, na	60

estrada da cidade de Pacoti. Coordenadas WGS-84, 508.189/9.533.026.

- Figura 33 Foto do afloramento de corte de estrada próximo a localidade de Colina. 61
Coordenadas WGS – 84, UTM 511.091/9.538.498.
- Figura 34 Afloramento de corte de estrada na entrada do Hotel Remanso, de direção SW-NE. 62
Representa Biotita Gnaiss, apresentando atitude de foliação N300, 40NE.
Coordenadas 507.738/9.530.866.
- Figura 35 Perfil de alteração na estrada que vai para o Hotel Remanso por dentro de Pacoti. 65
Coordenadas WGS – 84, 508.836/9.531.889.
- Figura 36 Assoreamento do Rio Pacoti localizado na estrada que vai em direção a localidade 65
de Areais, consequência do mau uso e ocupação do solo em torno do rio.
Coordenadas WGS – 84, Zona 24S (510.300/9.532.277).
- Figura 37 A foto acima está mostrando a ocupação desordenada em relevos de dissecação 65
próximos da inclinação da vertente, bordejando as margens do Rio Pacoti.
Degradação de suas vertentes com lixos e poluição acentuada e assoreamento em
torno do Rio Pacoti, localizado no extremo leste da cidade de Pacoti. Coordenadas:
WGS – 84, Zona 24S (510300/9532277).
- Figura 38 Planície aluvionar localizado na margem direita da estrada que segue em direção a 68
Jardim de Areias.
- Figura 39 Relevo colinoso situado na porção central da área próximo a cidade de Pacoti. 68
- Figura 40 Conjunto de morros situado na porção centro-sul do município de Pacoti. 69
- Figura 41 Relevo montanhoso localizado no extremo sul da área. 69
- Figura 42 Plantação em curva de nível, próximo a Fazenda Remaso. 71
- Figura 43 Plantação de chuchu em meio a relevo de planície e circundado por uma unidade 71
colinosa na estrada que vai em direção a localidade de Granja.
- Figura 44 Muro de arrimo para contenção de encosta que encontra-se frontal a uma residência 72
em área urbana no município de Pacoti – CE.
- Figura 45 Uso de caixas de canaletas para escoamento de água da chuva com batentes para 72
diminuir energia potencial de escoamento.
- Figura 46 Uso de técnicas de contenção de taludes na área urbana de Pacoti, tais como, 73
grampeamento e revestimento com grama e o uso de telas têxteis.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Coordenada geográficas da área de estudo	3
Tabela 2	Peneiras: abertura de malha.	10
Tabela 3	Valores de K ₂₀ (fator de correção) em função da temperatura	18
Tabela 4	Densidade real para alguns tipos de solo	19
Tabela 5	Classificação estrutural do Solo. Fonte: Almeida, A.G.B. (2001)	52
Tabela 6	Classificação dos valores de permeabilidade. Fonte: Hann (1994).	52
Tabela 7	Fator de erodibilidade do solo. Fonte: Almeida, A. G. B. (2001)	52
Tabela 8	Resultados do fator de erodibilidade do solo.	53
Tabela 9	Classificação da porosidade dos solos (IAEG, 1992).	54
Tabela 10	Composição granulométrica do solo, segundo Atterberg (1912).	54
Tabela 11	Resultados de textura e porosidade dos solos.	55
Tabela 12	Resultados do fator de erosividade da chuva.	56
Tabela 13	Grau de coerência segundo ABGE (1983).	59
Tabela 14	Classes de declividade da área estudada.	64
Tabela 15	Potencialidades e limites do ambiente de acordo com os domínios de declividade da área estudada.	66
Tabela 16	Sistemas de relevo.	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Erosividade mensal da chuva	55
Gráfico 2	Variação anual das médias de precipitação	56

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho consiste em um mapeamento geotécnico e na caracterização das propriedades e índices físicos dos solos objetivando a análise dos condicionantes de estabilidade de taludes e erodibilidade dos solos nas áreas urbana e rural do município de Pacoti.

O município de Pacoti se insere na Área de Proteção Ambiental (APA) criada pelo governo estadual do Ceará através do decreto 20.956 de 1990, possuindo uma área de aproximadamente 120 Km², localizada na serra ou maciço de Baturité.

O maciço de Baturité representa um dos poucos registros de mata úmida do Estado do Ceará, caracterizado pelo microclima e as chuvas orográficas a barlavento do maciço. Essa área possui um potencial natural bastante significativo, constituído por várias espécies vegetais remanescentes da Mata Atlântica como também na economia cearense e pelo desenvolvimento de atividades agrícolas e turísticas.

Os condicionantes principais que regem todas as problemáticas que serão abordadas neste trabalho. São potenciais erosivos das chuvas, comportamento físico correlacionado com a declividade e o tipo de relevo da região condicionando assim uma variação do potencial de erodibilidade desta área. Tudo isso associado diretamente à geologia local e ao grau de alteração das rochas mapeadas e descritas em perfis levando em consideração o grau de alteração e coesão destas rochas.

Quando todos esses aspectos abordados acima são estudados em função de um melhor aproveitamento urbano e estrutural da região. Tem-se um estudo geotécnico aplicado e tecnicamente útil para a sociedade.

1.1 OBJETIVO

O objetivo principal deste relatório de graduação é o mapeamento geotécnico correlacionado as características físicas dos solos (índices físicos) à erosão no município de Pacoti. Tendo como ênfase os perfis de alteração do solo, associado à geologia, geomorfologia e clima, de maneira a compreender a estabilidade das encostas do município de Pacoti. Este trabalho pretende ainda, alcançar os seguintes objetivos específicos.

- Identificar as unidades geológicas, indícios de instabilidades de encostas, focos de erosão hídrica, uso e ocupação da área.

- Determinar do fator K (Erodibilidade do solo).
- Determinar o potencial de erosividade da chuva.
- Elaborar a Carta de Declividade, Mapa de Unidades de Relevo e do modelo digital do terreno a partir de ortofotocartas na escala de 1:10.000.
- Elaborar o Mapa Geológico na escala de 1:45.000.
- Realizar ensaios laboratoriais e de campo de mecânica dos solos.
- Confeccionar Relatório de Graduação para conclusão do curso de graduação em Geologia.

1.2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área objeto de estudo dista cerca de 106,00 Km do município de Fortaleza, abrange todo o município de Pacoti, área urbana e rural. A área de todo o município de Pacoti é em torno de 120 Km² segundo o mapa da SUDEC de 1981.

O Acesso pode ser feito a partir de Fortaleza utilizando a rodovia CE-060 passando por Redenção e Baturité, ou através da CE-065, seguindo por Maranguape e Palmácia. As coordenadas que definem o polígono da área de estudo são:

Coordenadas	A	B	C	D
X	04°08'00''	04°08'00''	04°15'00''	04°15'00''
Y	38°57'00''	38°50'00''	38°50'00''	38°57'00''

Tabela 1 – Coordenadas geográficas da área de estudo.

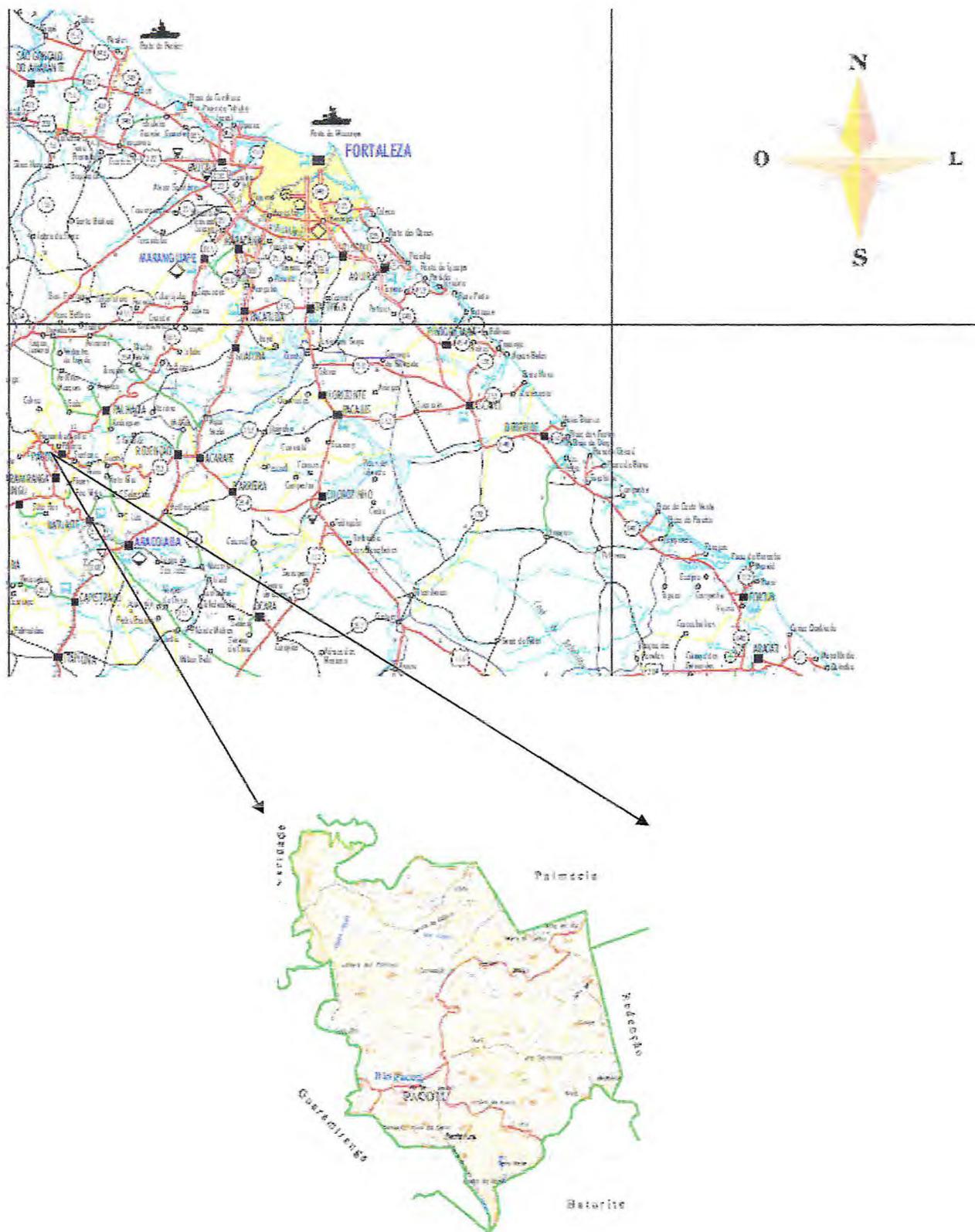


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

METODOLOGIA DE TRABALHO

2 METODOLOGIA DE TRABALHO

O desenvolvimento do projeto ocorreu conforme as seguintes fases: levantamento de dados, trabalhos de campo para coletas de amostras, trabalhos laboratoriais (ensaios tecnológicos, ensaios em câmara com atmosfera saturada SO₂ e caracterização colorimétrica) e, a interpretação dos dados e síntese dos resultados.

2.1 ETAPA DE ESCRITÓRIO

Levantamento bibliográfico das principais informações geoambientais da área, existentes em anais, periódicos, livros, monografias, dissertações e teses, variando desde a escala regional até a escala de semidetalhe dando ênfase às informações geológicas mais recentes.

Obtenção das ortofotocartas 0751_20, 0751_21, 0751_22, 0751_23, 0751_30, 0751_31, 0751_32, 0751_33, 0751_40, 0751_41, 0751_42, 0751_43, 0751_50, 0751_51, 0751_52, para auxílio na confecção do mapa base, da carta de declividade e mapa de unidades de relevo.

Separação das unidades geológicas e a confecção do Mapa Geológico a partir dos pontos coletados em campo.

Obtenção de cartas topográficas na escala de 1:50.000 fornecidas pela SUDENE, as quais foram utilizadas como base para confecção dos produtos cartográficos que serviram de apoio aos trabalhos de campo e registro dos ensaios como mapa base preliminar, mapa geológico, carta de declividade e mapa de unidades de relevo.

2.2 ETAPA DE CAMPO

Levantamento geológico – geotécnico que ocorreu ao longo das estradas e caminhos existentes na área, afim de, identificar as principais unidades geológicas, perfis de alteração do solo, indícios de instabilidade das encostas, focos e erosão hídrica, uso e ocupação do solo.

Coleta de amostras de solos para análises granulométricas, densidade real, amostras indeformadas para ensaios de permeabilidade, amostras de rochas para análise petrográfica e a realização de ensaios de umidade *in situ*, os quais serão descritos abaixo:



Figura 2 – Fotografia demonstrando a coleta de amostra de solo indeformada para realização do ensaio de permeabilidade. (WGS – 84, Zona 24S, 509144 / 9537532).

2.2.1 DETERMINAÇÃO DA PESO ESPECÍFICA APARENTE *IN SITU*, COM EMPREGO DO FRASCO DE AREIA (NBR – 7185/1986)

Antes do ensaio no campo determina-se em laboratório:

- A densidade da areia, através do peso de um recipiente de volume conhecido (p_1);
- Peso do recipiente preenchido da areia (p_2);
- Encontra-se a massa de areia ($m_a = p_2 - p_1$);
- Posteriormente encontra-se o peso ($d = m_a/\text{volume}$), unidade em g/cm^3 ;
- A massa em gramas de areia no funil.

Em campo:

- Pesa o conjunto total: frasco mais areia mais funil (P_i);
- Limpa a superfície do terreno tornando-a plana e horizontal;
- Põe a bandeja verificando o contato com a superfície do terreno;
- No orifício da bandeja escava até uma profundidade de 15 cm;
- Retira cuidadosamente o solo da cavidade e determina sua massa em gramas;
- Retira em torno de 10 gramas de solo para determinar o teor de umidade;

- Instala o conjunto frasco mais funil, verificando o apoio sobre o rebaixo da bandeja;
- Abre o registro do frasco deixando a areia escoar até parar o movimento no interior do frasco;
- Fecha o registro, retira o conjunto e determina sua massa em gramas (Pf);
- Determina a massa de areia que preencheu a cavidade do terreno ($M_{ar} = P_i - P_f$);
- Calcula a massa específica aparente do solo *in situ* através da seguinte expressão:

$$y_s = y_{ar} \times M_s / M_{ar} \times 100 / 100 + h$$

y_s : massa específica aparente seca do solo *in situ* (g/cm^3);

y_{ar} : massa específica aparente da areia em g/cm^3 ;

M_s : massa do solos extraído da cavidade no terreno, em gramas (g);

M_{ar} : massa da areia que preenche a cavidade do terreno, em gramas (g);

h : teor de umidade do solo extraído da cavidade do terreno, em porcentagem (%).



Figura 3 – Fotografia do conjunto composto por frasco de areia mais funil, usado na determinação da densidade *in situ*. (WGS – 84, Zona 24S, 509083 / 95369428).

2.2.2 MAPEAMENTO GEOLÓGICO

Teve como objetivo a utilização do mapa base para orientação em campo, a plotagem de afloramentos com suas respectivas estruturas envolvendo coletas de rochas a partir de perfis e individualização dos tipos litológicos.

2.3 ETAPAS DE LABORATÓRIO

Consiste na descrição petrográfica de lâminas delgadas de rochas, ensaios realizados com solos, tais como: granulometria por sedimentação e peneiramento, densidade real, permeabilidade com amostras não deformadas, a serem realizados nos Laboratórios de Geotécnica (LAGETEC) e Mecânica dos Solos e Pavimentação (LMSP) da Universidade Federal do Ceará.

Os ensaios são realizados de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas seguindo os procedimentos:

2.3.1 ANÁLISE PETROGRÁFICA (NBR 12768/1992)

Examina de maneira macroscópica a amostra da rocha determinando:

- Sua cor em condições seca e úmido;
- Estruturas;
- Mineralogia;
- Textura;
- Determinar litotipos.

Examina de maneira microscópica a amostra de rocha determinando:

- Textura;
- Mineralogia, acessória e essencial;
- Quantificação dos minerais;
- Plotagem da percentagem dos minerais nos diagramas;
- Determinar natureza, classificação da rocha;
- Determinar estado de alteração dos minerais, tipo de alteração e classificar o grau de alteração da rocha;

2.3.2 DETERMINAÇÃO DA GRANULOMETRIA (NBR 7181/1984)

Objetivo

Determinar as dimensões das partículas e suas proporções relativas de ocorrência de forma a se obter o traçado da curva granulométrica de um determinado solo.

A curva granulométrica apresenta intervalos de variação do tamanho das partículas de cada um dos solos, sendo utilizada na classificação textural dos solos. Permite também, obter valores de diâmetros necessários ao cálculo de parâmetros como os coeficientes de uniformidade e curvatura do solo.

Métodos

- a) Método do Peneiramento: Separa as partículas até a dimensão de 0,074 mm (peneira N° 200).
- b) Método da Sedimentação em água destilada: para as partículas menores que 0,074 mm.

O ensaio pode ser realizado de até três maneiras diferentes;

- Apenas o peneiramento para o material granular;
- Sedimentação para solos finos;

Análise granulométrica conjunta, que compreende tanto o peneiramento quanto a sedimentação (solos com partículas grossas e finas).

Norma / Normas Complementares

- NBR 7181 – ABNT – “Solos – Análise granulométrica”
- NBR 5734 – ABNT – “Peneiras para ensaios – Especificação”
- NBR 6457 – ABNT – “Amostras de Solo – Preparação para Ensaios de Compactação e Ensaios de Caracterização.

2.3.2.1 MÉTODO DO PENEIRAMENTO

Equipamentos e acessórios

- Série de peneiras (Tyler);
- Peneirador “Ro-Tap”;
- Balança para 1 Kg, sensível a 0,1 g;
- Cápsula de porcelana ou metálica;
- Estufa que mantenha temperatura entre 105° e 110° C.

Observações

- As séries das peneiras estão de acordo com a tabela abaixo:

Peneiras	3½"	3"	2½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	3/8"	4	10	40	80	200
mm	88,9	76,2	63,3	50,8	38,1	25,4	19,1	12,7	9,5	4,8	2,0	0,42	0,18	0,074

Tabela 2 – Peneiras: abertura de malha.

- Peneiramento grosso: até a peneira N° 10
- Peneiramento fino: da peneira N° 40 até a peneira N° 200
- Sedimentação: a partir da peneira N° 200

Procedimento (Peneiramento Grosso – Amostra total)

Trabalha-se com uma amostra representativa de solo, obtida do repartidor de amostras, passada no almofariz e destorroada.

- Passa-se o material destorroado na peneira N° 10 (2,0 mm);
- O material que fica retido na peneira deverá ser lavado na própria peneira. Desta forma será retirado todo material fino aderente aos grãos do material retido;
- Transfere-se o material retido e lavado para uma das cápsulas numeradas e leva-se à estufa para secagem, durante um período de no mínimo 12 horas;
- Procede-se ao peneiramento o material seco nas peneiras 38,1 – 25,4 – 19,1 – 9,5 – 4,8 e 2,00 mm de diâmetro. Pesam-se as frações do material retidas em cada peneira. Calculam-se as percentagens do material retido em cada uma das peneiras, em relação ao peso da amostra total seca.



Figura 4 – Sequência de peneiras no equipamento Ro-tap para material grosseiro.

Cálculos e resultados

Determinação do peso da amostra total seca:

- Calcula-se o peso do material retido na peneira N° 10 somando-se os pesos dos materiais retidos nas peneiras de peneiras 38,1 – 25,4 – 19,1 – 9,5 – 4,8 e 2,00 mm de diâmetro;

- Subtrai-se do peso total das amostras úmida, o peso do material retido na peneira N° 10 (2,00 mm);
- Multiplica-se a diferença encontrada pelo fator de correção $f = 100 / (100 + h)$, onde h é a umidade higroscópica do solo (umidade da porção mais fina);
- Soma-se o produto obtido ao peso do material retido na peneira N° 10 e obtém-se o peso da amostra seca total.

Determina-se o peso total da amostra seca pela seguinte relação:

$$P_s = \frac{(P_t - P_g)}{100 + h} 100 + P_g$$

Onde:

P_s = Peso total da amostra seca;

P_t = Peso total da amostra seca ao ar

P_g = Peso do material retido na peneira N° 10

H = Umidade higroscópica do material passado na peneira N° 10

As percentagens do material que passa nas peneiras 50; 38; 25; 19; 12; 9; 5; 4,8 e 2,00 mm (peneiramento grosso) são calculadas pela expressão:

$$Q_g = \frac{P_s - P_t}{P_s} 100$$

Onde:

Q_g = Percentagem do material passado em cada peneira

P_s = Peso total da amostra seca

P_t = Peso do material retido acumulado

2.3.2.2 SEDIMENTAÇÃO

Este método foi desenvolvido por Bouyoucos e Casagrande.

Este ensaio é baseado na “Lei de Stockes” segundo a qual partículas num meio aquoso depositam-se com velocidades proporcionais aos seus diâmetros.

Equipamentos e acessórios

- Peneirador “Ro-Tap”;

- Série de peneiras (Tyler);
- Balança para 200 g sensível a 0,01g;
- Proveta de vidro graduada até 1.000 ml;
- Becker;
- Cápsula de porcelana ou metálica;
- Dispensor com como de chicanas finas;
- Cronômetro para intervalo de 30 minutos com precisão de 1 segundo;
- Solução Hexametafosfato de sódio;
- Densímetro de bulbo simétrico, calibrado a 20° C, graduado em 0,001, de 0,995 a 1,050;
- Termômetro até 50° C, graduado em 1° C;
- Baqueta de vidro;
- Escova com cerdas metálicas;
- Pinça metálica.

Procedimento

- Do material que passa na peneira Nº 10 (2,00 mm) retira-se cerca de 70 g, no caso de solos argilosos ou 120 gramas, no caso de solos arenosos e siltosos;
- Coloca-se o material em um Becker, adicionando 120 cm³ da solução de hexametafosfato de sódio com concentração de 45,7 g do sal para 1000 cm³ de solução;
- Deixa-se em repouso por 12 horas, no mínimo;
- Após as 12 horas, transfere-se toda a mistura para o copo do dispensor, removendo-se com água destilada;
- Submete-se a mistura à ação do dispensor, por aproximadamente 15 minutos;
- Transfere-se o material do dispensor para uma proveta graduada;
- Junta-se água destilada até atingir a marca de 1000 ml;
- Tapa-se a boca da proveta com a palma da mão e com o auxílio da outra, agita-se, durante 1 minuto, de tal forma que a boca da proveta passe de cima para baixo e vice-versa;
- Imediatamente após a agitação, coloca-se a proveta sobre uma bancada, dispara-se o cronômetro e anota-se a hora exata do início da sedimentação;
- Mergulha-se o densímetro na proveta;

- Fazem-se as leituras correspondentes aos tempos de 30 segundos, 1 minuto e 2 minutos, retira-se o densímetro e mede-se a temperatura da suspensão;
- Fazem-se as leituras subseqüentes de 4, 8, 15, 30 minutos e 1, 2, 4, 8 e 24 horas (anotando-se as temperaturas).
- Tem-se o cuidado de retirar o densímetro da proveta de água e colocar na dispersão cerca de 20 segundos antes de cada leitura, de modo que estas sejam feitas com o densímetro estável na dispersão.

Peneiramento fino: amostra parcial

- Terminadas as leituras do ensaio de sedimentação despeja-se e lava-se a suspensão na peneira Nº 200 (0,074 mm);
- O material retido na peneira é transferido para uma cápsula e seco na estufa;
- O material seco é passado em conjunto nas peneiras (1,2 – 0,6 – 0,42 – 0,30 – 0,15 e 0,074 mm de diâmetro) e levado ao peneirador “Ro-Tap” durante cerca de 5 minutos;
- Após a vibração pesam-se as proporções retidas em cada peneira.



Figura 5 – Provetas com solos para leituras com decímetros.

Cálculos e resultados

Percentagem dos materiais do peneiramento fino:

As percentagens dos materiais retidos em cada uma das peneiras mencionadas acima são calculadas em relação ao peso da amostra parcial seca:

$$Q_f = \frac{P_h 100 - P_{i+1}(100 + h)}{P_h 100} N$$

Onde:

Qf = Percentagem dos materiais que passam em cada peneira

Ph = Peso da amostra parcial úmida

Pi = Peso do material retido acumulado em cada peneira

Ph = Peso da amostra parcial úmida

N = Percentagem que passa na peneira Nº 10 (2,00 mm)

h = Umidade higroscópica do material

Diâmetro da partícula do solo em suspensão:

Pode ser calculado pelo Nomograma de Casagrande ou pela “Lei de Stokes”.

$$\text{Lei de Stokes: } d = \frac{\sqrt{1800\eta}}{\sqrt{\gamma - \gamma_d}} (\sqrt{a}/\sqrt{t})$$

Onde:

d = Diâmetro máximo das partículas;

η = Coeficiente de viscosidade do meio dispersor, à temperatura de ensaio em g.s/cm²;

a = Altura de queda das partículas, com resolução de 0,1 cm, correspondente a leitura do densímetro (cm);

t = Tempo de sedimentação (segundo);

γ = Peso específico dos grãos do solo (g/cm³)

γ_d = Peso específico do meio dispersor em g/cm³ = 1,00 g/cm³ (água).

Percentagens do material em suspensão:

Referidas à massa total da amostra:

$$Q = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_d} \cdot \frac{V \cdot \gamma_d \cdot (L - L_d)}{\frac{Ph}{(100 + h)} \cdot 100}$$

Onde:

V = Volume da suspensão;

Ph = Peso do material úmido usado na sedimentação;

L = Leitura do densímetro na suspensão;

Ld = Leitura do densímetro no meio dispersor;

N = Percentagem do material que passa na peneira Nº 10;

γ = Peso específico dos grãos do solo (g/cm³)

γ_d = Peso específico do meio dispersor em g/cm³ = 1,00 g/cm³ (água).

Lc = Leitura corrigida do densímetro (cm);

Ps = Peso da amostra parcial seca (g).

2.3.3 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADES REAL EM SOLOS NORMA DNER – ME 093/94

Objetivos

Determinar a densidade real dos solos pelo método do picnômetro.

Definição

A Densidade Real de solos é a relação entre o peso específico das partículas sólidas (γ_s), e o peso específico de igual volume de água pura a 4° C (γ_a). Também é chamada de densidade relativa das partículas que constitui o solo.

Por definição:

$$\delta = \frac{\gamma_s}{\gamma_a}$$

Como, a 4° C, $\gamma_a=1\text{g/cm}^3$, logo, a densidade real (δ) e o peso específico das partículas (γ_s) são numericamente iguais, sendo que (δ) é adimensional e (γ_s) tem dimensão.

O peso específico dos sólidos varia pouco de solos para solo, é função dos minerais constituintes e da porcentagem de cada um deles no solo. Por si, não permite identificar o solo em questão, mas é necessário para caracterizá-lo quanto aos seus valores de índices físicos.

Métodos de Determinação

Existem dois ensaios para a determinação da densidade real dos solos. Em um deles aquece-se o picnômetro para se retirar o ar existente no solo. No outro ensaio, usa-se uma bomba de vácuo para o mesmo fim.

O ensaio descrito abaixo trata da determinação com o aquecimento do picnômetro.

Normas / Norma complementar

- DNER – ME 093/94 – Densidade real dos solos.

Equipamentos e acessórios

- Peneira de 2,00 mm (N° 10);
- Estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110° C;
- Balança com capacidade de 200 g, sensível a 0,01 g;
- Picnômetro com capacidade de 50 ml;
- Termômetro graduado em 0,5° C, de 0° a 60° C;
- Bico de gás ou outra fonte de calor;

- Cápsula de porcelana com 5,0 cm de diâmetro;
- Funil de 5 cm diâmetro;
- Espátula de madeira;
- Pinça metálica.

Procedimento

Utiliza-se 10g de solo seco preparado de acordo com o método de preparação de amostra de solo para ensaios de caracterização.

- a) Pesa-se o picnômetro vazio, seco e limpo (P1);
- b) Coloca-se a amostra (em torno de 10g) no picnômetro até cobrir, com excesso, a amostra;
- c) Coloca-se água destilada no picnômetro até cobrir, com excesso, a amostra;
- d) Aquece-se o picnômetro, deixando a água ferver, pelo menos durante 15 minutos, para expulsar todo o ar existente entre as partícula do solo,agitando-se para evitar o superaquecimento;
- e) Deixa-se o picnômetro esfriar ao ambiente;
- f) Completa-se o volume do picnômetro com água destilada, coloca-se em banho d'água à temperatura ambiente, arrolha-se o picnômetro e anota-se a temperaturuta do banho;
- g) Retira-se o picnômetro, enxuga-se e pesa-se com o conteúdo (P3);
- h) Retira-se todo o material de dentro do picnômetro, lava-se e encha-se completamente com água destilada. Arrolha-se e pesa-se o conjunto picnômetro mais água (P4);

Cálculos e Resultados

A densidade real do solo à temperatura (t) do ensaio é calculada pela seguinte reação:

$$\delta t = \frac{P2 - P1}{(P4 - P1) - (P3 - P2)}$$

Onde:

δt = Densidade real do solo à temperatura t do ensaio;

P1 = Peso do picnômetro vazio;

P2 = Peso do picnômetro mais amostra, em gramas;

P3 = Peso do picnômetro mais amostra mais água, em gramas;

P4 = Peso do picnômetro mais água, em gramas.

Observações

- O resultado final é expresso em número adimensional com aproximação de centésimos.
- O resultado será considerado quando obtido pela média de duas determinações, no mínimo, e quando não diferem de 0,009.

O valor da densidade real deverá ser referido à temperatura de 20° C, calculado do valor referido à água à temperatura (t).

Utiliza-se a seguinte relação:

$$\delta_{20} = K_{20} \cdot \delta_t$$

Onde:

δ_t = densidade real do solo a 20° C

K20 = razão entre a densidade relativa da água à temperatura (t) e a densidade relativa da água a 20° C.

Nota: Para referir o valor da densidade real do solo com temperatura diferente de 20° C, deverá ser calculado o valor de K para temperatura desejada.

Temperatura em ° C	Densidade Relativa da Água	Fator de correção (K20)	Temperatura em ° C	Densidade Relativa da Água	Fator de correção (K20)
4	1,0000	1,0018	19	0,9984	1,0002
5	1,0000	1,0018	20	0,9982	1,0000
6	0,9999	1,0017	21	0,998	0,9998
7	0,9999	1,0017	22	0,9978	0,9996
8	0,9999	1,0017	23	0,9976	0,9993
9	0,9998	1,0016	24	0,9973	0,9991
10	0,9997	1,0015	25	0,9971	0,9989
11	0,9996	1,0014	26	0,9968	0,9985
12	0,9995	1,0013	27	0,9965	0,9983
13	0,9994	1,0012	28	0,9963	0,9980
14	0,9993	1,0011	29	0,995	0,9977
15	0,9991	1,0009	30	0,9957	0,9974
16	0,9990	1,0008	31	0,994	0,9972
17	0,9988	1,0006	32	0,9951	0,9969
18	0,9986	1,0004	33	0,9947	0,9965

Tabela 3 – Valores de K20 (fator de correção) em função da temperatura.

Tipo de Solo	δ
Areia	2,65 a 2,67
Areia Siltosa	2,67 a 2,70
Argila Inorgânica	2,70 a 2,80
Solos com mica e ferro	2,75 a 3,00
Solos orgânicos	Variável, chegando a < 2,0

Tabela 4 - Densidade real para alguns tipos de solo.

2.3.4 DETERMINAÇÃO DO TEOR MÍNIMO DE MATÉRIA ORGÂNICA POR QUEIMA A 440°C (NBR 13600/1996)

Procedimento para determinação do teor de matéria orgânica por queima a 440 °C:

- Pesa o cadinho de porcelana;
- Pesa 100 gramas de solo seco (material passante na peneira de 2,0 mm proveniente do peneiramento feito anteriormente);
- Leva o cadinho com a amostra à estufa a temperatura de 105 °C até 110 °C, no mínimo durante 24 horas até apresentar constância de massa;
- Retira o cadinho da estufa, veda com papel alumínio e transfere o cadinho para o dessecador até atingir a temperatura ambiente;
- Retira o papel alumínio e pesa o cadinho com a amostra (massa A);
- Leva o cadinho com a amostra seca à estufa, na mufla, a temperatura de 440 °C, onde permanece a te a queima total, durante 12 horas;
- Retira o cadinho da mufla, veda com papel alumínio e transfere o cadinho para o dessecador até atingir a temperatura ambiente;
- Retira o papel alumínio e pesa o cadinho com a amostra (massa B);
- Determina a matéria orgânica através da equação: $MO = (1 - A/B) \times 100$

2.3.5 DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DO SOLO

O coeficiente de permeabilidade é uma constante de proporcionalidade relacionada com facilidade pela qual o fluxo passa através de um meio poroso. Os métodos utilizados para determinação em laboratório se baseiam na lei de Darcy, expressa por:

$$v = k \cdot i \left(\frac{\text{cm}}{\text{s}} \right)$$

ou

$$q = k \cdot i \cdot A \left(\frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \right)$$

Onde:

v = Velocidade do fluxo;

q = Quantidade de fluido por unidade de tempo;

k = Coeficiente de permeabilidade (unidade de velocidade);

i = Gradiente hidráulico = h / L;

Objetivos

Determinar o coeficiente de permeabilidade à carga variável, com percolação de água através do solo em regime de escoamento laminar.

Normas / Normas Complementares

NBR 13292 – ABNT → “Solos – Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante.”

Ensaio

A determinação do coeficiente de permeabilidade em laboratório, embora seja um ensaio de rotina, apresenta uma série de dificuldades, que se não forem contornadas poderão alterar o resultado do ensaio.

A montagem do corpo de prova no permeâmetro, a conseqüente impermeabilização da área do permeâmetro não ocupada pelo corpo de prova, a saturação do corpo de prova e a utilização da água desareada durante o ensaio, são os principais fatores que alteram subitamente os resultados do coeficiente de permeabilidade.

O ensaio exige que o corpo de prova fique na vertical, e, portanto devem ser tomados cuidados durante a montagem.

A saturação de um corpo de prova pode ser um processo difícil e lento dependendo do solo a ser argiloso ou não.

A utilização da água desareada durante o ensaio será necessária para se evitar a introdução de bolhas de ar. Esta água deve ser preparada com antecedência evitando-se que depois ela absorva ar novamente.

Equipamentos e Acessórios

- Permeâmetro;

- Torninho de Talhagem;
- Balança com capacidade de 1000 g de precisão de 0,01 g;
- Estufa;
- Termômetro;
- Paquímetro;
- Cronômetro;
- Proveta graduada;
- Tubos manométricos (com escala graduada para medição das cargas hidráulicas).

Procedimento

Preparação do corpo de prova

- 1) Retira-se uma amostra indeformada (bloco ou tubo), um prisma com dimensões aproximadas de 70 x 70 x 100 mm com eixo vertical no sentido em que se quer medir a permeabilidade.
- 2) Coloca-se este prisma de solo em um berço, alisa-se a base e o topo da amostra, até que se obtenha superfícies planas e paralelas.
- 3) Coloca-se a amostra assim preparada no torninho de talhagem e alisa-se a superfície lateral até que se obtenha um cilindro com dimensões de 50 mm de diâmetro e 80 mm de altura.
- 4) Durante o processo de talhagem do corpo de prova, retira-se uma quantidade de material necessário à determinação de pelo menos três teores de umidade de solo.
- 5) Com o auxílio do paquímetro determina-se em posições diferentes três medias de diâmetro e de altura do corpo de prova.
- 6) Para amostras deformadas, em que a determinação do coeficiente de permeabilidade seja feita em um corpo de prova compactado em laboratório, os itens 1), 2), 3) e 4), nem sempre serão necessários.
- 7) Determina-se a massa do corpo de provas.
- 8) Coloca-se parafina na superfície lateral do corpo, a fim de evitar percolação d'água radialmente.
- 9) Coloca-se na base do permeâmetro, uma camada de material granular, de granulometria uniforme e permeabilidade superior a do corpo de prova, com

espessura da ordem de 20 mm. Esta camada servirá de apoio ao corpo de prova e a camada drenante à jusante.

- 10) Apóia-se o corpo de prova sobre a camada de material granular, tomando cuidado para que ele fique vertical. Coloca-se parafina não muito quente a sua volta, até a altura de $\frac{1}{4}$ do corpo de prova.
- 11) Coloca-se uma pasta de bentonita envolvendo o corpo de prova até $\frac{3}{4}$ de sua altura.
- 12) Coloca-se parafina até completar a altura do corpo de prova.
- 13) Coloca-se sobre o corpo de prova uma camada de material granular, com uma espessura de 20 mm, a fim de evitar segregação do solo e o carregamento de partículas e também garantir que o fluxo de água seja laminar.
- 14) A saturação do corpo de prova deverá ser feita por processos de circulação d'água durante algum tempo ou por saturação por compressão.

Ensaio de carga variável

Este ensaio deverá ser realizado de acordo com o esquema indicado abaixo:

- a) Determina-se o diâmetro interno do tubo de carga.
- b) Permite-se que a água percole pelo corpo de prova durante algum tempo. Após saturação do corpo de prova, inicia-se o ensaio.
- c) Realiza-se uma leitura inicial na escala do tubo manométrico (h_i).
- d) Faz-se variar a carga hidráulica, e realiza-se a contagem de tempo com o auxílio do cronômetro, a partir da leitura inicial no tubo de carga (h_i).
- e) Quando o volume d'água (menisco) atingir um plano da marca inferior no tubo de carga, para a contagem de tempo e realiza-se uma leitura final (h_f).
- f) Repete-se os itens c) e e), pelo menos 3 vezes.
- g) Após desmontagem do corpo de prova, retira-se do seu interior, amostras em posições diferentes para determinação de pelo menos três unidades.



Figura 6 – (A) Permeômetro (permeabilidade variável) e (B) amostra utilizada no ensaio.

Cálculos e resultados

Ensaio de carga variável

- Calcula-se a área e volume do corpo de prova.
- Calcula-se os índices físicos do corpo de prova antes do ensaio.
- O Coeficiente de permeabilidade será calculado pela fórmula:

$$K = 2,3 \cdot \frac{aL}{At} \cdot \log \frac{h_i}{h_f} \left(\frac{cm}{s} \right)$$

Onde:

K = coeficiente de permeabilidade (cm/s)

a = Área interna do tubo da carga, (cm²)

hi = Altura da carga no instante inicial, (cm)

hf = Altura da carga no instante final (cm)

L = Altura do corpo de prova, (cm²)

t = Tempo percorrido para a água percolar no corpo de prova, na variação da carga hidráulica, (s).

Calculando o coeficiente de permeabilidade da temperatura T° C em que é realizado o ensaio, o mesmo deve ser calculado a temperatura 20° C, através da relação:

$$K_{20} = K_T \cdot \frac{\eta_T}{\eta_{20}}$$

Onde:

K_{20} = Coeficiente de permeabilidade a 20° C.

K_T = Coeficiente de permeabilidade T em que é realizado o ensaio.

η_{20} = Viscosidade do fluido na temperatura de 20° C, que corresponde a 0,01005.

η_T = Viscosidade do fluido na temperatura T.

Por exemplo: para T = 16° C, tem-se $\eta_{16} = 0,0111$.

Assim:

$$\frac{\eta_{16}}{\eta_{20}} = \frac{0,0111}{0,01005} = 1,055 \rightarrow K_{20} = K_{16} .1,055$$

ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

3 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

3.1 GEOMORFOLOGIA

A geomorfologia é a ciência que estuda as formas de relevo. O relevo do estado do Ceará comporta características dependentes da influência de um conjunto de fatores, nos quais as condições geológicas, paleoclimáticas e a dinâmica geomorfológica.

Com relação aos vários domínios de relevos do Estado do Ceará, Souza (*op. cit.*) os agrupou em três domínios geomorfológicos distintos. As subdivisões dos domínios morfo-estruturais obedecem ao modo de arranjo das formas de relevo que têm traços comuns quanto às características fisionômicas e genéticas. Assim, Souza estabeleceu as seguintes unidades:

- A) Domínio dos depósitos sedimentares Cenozóico: Planícies e terraços fluviais; Formas litorâneas e Tabuleiros;
- B) Domínio das bacias sedimentares Paleo-Mesozóicas: Chapada do Araripe; Chapada do Apodi e Planalto da Ibiapaba/Serra Grande.
- C) Domínio dos escudos e dos maciços antigos: Planaltos residuais e Depressões sertanejas;

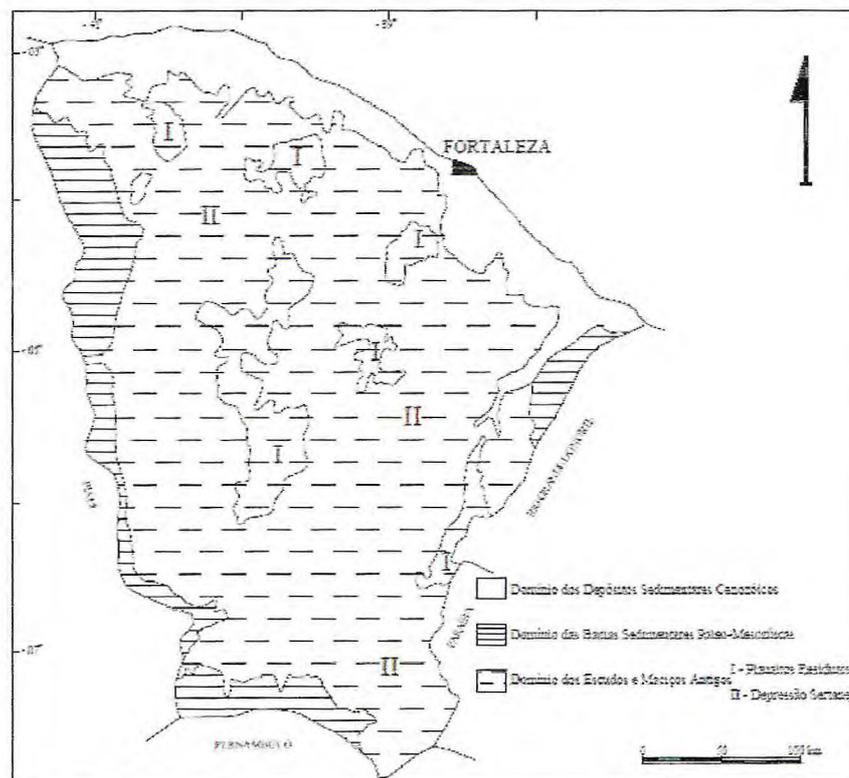


Figura 7 - Esboço geomorfológico do estado de Ceará (modificado de Souza, 1988).

Conforme a APA da Serra de Baturité Ceará (1992) a geomorfologia do Maciço de Baturité apresenta feições fortemente dissecadas em cristas, colinas e vales fechados. Possui uma rede de drenagem bastante densa e exibe uma preferência de padrões sub-dendríticos. Suas feições geomorfológicas estão inseridas no Domínio dos Escudos e Maciços Antigos compostos de litotipos datados do Pré-Cambriano. Trata-se de um maciço residual, disposto em posição NE-SW. Suas características geomorfológicas estão associadas às influências litológicas e estruturais pretéritas, aos mecanismos de flutuações climáticas cenozóicas e aos processos morfodinâmicos atuais.

3.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS

Köppen classificou o estado do Ceará com dois tipo de clima, o clima Bsh também chamado de semi-árido, com temperaturas elevadas, chuvas escassas no inverno e períodos de estiagem que constituem o clima típico do Sertão Nordestino, e o clima AW-AW', tropical quente e úmido, com temperaturas elevadas tendo chuvas no verão e secas no inverno, característico da região litorânea.

O clima do município de Pacoti é do tipo úmido e aparece na serra (APA) devido a altitude a exposição do relevo à ação das chuvas orográficas, na sua vertente oriental (barlavento).

Segundo o IPECE, o município de Pacoti possui temperaturas médias anuais entre 22°C e 26°C, onde o período chuvoso compreende os meses de janeiro a maio e a pluviosidade média anual fica entre 1350mm e 1550mm.

3.2.1 BALANÇO HÍDRICO

No maciço de Batiuté, constata-se que no platô e na vertente oriental úmida, as médias térmicas são relativamente mais baixas do que nos demais setores. Além disso, eles são beneficiados por um período chuvoso de maior duração, que se estende de janeiro a julho. Por consequência, maiores teores de umidade são assegurados durante parte significativa do ano. Nas demais localidades, a deficiência hídrica varia de 230 mm em Munlungu a pouco mais de 130 mm em Pacoti. O excedente hídrico é sempre superior a 600 mm com máximas correspondentes aos extremos de precipitações, especialmente no trimestre que correspondem os meses de Março, Abril e Maio, e que atingem valores próximos ou superiores a 200 mm.

3.3 RECURSOS HÍDRICOS

O maciço de Baturité é o mais importante dispersor de drenagem da porção norte-ocidental do Ceará, com dois sistemas fluviais possuindo nascentes em suas cimeiras.

O Rio Choró é o mais extenso e a maior parte do seu curso, encontra-se na Serra de Baturité, principalmente na vertente úmida onde recolhe grande parte das águas. O seu principal tributário é o Rio Aracoiaba, que se mostra perene em função da construção de barragens. O outro tributário é o Rio Pacoti que apresenta um regime perene, devido as chuvas de vertente oriental. Esses rios apresentam características de regime fluvial de uma maneira geral, influenciadas pelas chuvas orográficas.

A impermeabilidade do terreno, aliada ao forte gradiente, justificam a elevada densidade de cursos d'água, bem como o acentuado grau de dissecação do relevo. Os vales, por consequência, têm sempre formas em V. Apenas nos locais de suavização topográfica os perfis transversais tendem a se apresentar com maiores larguras e em forma de U.

As redes hidrográficas têm padrões sub-dentríticos e subparalelos angulares. Nos dois últimos nota-se um controle exercido pelas estruturas, formando-se os riachos em fendas com drenagem adaptada as estruturas oriundas da tectônica raptural.

3.4 PEDOLOGIA

Segundo o IPLANCE (2004), o solo predominante é o podzólico vermelho-amarelo apresentam classe textural variando de argilosa à média, predominando os solos bem drenados e porosos. Possuem horizontes A, Bt e C, onde o horizonte Bt é caracterizado por apresentar películas de materiais coloidais. Esse tipo de solo, segundo Atlas do Ceará – IPLANCE, 1995, é subdividido em eutróficos (PE), quando há presença de horizonte subsuperficial de acumulação de argilas e, distróficos (PV), quando apresentam forte acidez.

Trabalhos realizados no Maciço de Baturité, mais especificamente nas regiões de Pacoti e Guaramiranga, identificaram basicamente cinco tipos principais de solos na região: solos do tipo horizonte B textural (Podzólico Vermelho-Amarelo), podzólicos, aluviais, litólicos e latossolos (Araújo & Paz, 1984; Brígido & Filho, 1985; Gomes, 1993; Amorim, 2000 e Araújo, 2003).

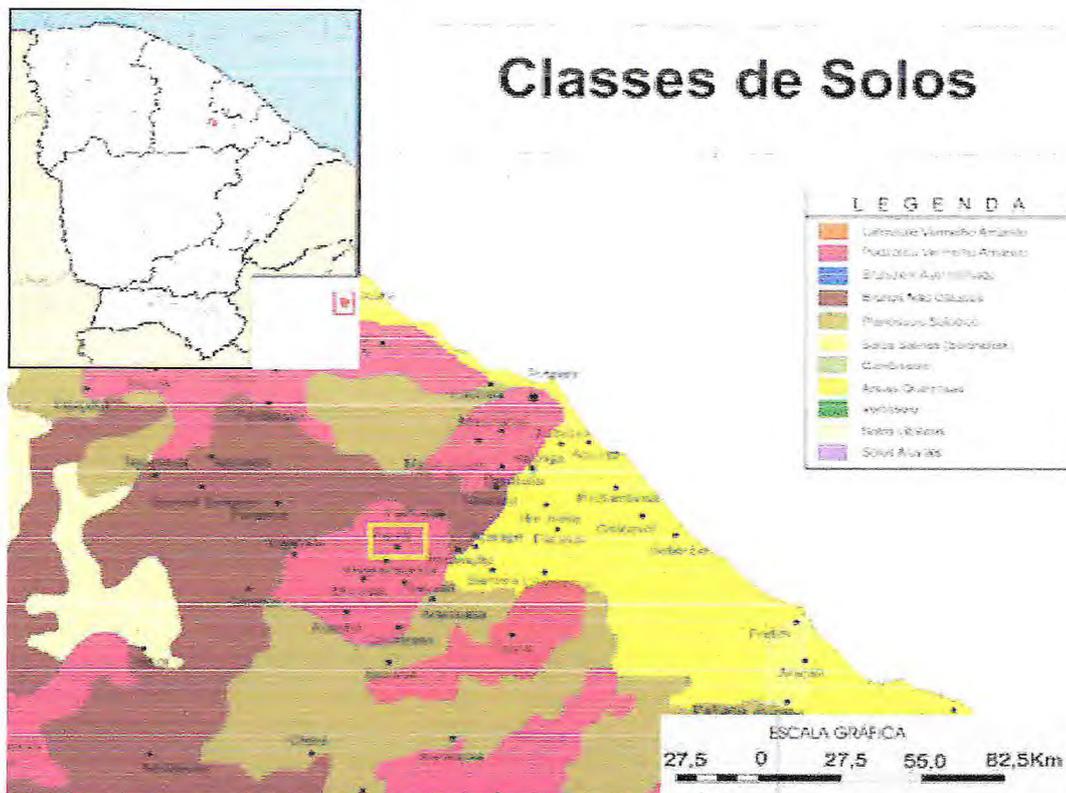


Figura 8 - Mapa Pedológico da porção Nordeste do Estado do Ceará, ilustrando os principais tipos de solos que ocorrem na área e suas adjacências (Fonte – Adaptado do mapa de solos do Brasil 1981 – EMBRAPA).

Os solos do tipo horizonte B textural, são bastante profundos, argilosos, com textura média e coloração que varia de amarela a vermelha. São solos moderadamente drenados e sujeitos a constantes deslizamentos devido sua saturação do horizonte superficial. Os podzólicos predominam na região, e se encontram desenvolvidos sobre diferentes litotipos que compõem o substrato rochoso. São principalmente argilosos e ou argiloarenosos, caolíniticos, profundos, laterizados com cores variando entre amarelo e vermelho.

Os solos aluviais, que se desenvolvem em todos os setores da região, são hidromórficos, de coloração cinza, textura arenosa, e bastante friável, podendo conter porções argilosas ricas em matéria orgânica fora dos leitos em direção às margens.

Os litólicos são representados por solos pouco desenvolvidos, presentes nas vertentes íngremes e nas porções superiores das encostas onde as declividades são normalmente maiores que 40%. São solos rasos a muito rasos que têm como sequência de horizontes típicos: A, C, R ou A, R, este último, quando o horizonte A se dispõe diretamente sobre a rocha mãe.

Os latossolos ocorrem como pequenas manchas no interior dos podzólicos. São bastante argilosos, muito profundos e bem estruturados, exibindo mosqueamento em cores variadas onde predominam o branco e o vermelho amarelo. Pode-se também observar, nesse tipo de solo, formação de nódulos e concreções de óxido e hidróxidos de ferro o que atesta o estágio avançado de sua evolução.



Figura 9 – Solo plintítico (mosqueado).

3.5 APA DE BATURITÉ

As Áreas de Proteção Ambiental (APA's) foram criadas em 1981 pela lei federal 6.902, com o objetivo de conciliar o desenvolvimento da ocupação antrópica com características ambientais da área, através do ordenamento do espaço territorial, num trabalho conjunto ente órgãos governamentais, mas com participação ativa da sociedade.

A APA da Serra de Baturité é a primeira e mais extensa Área de Proteção Ambiental criada pelo Governo do Estado do Ceará, instituída através do Decreto Estadual 20.956 de 18 de setembro de 1990. Abranje uma área de 32.960 hectares e localizada na porção nordeste do estado, na região serrana do Maciço de Baturité. Delimitada pela cota de 600m, é composta pelos municípios de Aratuba, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Palmácia e Redenção.

ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONAIS

4 ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONAIS

Segundo Santos (1999) a província Borborema foi dividida em domínios geotectônicos diversos, formando blocos crustais que foram amalgamados durante a orogênese (colagem) brasileira.

Segundo Fetter *et al.*, (2000) estes elementos subdividem a porção norte da PB em mega-domínios estruturais: Domínio NW Ceará (Médio Coreau), Domínio Ceará Central (no qual a área está inserida) e Domínio Rio Grande do Norte. O Domínio Ceará Central é a mais extensa unidade geotectônica da região central da Província Borborema (PB) com 80.000 Km². Pode ser subdividido em três unidades geotectônicas: 1) Embasamento Arqueano, 2) Terrenos acrescionários do Paleoproterozóico, e 3) Terreno Santa Quitéria (Fetter *et al.* 2000). Geologicamente, a área estudada localiza-se nos terrenos acrescionários do paleoproterozóico.

Os terrenos acrescionários do paleoproterozóico são constituídos por paragneisses e ortogneisses diversos situados entre o Terreno Santa Quitéria e a zona de cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP). Eles correspondem ao Complexo Independência, Grupo Itaira e a uma parte do Grupo Ceará.

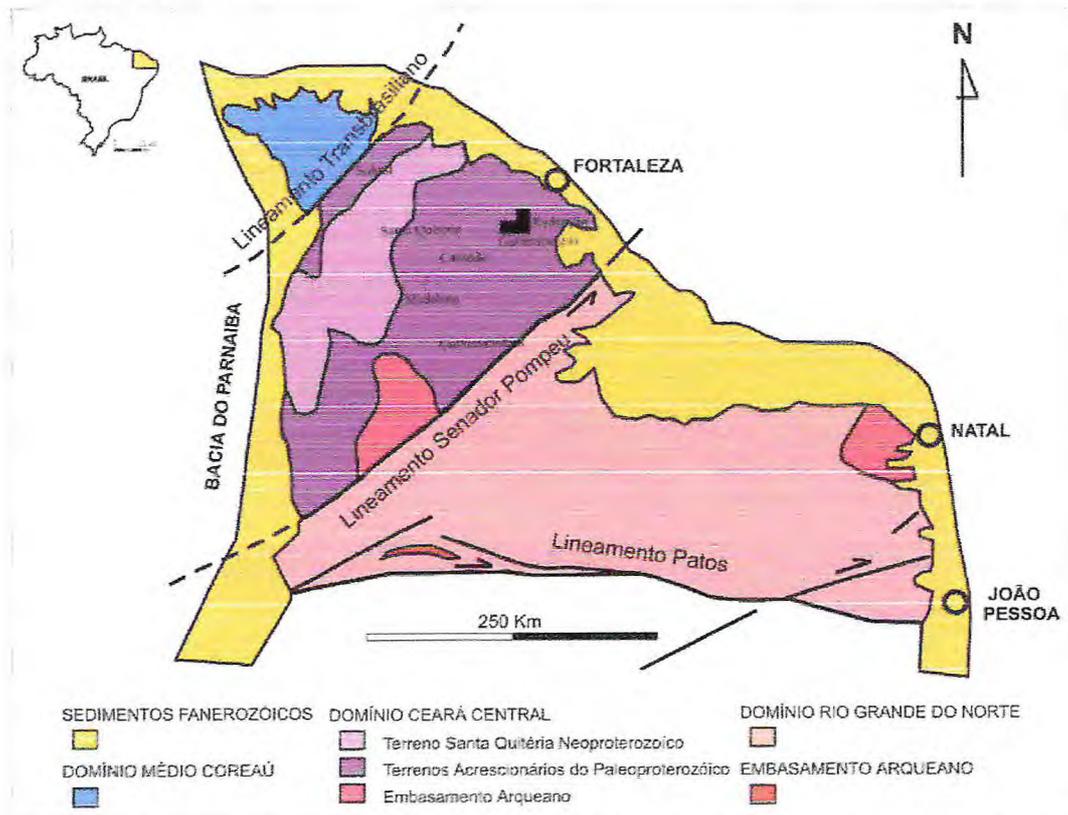


Figura 10 - Mapa esquemático da porção norte da Província Borborema com as principais estruturas e domínios tectônicos (modificado de Fetter *et al.*, 2000).

4.1 DOMÍNIO CEARÁ CENTRAL (DCC)

O Domínio Ceará Central é delimitado a NW pela zona de cisalhamento Sobral-Pedroll (Lineamento Transbrasiliano), a SE pela zona de cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP), e a SW-W é encoberto pelos sedimentos da Bacia do Parnaíba (Fetter et al, 2003).

Arthaud et al, (1998), caracteriza o Domínio Ceará Central por grandes nappes recumbentes bem preservadas que envolvem o embasamento policíclico e as rochas supracrustais, que relatam para o conjunto um metamorfismo de alta pressão associado ao empilhamento de nappes, evoluindo em direção a um metamorfismo de alta temperatura, com descompressão de nappes, enquanto condições de mais baixas pressões afetaram o embasamento para- autóctone. Subseqüentemente dominaram processos transpressionais ao longo da zona de cisalhamento Senador Pompeu, através da qual conjuntos alongados de plutons foram intrudidos.

Fetter (1999) e Fetter et al. (2003), subdividem o Domínio Ceará Central (DCC) em distintos terrenos, a saber: Embasamento Arqueano, Terrenos Acrescionários Paleoproterozóicos, Terreno Santa Quitéria.

O DCC pode ser compartimentado em quatro grandes conjuntos litotectônicos: a) Maciço Arqueano de Tróia, b) Complexo Gnáissico paleoproterozóico, c) Rochas supracrustais paleoproterozóicas a neoproterozóicas, d) Complexos granito-migmatíticos neoproterozóicos e granitóides neoproterozóicos a cambrianos.

4.2 LITOESTRATIGRAFIA

Bizzi et al. (2001) cartografaram, na área de estudo, dois agrupamentos maiores: um deles um domínio batolítico, de idade inferida neoproterozóica, equivalente ao Complexo Tamborão - Santa Quitéria descrito por Braga et al. (1997) e o outro, denominado Complexo Ceará, situando-se na mesma área de exposição do complexo Caicó de Braga et al. (1977). O complexo Ceará é subdividido, por esses autores, nas unidades Independência e Canindé que representam ambientes de margem passiva de idade paleoproterozóica indiferenciada. A unidade Independência aflora como faixas e cordões sinuosos envolvendo metapelitos, quartzitos, e mármore, com figurando seqüência do tipo QPC, distribuindo-se pelas serras de Baturité, Ubajara - Frade - Canta Galo, enquanto a unidade Canindé representa um ambiente rico em clásticos, não turbidíticos, distribuindo-se na área restante de topografia, menos acidentada, dominada por paragneisses metapelíticas podendo se associar a quartzitos.

Cavalcante et al. (2003) consideram também o Complexo Ceará subdividido nas unidades Independência e Canindé com descrições litológicas e cartografia semelhante à de Bizzi et al. (2001), sendo a idade inferida também no Paleoproterozóico indiferenciado. Entretanto, o domínio equivalente ao Complexo Tamboril – Santa Quitéria descrito por Braga et al. (1977) foi cartografado como um segmento do Complexo Ceará com grande contribuição de corpos de composição granítica.

Estudando a região de Baturité, Torres (2004), denominaram os litotipos anteriormente atribuídos ao Complexo Ceará de Sequência Acarape a qual foi subdividida em duas subunidades Aracoíaba e Baturité.

A subunidade Aracoíaba é representada por gnaisses e xistos pelíticos com ou sem granada e silimanita associados a quartzitos, mármores, calcissilicática e subordinadas metavulcânicas de composição dacítica e traquiandesítica. A subunidade Baturité é composta por gnaisses pelíticos com ou sem granada e silimanita, parcialmente migmatizados associados a subordinados metaultramáficas e quartzitos.

ASPECTOS GEOLÓGICOS LOCAIS

5 ASPECTOS GEOLÓGICOS LOCAIS

Este mapeamento buscou fazer um levantamento geológico estrutural do município de Pacoti, que geologicamente esta inserida na sequência Metavulcano-sedimentar de Acarape, a qual esta localizada na porção nordeste do Domínio Ceará Central segundo Athaud *et al.*(1998). Tal sequencia é datada de idade Neoproterozóica.

Os litotipos que foram mapeados, em sua maioria são representados por gnaisses e xistos, intercalados por lentes de quartzitos. Esses gnaisses possuem certa variação composicional e estrutural, esta variação estrutural é evidenciada de forma expressiva nos Hornplenda gnaisse com a recristalização dos grãos e o aparecimento de boudinagem. Nos Gnaisse Migmatíticos foi observado estrutura própria dos migmatitos como Schilierem, e nos demais tipos de gnaisse foi evidenciado sua estrutura característica como bandeamentos composicionais e foliação bem definida.

Os pegmatíticos ocorrem de maneira errática e são encontrados na forma de pequenos corpos na porção central e leste da área, em sua maioria possuindo composição granítica à quartzosa. E em algumas porções destes corpos a início de evidência de planos de foliação.

Toda a região é cortada por cursos de drenagens, sendo de maior relevância, a bacia do Rio Pacoti. A Planície aluvionar do Rio Pacoti, riacho Salgado e Oiticica são recoberta em sua maioria por materiais argilosos a arenoso de granulometria fina a grossa, material oriundo das rochas que formão os morros e colinas próximos a essas planícies.

A região de maior acumulação de sedimentos ocorre respectivamente de idade Quaternária.

Na área mapeada as litologias registradas foram Gnaisse (Hornblenda-Biotita gnaisse, Hornblenda gnaisse, Gnaisse migmatito, Biotita gnaisse c/ granada); Xisto (Muscovita-biotita xisto, Biotita - silimanita xisto, Quartzo - muscovita xisto); Pegmatitos (Composição granítica e quartzosa).

5.1 PETROGRAFIA

5.1.1 GNAISSES

Macrocópica os gnaisse estão dispostos em grande parte da área, são rochas de composições máfia (biotita e horblenda) e felsicas (quartzo, feldspática, plagioclásio). Possuindo granulação grossa a média apresentando orientação planar de moderado a forte. Podendo ser observado granada, silimanita, muscovita como minerais aluminosos

evidenciando uma possível paraderivação. Essa possível paraderivação nos retratar ao metamorfismo Barroviano, devido à ao aparecimento destes minerais aluminosos.



Figura 11 - Biotita gnaisse com granada UTM, WGS – 84, Zona 24S - coordenadas: 511934/9534474.

Microscopicamente a rocha possui aspecto alterado, apresentando uma textura granoblástica, com granulação média, com minerais de até 1 cm. Mineralogicamente a rocha é constituída por quartzo (30%), biotita (30%), muscovita(12%), plagioclásio(10%), feldspato (10%), acessórios e opacos (8%).

Os minerais de quartzo ocorrem tem formas anedrais e em algumas porções estão recristalizados. Observa-se fraturas nestes minerais, extinção ondulante e contatos irregulares a regulares com os outros minerais.

Os plagioclásios possuem geminação polissintética, nota-se um aspecto alterado, formas anedrais e inclusões de minerais de biotita. São observados em pequenas quantidades na rocha.

Os feldspatos possuem extinção ondulante e encontram-se alterados na rocha, nota-se a presença de inclusões de biotita inserida nos mesmos possuindo formas anedral.

As biotitas possuem formas tabulares que vão de subeudral a anedral com pleoclorismo que varia de castanho a marrom, bem orientado na rocha. Possuem clivagem perfeita em uma direção. Os minerais de biotita são observados na rocha ocorrendo entre os contatos com outros minerais e na forma de inclusões.

A muscovita é pouco representativa na rocha em forma de pequenos filetes subeudrais, observados em algumas porções apenas, são incolores a luz natural e possuindo clivagem perfeita em uma direção.

Os acessórios são representados por minerais de granada, de formatos anedrais, relevo alto e isotrópico de tamanho aproximadamente de 0,5mm com presença faturamento intragrão.

Os opacos estão distribuídos como óxidos nas bordas dos minerais de biotita e como forma de grãos distribuídos em algumas porções da rocha.

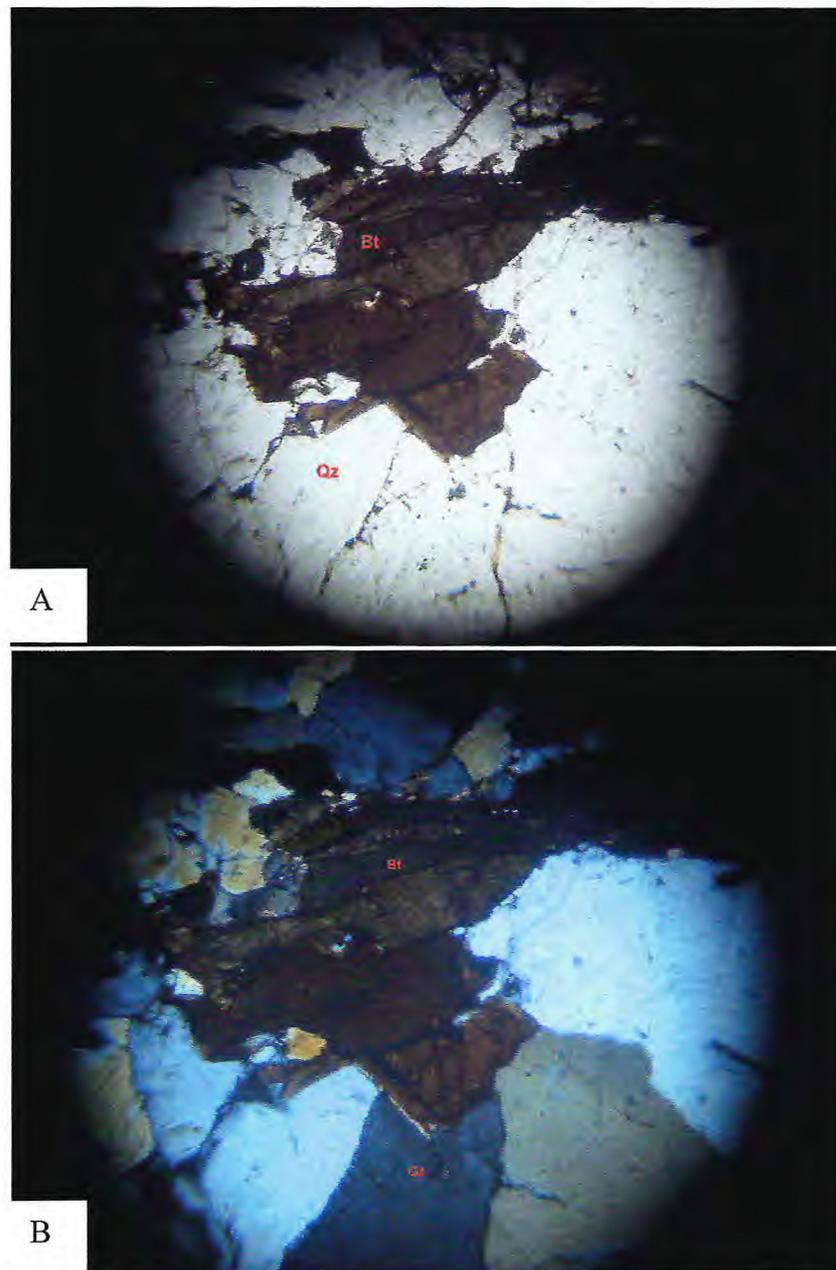


Figura 12- Fotomicrografia de seção delgada do litotipo Biotita gnaiss com granada. Coordenada UTM 511934/9534474 Datum WGS – 84, Zona 24S, onde na foto A está a luz natural e foto B na luz ortoscópica representando os minerais biotita e quartzo pelas siglas Bt e Qz, respectivamente.

5.1.1.1 GNAISSE MIGMATÍTICO

Observou - se em alguns pontos, gnaisses com início de fusão parcial (apresentado leucossoma e melanossoma), com feições estruturais características de Mimatitos homogêneos.



Figura 13- Gnaiss migmatítico situado na coordenada UTM 511934/9534474 Datum WGS – 84, Zona 24S mostrando sua duas fases composicionais.

Quanto à geologia estrutural apresenta três fases deformacionais. A primeira gerando a foliação com direção N280, 40NE e os bandamentos, uma segunda que migmatizou todo o pacote, com característica dúctil. E uma terceira tardia de caráter rúptil que geraram juntas e fraturas. Apresentando localmente um regime extensional. Tendo como atitudes dos pares cisalhantes F1: N340, 85NE; F2: N45, 75NW.

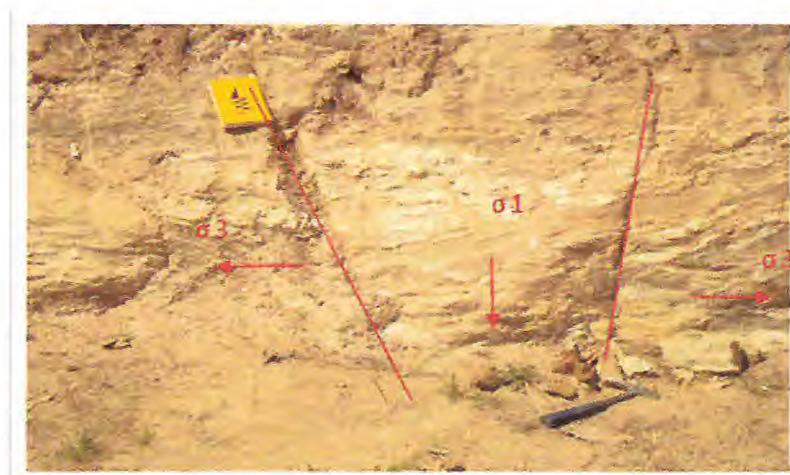


Figura 14 – Feições estruturais do litotipo Gnaiss Migmatito situado na coordenada UTM 511934/9534474 , WGS – 84, Zona 24S.

5.1.1.2 HORNBLENDA-BIOTITA GNAISSE

Observou-se macroscopicamente que este litotipo em sua maioria apresenta-se em formas de lentes, podendo ou não esta milonitizado. Esta feição milonítica é identificada em campo através da cominuição dos grãos nas rochas compondo a foliação. Associados a metamorfismo de alto grau, provavelmente de fácies anfibolito alto.

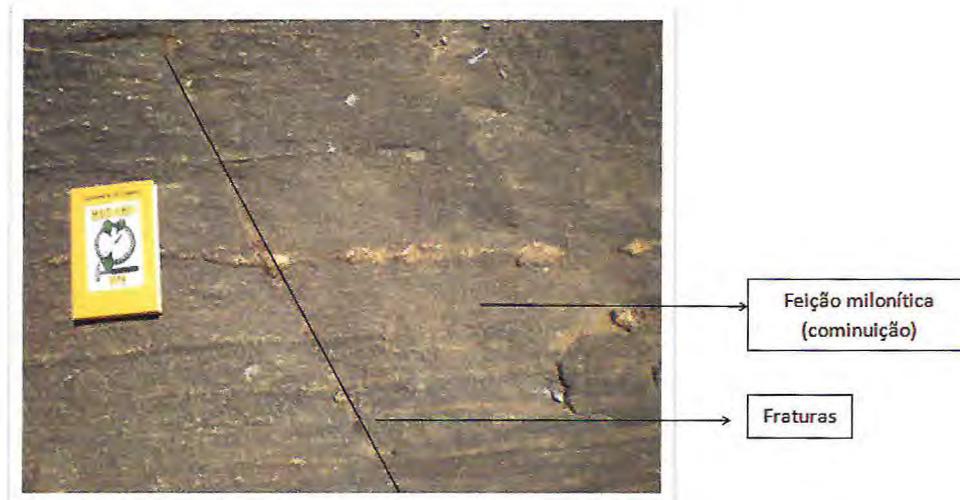


Figura 15 – Hornblenda Gnaiss com estrutura milonítica situado na coordenada UTM 508189/9533026, Datum WGS-84, Zona 24 S.

A rocha apresenta textura granonematoblástica com granulometria média, variando de 0,5mm a 0,8mm. A rocha é constituída essencialmente por quartzo(30%), biotita(25%), feldspato(10%), hornblenda(20%), acessórios e opacos(5%).

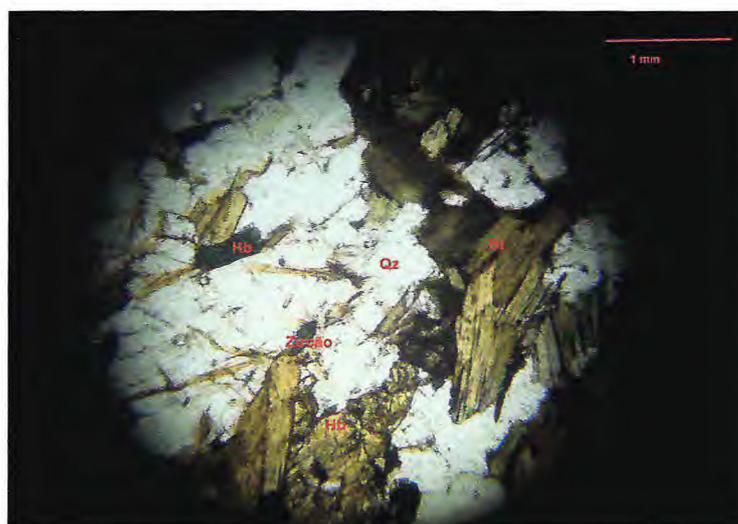


Figura 16 – Fotomicrografia a luz natural dos Hornblenda-Biotita Gnaisses sendo representado pelos minerais hornblenda (Hb), Quartzo (Qz), Biotita (Bt) e Zircão.

O quartzo apresenta extinção ondulante, ocorre sobre as formas anedrais com algumas fraturas e inclusões de outros minerais como Biotita e hornblenda, apresentam-se recristalizados.

Os plagioclásios apresentam geminação polissintética, albita e carlsbad, apresenta fraturas irregulares e aspecto alterado e nota-se também a presença de inclusões de pequenos grão de biotita.

Feldspatos apresentam contatos irregulares com outros minerais, possui forma anedral com extinção ondulante e pouco alterada, são incolores.

Biotitas ocorrem praticamente por toda a rocha, apresentam formas laminares (subeudrais e eudrais) tem clivagem perfeita em 1 direção, apresentam pleoclorismo que varia de verde pálido a marrom com tamanhos de minerais em torno de 0,5mm. Os contatos destes minerais com outros variam de irregular a retos.

As Hornblendas apresentam grãos subeudrais a eudrais de coloração verde. E a luz natural de tons em verde claro, esses minerais apresentam 2 planos de clivagem com ângulo de 55° entres eles. Com relevo moderado.

Os minerais acessórios são representados pelos minerais de zircão principalmente que possui um relevo alto e formas subeudrais.

Os minerais opacos são observados em lâmina com formatos anedrais inseridos nos demais minerais de quartzo..

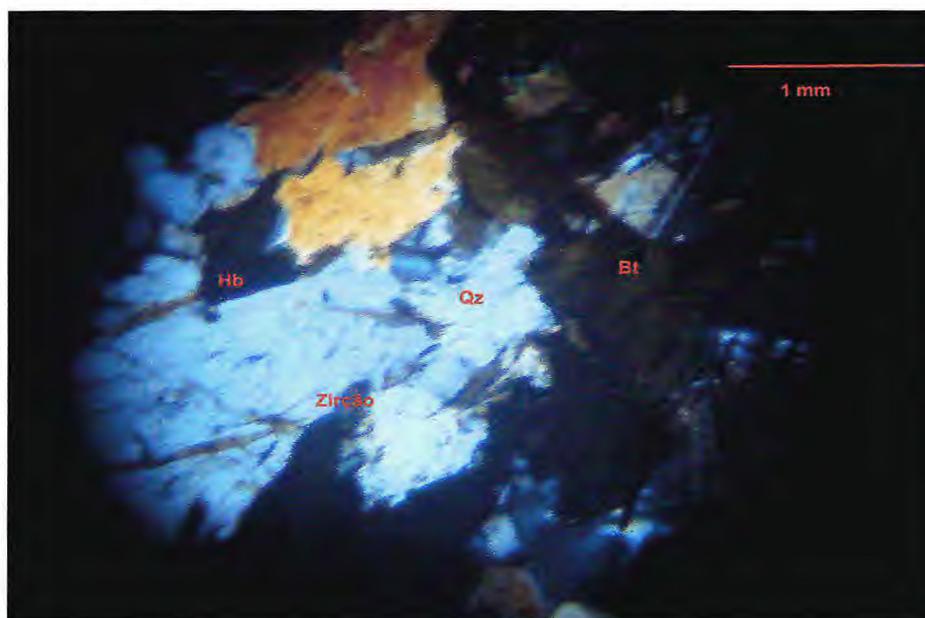


Figura 17 – Fotomicrografia a luz ortoscópica da rocha metamórfica do litotipo Hornblenda-Biotita Gnaisses sendo composta por Hornblenda (Hb), Biotita (Bt), Quartzo (Qz) e acessório zircão.

O afloramento localizado no leito do rio Pocoti, este Hornblenda biotita-gnaiss apresenta feições de cisalhamento, como cominuição mineral e verticalização da foliação (milonitização). Observou-se também estrutura de estiramento como boudinagem concordantes a direção da foliação, em sua fase dúctil. Com comportamento frágil apresentado fraturas e veios em sua fase rúptil.

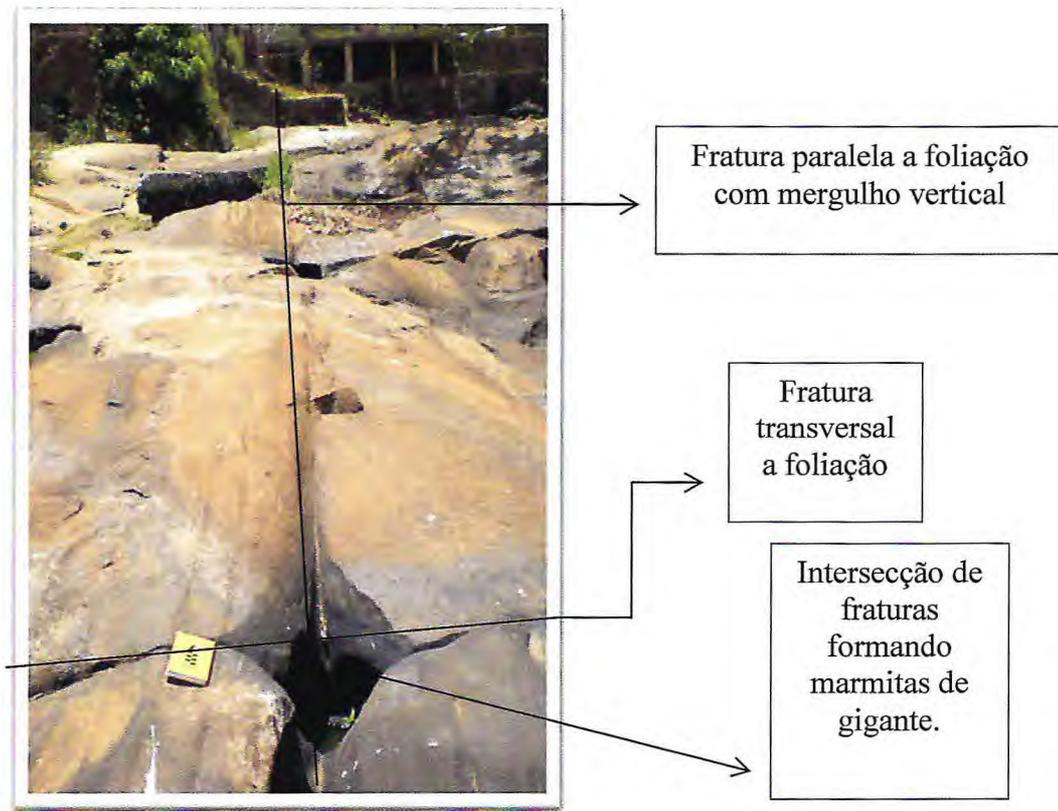


Figura 18 – Intersecção de fraturas formando marmitas de gigantes situado na coordenada UTM 508189/9533026, Datum WGS-84, Zona 24 S.

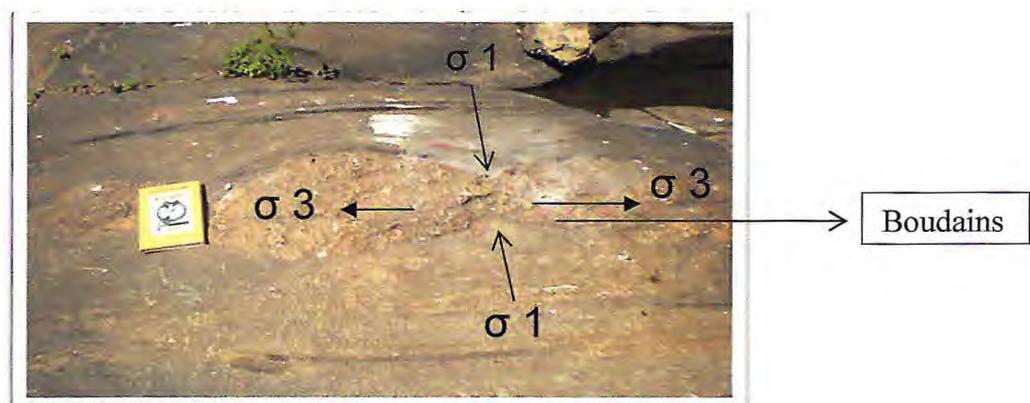


Figura 19 – Esforço estrutural demonstrando a formação de boudains situado na coordenada UTM 508189/9533026, Datum WGS-84, Zona 24 S.

5.1.2 XISTOS

Os xistos encontram-se na área de pesquisa em uma faixa de direção NW-SE. Todos os xistos estudados têm características de serem associados a metamorfismo de baixo a médio grau. Provavelmente são do fácies xisto verde a anfíbolito médio.

5.1.2.1 MUSCOVITA - BIOTITA XISTO

Estes corpos possuem característica planar bem definidos (plano de xistosidade concordante com a foliação, com trend preferencial de E-W/30S).

Composto basicamente por quartzo, biotita, muscovita e feldspato, podendo ou não apresentar silimanita e granada.



Figura 20 – Afloramento mostrando o litotipo Muscovita-Biotita Xisto situado na coordenada UTM 509887/9536288, Datum WGS-84, Zona 24S..

Petrograficamente a rocha tem textura lepidogranoblastica devido a forte orientação das micas e granoblastica por causa de uma porção de minerais de quartzo. Apresenta granulometria fina a média com minerais que variam de tamanho (0,3 mm a 1 mm). Nota-se a presença de uma orientação dos minerais e com aspecto alterado. Mineralogicamente a rocha é constituída essencialmente de quartzo (25%), feldspato (15%), biotita (30%), muscovita (25%), minerais acessórios e opacos com (5%).

As Biotitas aparecem como minerais mais abundante na rocha, possui clivagem perfeita em uma direção, são minerais que variam de eudrais a subeudrais, com forma tabular, possuindo pleocroísmo que varia de castanho a marrom.

A muscovita aparece menor quantidade que a biotita, ocorre sob forma tabular, exibindo também clivagem perfeita em uma direção, apresentam contatos regulares e irregulares com os outros minerais.

O quartzo possui extinção ondulante, em algumas porções ocorrem recristalizados e apresentando contatos irregulares com outros minerais. São minerais anedrais com aspecto alterado e fraturado.

O feldspato ocorre em pequenas quantidades em relação aos demais minerais, apresentam extinção ondulante e possui forma anedral.

Os minerais acessórios são de difícil visualização devida a apresentar uma granulometria muito fina.

Os minerais opacos ocorrem em formatos anedrais com tamanhos milimétricos (~0,2mm) com contatos irregulares com outros minerais e às vezes ocorrem na forma de óxidos nas bordas dos minerais de biotita.

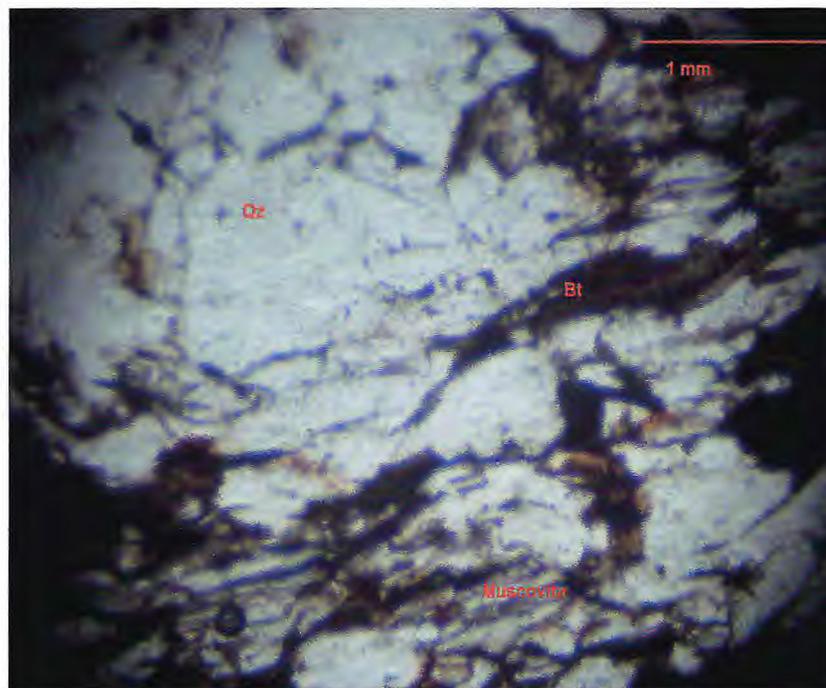


Figura 21 – Fotomicrografia a luz natural do litotipo Muscovita-Biotita Xisto mostrando os minerais de quartzo (Qz), biotita (Bt) e muscovita.

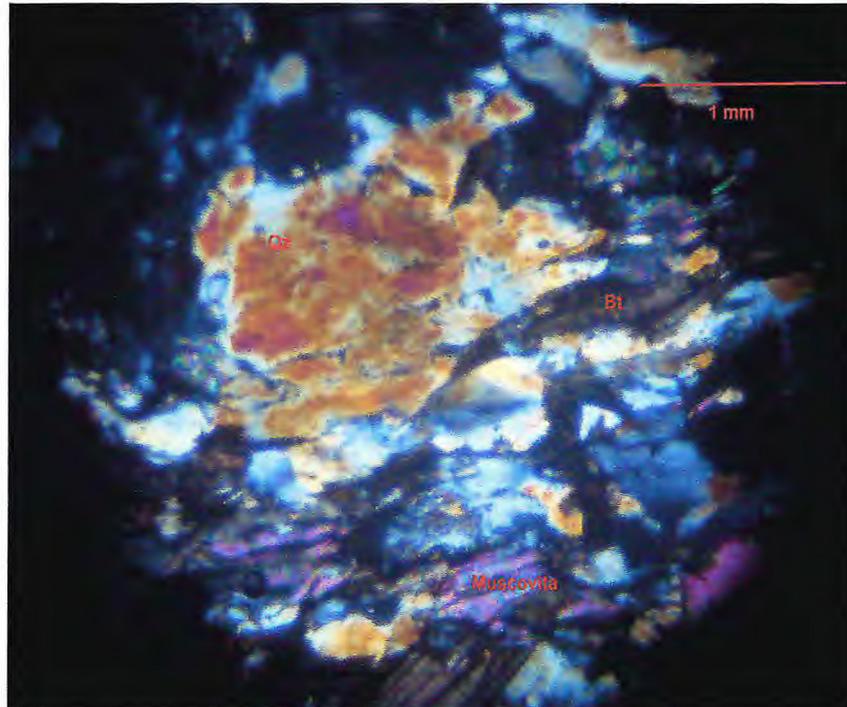


Figura 22 – Fotomicrografia a luz ortoscópica do litotipo Muscovita-Biotita Xisto mostrando os minerais de quartzo (Qz), biotita (Bt) e muscovita.

Apresentando como feições estruturais principais planos de xistosidade e fraturas. Ocorrendo em duas famílias de distintas F1: N 28, 90; F2: N280, 90. Em algumas zonas apresentam-se como pares conjugados.



Figura 23 – Feições estruturais com duas famílias de fraturas demonstrando elipsóides de esforços situado na coordenada UTM 509887/9536288, Datum WGS-84, Zona 24S.

5.1.2.2 BIOTITA XISTO COM GRANADA

Biotita xisto com granada apresentava-se bastante alterado, localizando-se na localidade de Munguba de Baixo. Sua composição básica é biotita, quartzo, feldspato e acessórios apresentando como destaque fenocristais de granada. A rocha descrita acima pode apresentar metamorfismo de médio grau, demonstrando ter característica paraderivada devido a presença de minerais aluminosos. Tendo seu trend principal N120, 40NE (foliação).



Figura 24 – Rocha xistosa demonstrando fenocristais de granada (Gr) situado na coordenada UTM 510789/9530717, Datum WGS-84, Zona 24S.

5.1.3 QUARTZITO

Os quartzitos são essencialmente compostos por quartzo. Tem maior resistência em razão à dureza deste mineral, devido a isto podem ser encontrados como evidencia de relevos resistatos em topos de algumas elevações. Podendo ser encontrados em formas de lentes.

Estes corpos estão dispostos na área como lentes que sofreram em algumas porções dobramentos. Sua composição pode ser essencialmente pura (só quartzo) ou impura.

5.1.3.1 MUSCOVITA QUARTZITO

Muscovita quartzito com estratificação S_0 preservada de composição quartzo - muscovita, apresentado ainda turmalina compondo lineação mineral.

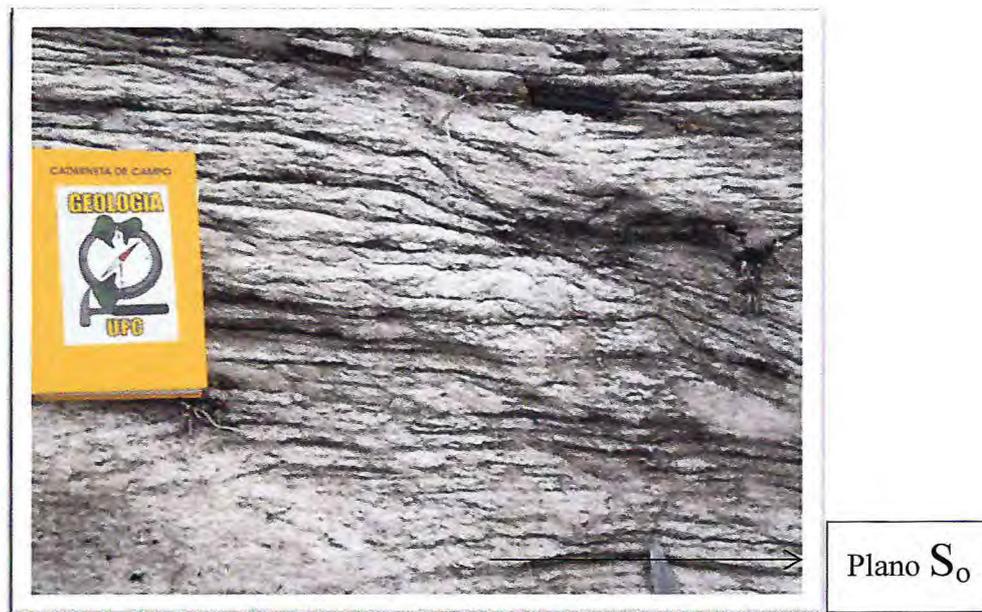


Figura 25 – Estratificação S_0 no muscovita quartzito situado na coordenada UTM 509220/9537190, Datum WGS 84, Zona 24S.



Figura 26- Amostra de mão de Muscovita Quartzito com lineamento mineral de turmalina.

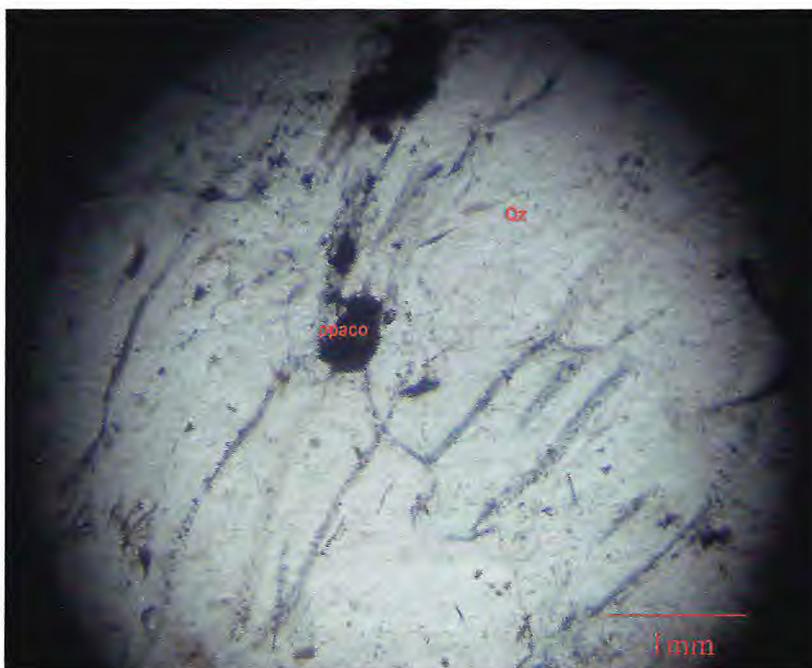


Figura 27 – Fotomicrografia do litotipo muscovita quartzito com textura granoblástica apresentando mineralogia principal de quartzo(Qz) e acessórios opacos.

A rocha apresenta textura granoblástica e apresenta minerais que variam de anedrais a eudrais, possuem tamanhos de 0,6mm a 0,7mm, e apresentam uma granulometria média. A rocha é essencialmente constituída por quartzo (70%), muscovita (20%), feldspato (7%), opacos e acessórios (3%).

O mineral de quartzo é o mineral mais abundante na rocha, são minerais incolores à luz natural, possuem grãos anedrais que apresentam fraturas em algumas porções e com a presença de inclusões irregulares dos outros minerais como muscovita e biotita e até mesmo de quartzo, apresentam extinção ondulante e em algumas porções estão recristalizados.

Os minerais opacos estão distintos na forma de grãos anedrais por meio a rocha com coloração escura e na forma de óxidos.

Os minerais acessórios são de difícil identificação (onde nota-se a presença de turmalina).

5.1.4 PEGMATITO

Pegmatitos são rochas de granulação muito grossa e seus corpos são intrudidos e alojam-se em forma de bolsões. As porções pegmatíticas mapeadas são de composição granítica de mineralogia

principal k- feldspato, quartzo, plagioclásio e micas, ocorrem geralmente concordantes a foliação principal presentes nas rochas do Grupo Ceará.

Provavelmente quando alterado formam bolsões e lentes de coloração esbranquiçada onde o mineral secundário predominante é a caulinita. As principais ocorrências destes bolsões estão localizadas na porção central e sudoeste da área.



Figura 28 – Pegmatito de composição granítica bastante alterado situado na coordenada UTM 516465/9532849, Datum WGS 84, Zona 24S.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA

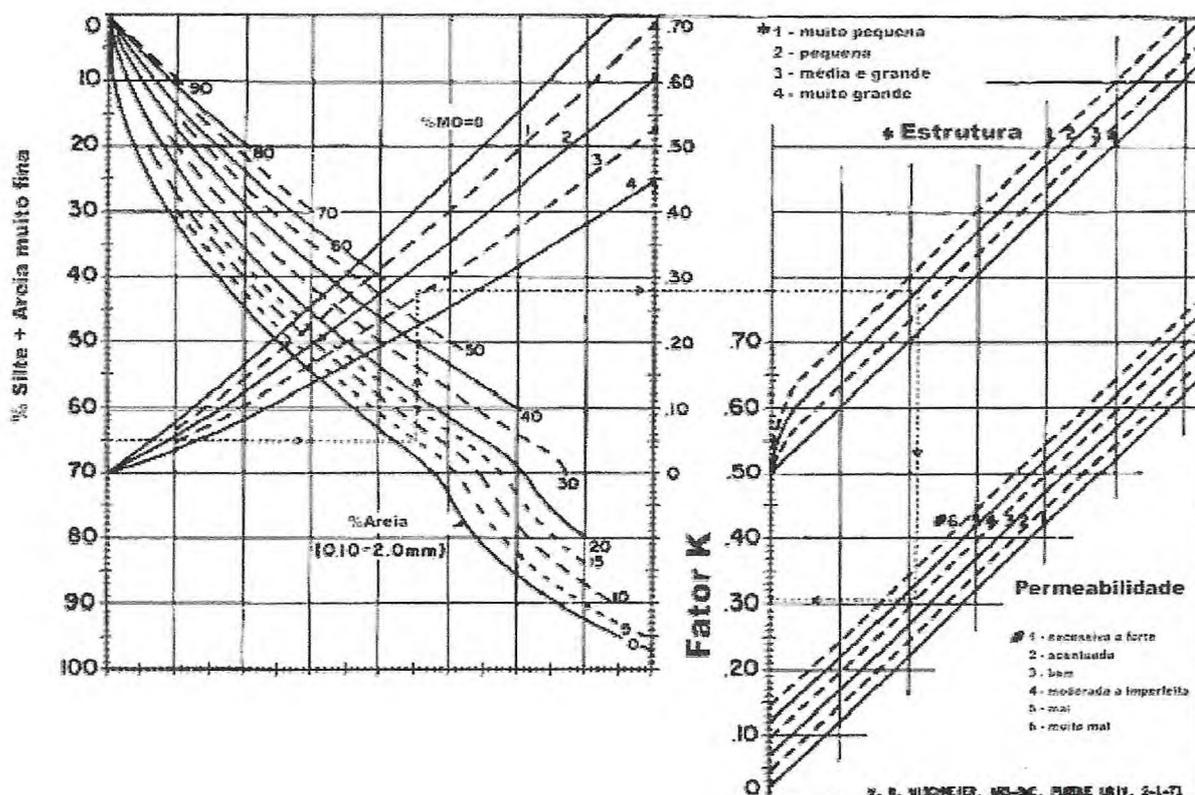
6 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL VOLTADO A EROSÃO E ESTABILIDADE DE TALUDES DA ÁREA

6.1 POTENCIAL DE ERODIBILIDADE DO SOLO (FATOR K)

A erodibilidade de um solo representa a susceptibilidade do solo à erosão. Este fator está diretamente relacionado com a tipologia do solo, ou seja, propriedades físicas e químicas que determinam o grau de erosão dos diferentes tipos de solos quando submetidos às mesmas condições de chuva, declive e uso.

O Fator K foi calculado através do nomograma de Wischmeier et al. (1971), de acordo com as características do solo e os teores de argila, silte, areia fina, matéria orgânica, estrutura do solo e permeabilidade.

A utilização do nomograma acontece com a entrada inicial da soma dos percentuais de argila e silte da amostra de solo em questão. A partir deste valor é traçado no eixo das abscissas uma linha horizontal, seguindo ao encontro do conjunto de curvas que representam o percentual de areia (0,10 – 2,0 mm) da amostra.



Em seguida, traça outra linha, desta vez vertical e seguindo na direção do nomograma, encontrando as retas representativas do percentual de matéria orgânica na amostra. A partir deste ponto, desenha outra linha horizontal, e seguindo para direita, indo de encontro no quadro seguinte, à família de retas de estrutura do solo, em seguida com uma vertical descendente, ao encontro do conjunto de retas que representam a permeabilidade da amostra de solo e por fim segue por uma linha horizontal para a esquerda, achando-se o valor de K da amostra estudada.

Diâmetro dos Grãos	Solos	Classificação
<0,002mm	Muito fino (mais de 50% de finos)	1
0,002 – 0,1	Médio a Grosso (mais de 50% de areia)	2
0,1 – 2	Médio a Grosso (mais de 50% de areia grossa)	3
>2mm	Bolo a maciço (mais de 50% de pedregulho)	4

Tabela 5 – Classificação estrutural do Solo. Fonte: Almeida, A.G.B. (2001).

Permeabilidade		Classificação	
(m/s)	(mm/h)		
$<2,8 \times 10^{-5}$	<1	6	Muito Lenta
$2,8 \times 10^{-5}$ a $5,6 \times 10^{-5}$	1 a 2	5	Lenta
$5,6 \times 10^{-5}$ a $1,4 \times 10^{-4}$	2 a 5	4	Lenta a Moderada
$1,4 \times 10^{-4}$ a $5,6 \times 10^{-4}$	5 a 20	3	Moderada
$5,6 \times 10^{-4}$ a $1,7 \times 10^{-3}$	20 a 60	2	Moderada a Rápida
$> 1,7 \times 10^{-4}$	>60	1	Rápida

Tabela 6 – Classificação dos valores de permeabilidade. Fonte: Hann (1994).

Fator K	Classificação de erodibilidade	Faixa do Fator K t/ha(ha.mm/h)
1	Fraca	< 0,15
2	Média	$0,15 < K < 0,30$
3	Forte	$K > 0,30$

Tabela 7 – Fator de erodibilidade do solo. Fonte: Almeida, A. G. B. (2001).

Utilizando o Nomograma de Wischmeier chegou-se aos resultados de erodibilidade das amostras catalogadas na tabela – 8. Estes resultados foram retirados das tabelas (granulometria, sedimentação, permeabilidade e matéria orgânica), localizados nos anexos.

O Fator K é classificado com base em Almeida, A.G.B. (2001). As amostras analisadas demonstraram resultados de erodibilidade em torno de 0,20 a 0,50

t/ha(tm/ha.mm/h), conseqüentemente na classe analisadas deram erodibilidade de médio a forte.

Amostras	Granulometria		Matéria Orgânica (%)	Estrutura	Permeabilidade		Erodibilidade t/ha (tm/ha.mm/h)
	% Finos (0,002-0,1mm)	% Areia (0,1 - 0,2mm)			Cm/s	CLASSE	
PS – 21	49	51	0,63	2	5,0E-5	5 – Lenta	3 – forte
PS – 25	59	25	2,94	1	1,6E-03	2 – Modera a rápida	2 – médio
PS – 28	43	60	0,97	2	3,7E-04	3 – Moderada	3 – forte
PS – 32	64	20	2,66	1	1,3E-03	2 – Modera a rápida	3 – forte
PS – 33	85	5	3,18	1	9,8E-04	4 – Lenta a moderada	3 – forte
PS – 35	75	3	1,8	1	3,4E-04	3 – Moderada	3 – forte
PS – 36	85	5	3,22	1	5,1E-05	5 – Lenta	3 – forte
PS – 37	64	17	1,42	1	2,1E-03	1 - Rápida	3 – forte
PS – 39	51	32	3,23	1	1,8E-03	1 – Rápida	3 – forte
PS – 40	55	18	1,81	1	1,5E-03	2 – Moderada a rápida	2 – médio
PS – 43	45	65	1,98	2	9,6E-04	4 – Lenta a moderada	3 – forte
PS – 44 A	66	20	4,26	1	3,3E-04	3 - Moderada	2 – médio
PS – 44 B	86	15	0,45	1	1,3E-04	4 – Lenta a moderada	2 – médio

Tabela 8 – Resultados do fator de erodibilidade do solo.

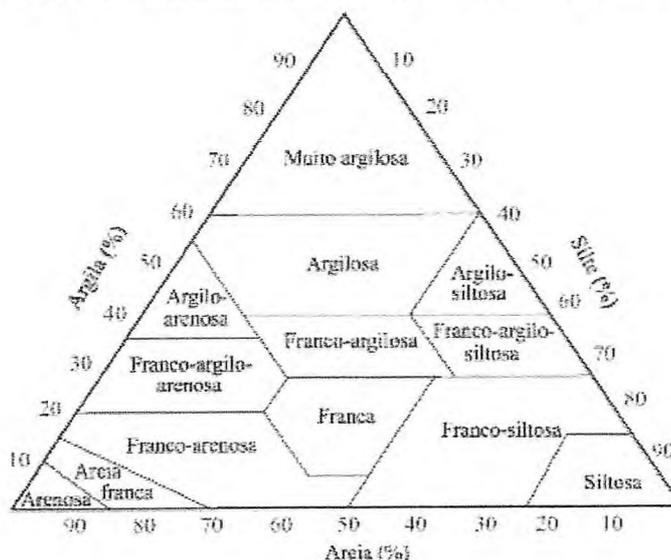


Figura 30 –Diagrama triangular com classes de textura de solos

Porosidade e Textura

A **porosidade** refere-se ao volume do solo ocupado pelo ar e pela água, sendo importante sua caracterização na investigação do armazenamento e movimento da água e de gases, e no estudo sobre resistência mecânica apresentada pelo solo por ocasião do seu manejo, é uma propriedade usada na agricultura e para fins geotécnicos, sendo expresso em percentagem, através da fórmula: $P = (\delta_g - \delta_s) / \delta_g$, onde δ_g = densidade real (laboratório) e δ_s = densidade aparente (campo) e o resultado obtido foi classificado de acordo com a tabela – 9.

Porosidade (%)	Denominação
>50	Muito alta
50 - 45	Alta
45 - 35	Média
35 - 30	Baixa
<30	Muito baixa

Tabela 9 – Classificação da porosidade dos solos (IAEG, 1992).

A **textura** está diretamente relacionada à composição granulométrica do solo, sendo sua determinação feita segundo a escala internacional de Atterberg (1912) modificada como segue na tabela – 10.

Textura	
Fração	Diâmetro (mm)
Areia Grossa	2 – 0,2
Areia fina	0,2 – 0,05
Silte	0,05 – 0,002
Argila	< 0,002

Tabela 10 – Composição granulométrica do solo, segundo Atterberg (1912).

Os solos caracterizados na área apresentam uma textura compreendida em sua maioria por franco-siltosa a franco-silto-argilosa e franco-arenosa a franco-argiloso e porosidades variando entre muito alta a alta, e médio a baixo.

Caracterizando assim uma estrutura granulométrica em solos mais argilosos e siltosos evidenciaram uma porosidade de média a alta, em solos arenosos uma porosidade uma alta.

AMOSTRAS	TEXTURAS	POROSIDADE %	
PS – 21	Franco Arenoso	42	Média
PS – 25	Franco Arenoso	53	Muito Alta
PS – 28	Franco	59	Muito Alta
PS – 32	Franco Argiloso	19	Muito Baixa
PS – 33	Franco Siltoso	45	Média
PS – 35	Franco Siltoso	42	Média
PS – 36	Franco Siltoso	50	Alta
PS – 37	Franco Arenoso	56	Muito Alta
PS – 39	Franco	50	Alta
PS – 40	Franco Arenoso	44	Média
PS – 43	Franco	42	Média
PS – 44A	Franco Argiloso Siltoso	44	Média
PS – 44B	Franco Siltoso	69	Muito Alta

Tabela 11 – Resultados de textura e porosidade dos solos.

6.2 POTENCIAL EROSIVO DA CHUVA (FATOR R)

A erosividade é a capacidade da chuva de causar erosão, depende de sua intensidade e energia cinética. A sua determinação é feita a partir de uma série continua de registros pluviométricos, pois a partir de sua determinação pode-se calcular o seu potencial erosivo.

Os resultados de erosividade foram determinados através da formulação utilizando uma modificação da Equação Universal de Perda de Solo (USLE) (Bertoni Lobardi Neto).

A condições pluviométricas da área estudada registram precipitação média anual em torno de 1540 mm, os gráficos 1 e 2 e a tabela 12 expressam os resultados das erosividades e precipitações médias mensais desde o ano de 1974 até de 2010 coletadas na estação pluviométrica do posto do município de Pacoti, fornecida pela FUNCEME.

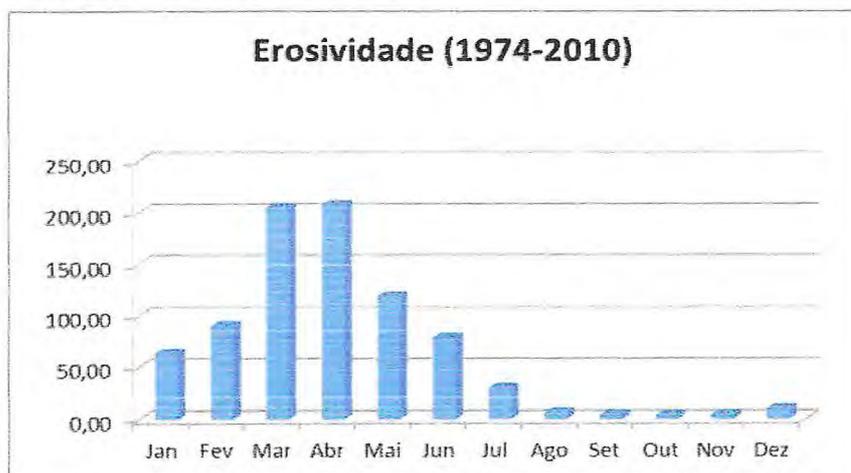


Gráfico 1 – Erosividade mensal da chuva.

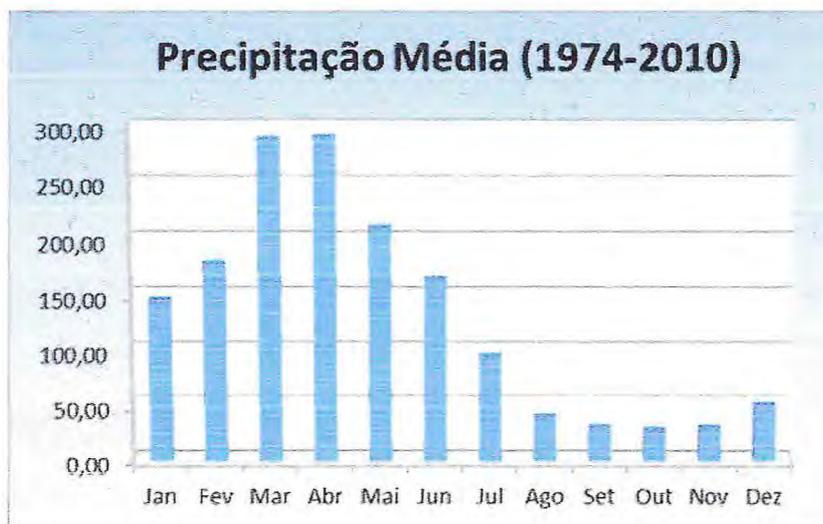


Gráfico 2 – Variação anual das médias de Precipitação

Mês	PPT media mensal (mm)	Erosividade (tm.mm/ha.h.mês)
Jan	144.57	63.37
Fev	177.41	89.74
Mar	288.20	204.74
Abr	290.30	207.28
Mai	209.44	119.00
Jun	164.21	78.69
Jul	92.80	29.82
Ago	38.33	6.63
Set	29.46	4.24
Out	26.46	3.53
Nov	29.24	4.19
Dez	49.22	10.15

Tabela 12 – Resultados do fator de erosividade da chuva.

De acordo com os resultados obtidos pode-se observar que os maiores valores de erosividade os quais proporcionam chuvas erosivas, correspondem aos meses com maiores precipitações pluviométrica ao período de janeiro a julho.

Em consequência disso a erosividade é uma grandeza proporcional às precipitações pluviométricas, pois quando se tem um alto nível de precipitações consequentemente tem um alto grau de erosividade.

6.3 PERFIS DE ALTERAÇÃO DO SOLO

A alteração e coesão das rochas tem sido objeto de estudo de vários autores devido à grande importância de suas propriedades para dimensionamento das atividades do homem,

principalmente nas construções, como base de fundações de Barragens, edifícios, entre outras aplicações.

Muitos dos estudiosos desta questão propuseram sua própria terminologia para designar as diferentes camadas de um perfil de alteração, gerando, com isto, uma ampla variedade de termos, os quais ainda hoje, não foram padronizados. Esta padronização é fundamental para haver uma linguagem comum na Geologia de Engenharia que possibilita a melhor interpretação e descrição dos profissionais que as forem usar.

Alteração

Os principais tipos de alteração que afetam as rochas são a alteração deutérica, ou primária, e a alteração meteórica, ou intempérica. O primeiro tipo ocorre em ambiente endógeno, na dependência de fenômenos magmáticos, enquanto que o segundo ocorre na dependência da hidrosfera e atmosfera, em ambiente exógeno. Para a Geologia de Engenharia o segundo tipo de alteração é mais importante dada à função dos processos intempéricos favorecendo a diminuição da resistência mecânica, o aumento da deformabilidade e a modificação das propriedades de permoporosidade das rochas.

Na caracterização do estado de alteração para fins de engenharia, há interesse em se considerar, prioritariamente, o aspecto prático do fenômeno. Pode-se definir alteração como sendo o conjunto de modificações físico-químicas a que as rochas se encontram submetidas, que conduz à degradação de suas características mecânicas. Quanto mais avançada à alteração, menos resistente e mais deformável fica a rocha, o que permite reconhecer estágios e graus de intensidade da manifestação do processo.

Pastore (1995) propôs uma padronização da terminologia, para descrição de perfil de alteração baseada, sobretudo, na análise de várias proposições existentes sobre o assunto e nos conceitos adotados em 1985 pelo Comitê de Solos Tropicais da ISSMGE. Esta proposição, que tem por objetivo padronizar as descrições de sondagem, escavações e afloramentos, no âmbito da Geologia de Engenharia, caracteriza sete horizontes de perfil de alteração completo.

As denominações dos horizontes:

- Horizonte de solo orgânico
- Horizonte laterítico
- Horizonte de solos saprolítico

- Horizonte saprolítico ou saprolito
- Horizonte de rocha muito alterada
- Horizonte de rocha alterada
- Horizonte de rocha

Será utilizada nas descrições dos perfis de alteração a Classificação de Vaz (1994), atualmente muito utilizado nos estudos geotécnicos pela ABGE.

Vaz (1996), com base na resistência à escavação e à perfuração, apresenta as classes de rocha sã, alterada, mole e dura. Este autor correlaciona tais classes de alteração à resistência à compressão uniaxial, envolvendo os grupos de rochas duras e muito brandas.

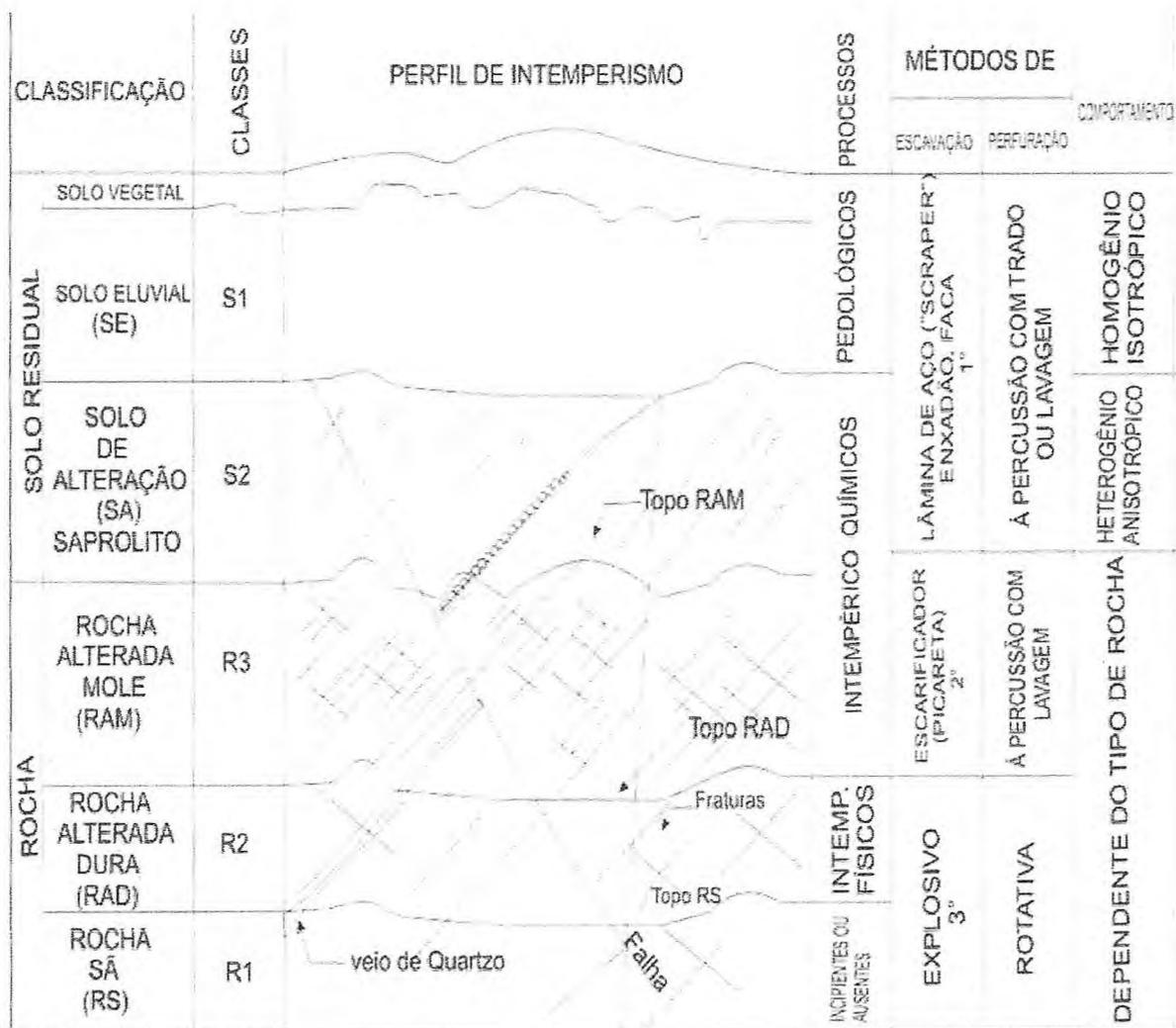


Figura 31 – Classificação de rochas quanto a resistência à escavação e à perfuração (Vaz, 1996).

Coerência

A coerência, definida com base nas propriedades de tenacidade, dureza e friabilidade das rochas, são caracterizadas tátil-visualmente, através da apreciação da resistência que a rocha oferece ao impacto do martelo e ao risco com lâmina de aço (Guidicini et al., 1972).

Os parâmetros alteração e coerência, embora encerrem critérios de aplicação subjetiva permite apreciar, de forma prática e confiável, a intensidade da ação intempérica sobre um determinado maciço rochoso, interessando, à Engenharia, as conseqüentes modificações nas propriedades das rochas, em especial as mecânicas.

Graus de Coerência			
Sigla	Rocha	Características	Resistência à compressão uniaxial (Mpa)
C5	Extremamente Branda	Marcada pela Unha	R_0 0,25-1,0
	Muito Branda	Esmigalha-se sob impacto da ponta do martelo de geólogo; pode ser raspada por canivete.	R_1 1,0-5,0
C4	Rocha Branda	Pode ser raspada por canivete com dificuldade; marcada por firme pancada com ponta do martelo de geólogo.	R_2 5-25
C3	Medianamente Resistente	Não pode ser raspada por canivete. Amostras podem ser fraturadas com um único golpe do martelo de geólogo.	R_3 25-50
C2	Resistente	Amostras requerem mais de um golpe de martelo para fraturarem-se.	R_4 50-100
C1	Muito Resistente	Amostras requerem muitos golpes de martelo para fraturarem-se.	R_5 100-250
	Extremamente Resistente	Amostras podem ser apenas lascadas com o martelo de geólogo.	R_6 >250

Tabela 13 – Grau de coerência segundo ABGE (1983).

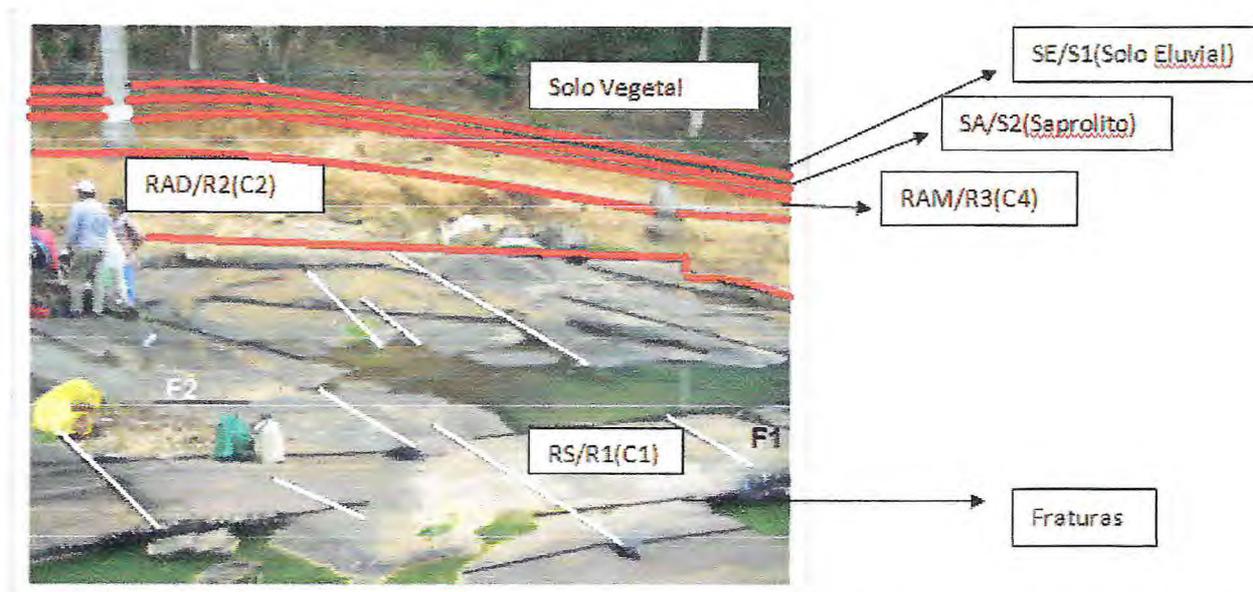


Figura 32 – Fotografia do afloramento de leito de rio concordante a um corte de estrada, na entrada da cidade de Pacoti. Coordenadas WGS-84, 508.189/9.533.026.

Classificação de perfil de intemperismo para regiões tropicais segundo Vaz 1996. As classes na figura 32 são divididas em:

- Solo vegetal.
- Classe S1: Solo Eluvionar, apresenta processos pedológicos (formação de horizontes de solos) podendo ser escavada por lâminas de aço faca ou enxadões e perfurada por trados ou lavagem. Apresenta um comportamento homogêneo e isotrópico.
- Classe S2: Solo de Alteração (Saprolítico) sofre processos de intemperismo químico, podendo ser escavada por lâminas de aço (faca ou enxadão) e perfurada por trados ou lavagem. Apresenta um comportamento heterogêneo e anisotrópico.
- Classe R3: Rocha alterada mole apresentando intemperismo químico, a escavação pode ser feita por picareta podendo ser perfurada através de máquinas à percussão por lavagem.
- Classe R1: Rocha sã, com ausência de intemperismo, sua escavação pode ser feita através de uso de explosivos e a perfuração por máquinas do tipo rotativas. A rocha corresponde a um Hornblenda Biotita Gnaiss, cuja foliação apresenta direção E–W com mergulho subvertical caindo para norte (E-W/74N).

Classificação de graus de coerência segundo tabela da (ABGE, 1983) da figura 32.

- Classe C4: Rocha branda caracterizada por ser raspada por canivete como dificuldade; marcada por firme panca da com ponta de martelo geológico.
- Classe C2: Rocha resistente, a amostra requer mais de um golpe de martelo para fraturar-se.
- Classe C1: Rocha muito resistente que requerem muitos golpes de martelo para fraturar-se.

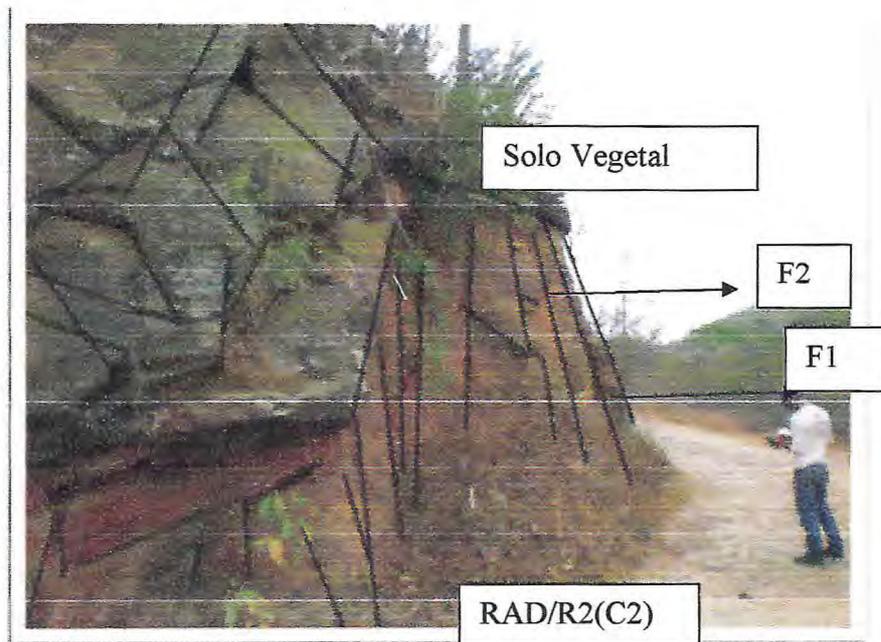


Figura 33 – Foto do afloramento de corte de estrada próximo a localidade de Colina. Coordenadas WGS-84, 511.091/9.538.498.

Classes de alteração da Figura 33 :

- Solo Vegetal.
- Classe R2: Rocha alterada dura, apresentando processos de intemperismo físico, pode ser escavada por explosivos e perfurada por máquinas rotativas. A rocha é representada por Biotita Muscovita Gnaiss, com atitude de foliação (N118, 72NE), apresenta duas famílias de fraturas a F1 com atitude N40, 80 NW e F2 N330, 50 SW. A foliação mergulha no sentido à estrada, podendo ocorrer maior vulnerabilidade para ocorrência de escorregamentos e tombamentos dos blocos de rochas em direção à estrada.

Classes de grau de coerência da figura 33:

- Classe C2: Amostra requer mais de um golpe de martelo para fraturarem-se.

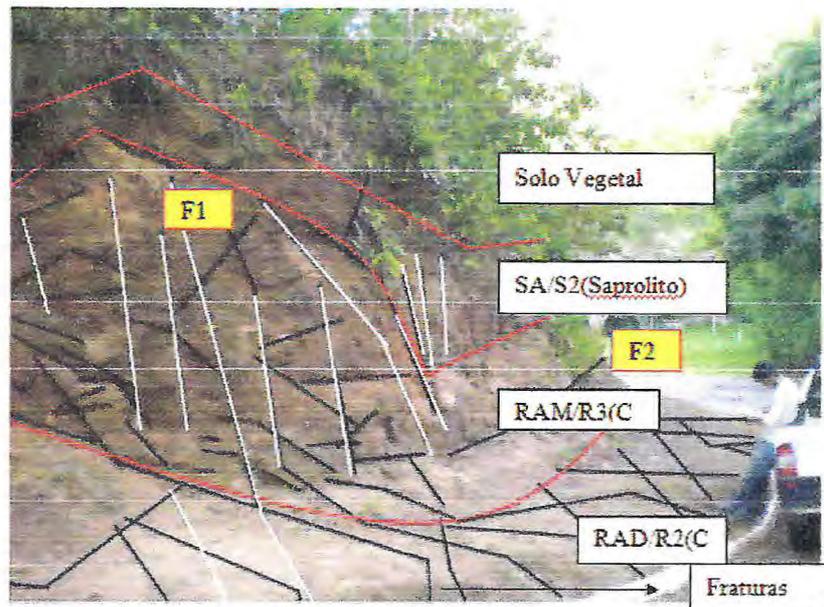


Foto 34: Afloramento de corte de estrada na entrada do Hotel Remanso, de direção SW-NE. Representa Biotita Gnaiss, apresentando atitude de foliação N300, 40NE. Coordenadas: 507.738/9.530.866.

Classes de alteração da figura 34:

- Solo Vegetal.
- Classe S2: Solo de alteração (Saprolítico) sofre processos de intemperismo químico, podendo ser escavada por lâminas de aço (faca ou enxadão) e perfurada por trados ou lavagem. Apresenta um comportamento heterogêneo e anisotrópico.
- Classe R3: Rocha alterada mole apresentando intemperismo químico, a escavação pode ser feita por picareta podendo ser perfurada através de máquinas à percussão por lavagem.
- Classe R2: Rocha alterada dura, apresentando processos de intemperismo físico, pode ser escavada por explosivos e perfurada por máquinas rotativas. A rocha representa Biotita Gnaiss, apresentando atitude de foliação N300, 40NE.

Classificação de graus de coerência segundo tabela da (ABGE, 1983) da figura 34:

- Classe C4: Rocha branda caracterizada por ser raspada por canivete como dificuldade; marcada por firme panca da com ponta de martelo geológico.
- Classe C2: Amostra requer mais de um golpe de martelo para fraturarem-se.

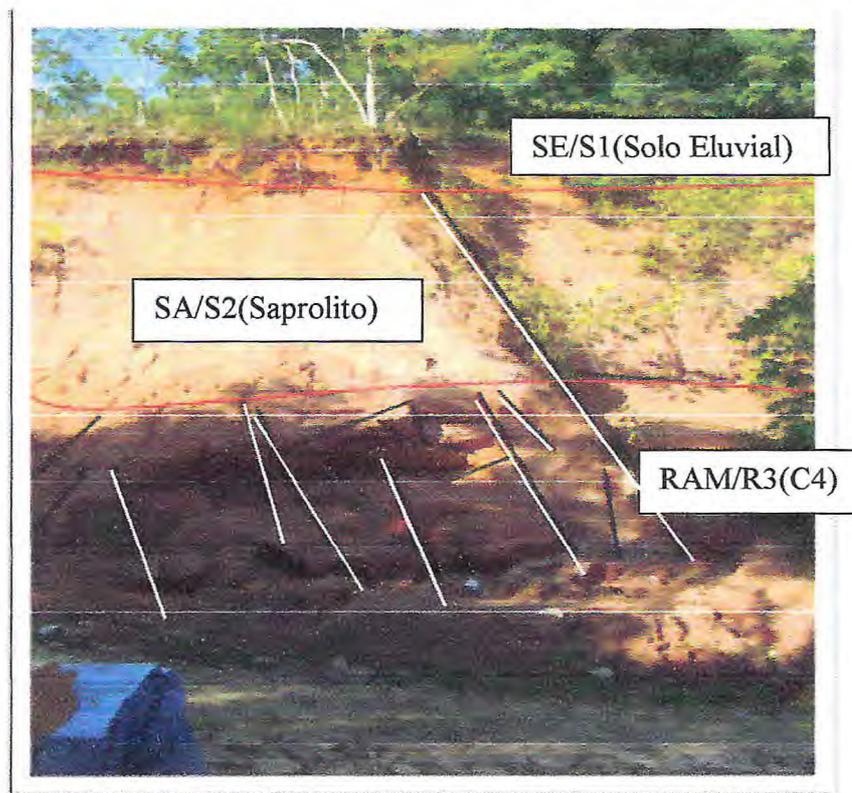


Figura 35: Perfil de alteração na estrada que vai para o Hotel Remanso por dentro de Pacoti. Coordenadas: WGS-84, 508.836/9.531.889.

Classificação de perfil de intemperismo para regiões tropicais segundo Vaz 1996. As classes na figura 35 são divididas em:

- Solo Vegetal.
- Classe S1: Solo eluvionar, apresenta processos pedológicos (formação de horizontes de solos) podendo ser escavada por lâminas de aço faca ou enxadões e perfurada por trados ou lavagem. Apresenta um comportamento homogêneo e isotrópico.
- Classe S2: Solo de alteração (Saprolítico) sofre processos de intemperismo químico, podendo ser escavada por lâminas de aço (faca ou enxadão) e perfurada por trados ou lavagem. Apresenta um comportamento heterogêneo e anisotrópico.

- Classe R3: Rocha alterada mole apresentando intemperismo químico, a escavação pode ser feita por picareta podendo ser perfurada através de máquinas à percussão por lavagem. A rocha corresponde a um Xisto bastante alterado com a preservação de alguns minerais micáceos, com presença também de granada. O plano de xistosidade tem atitude N40, 48SE, estando sub-horizontal.

Classificação de graus de coerência segundo tabela da (ABGE, 1983) da figura 35:

- Classe C4: Rocha branda caracterizada por ser raspada por canivete como dificuldade; marcada por firme panca da com ponta de martelo geológico.

6.4 DOMÍNIOS DE DECLIVIDADE

Classes de Declividade	Cores	Declividade Predominante (%)
I	AMARELA	0 – 5
II	VERDE	5 – 15
III	AZUL	15 – 30
IV	VERMELHA	>30

Tabela 14 - Classes de declividade da área estudada.

Os domínios de declividade foram determinados de acordo com a metodologia de Aguiar & Krelling (1984), através da construção de um ábaco utilizando a seguinte fórmula: $D = ED/E \times 100$, onde D = declividade do terreno em porcentagem, ED = equidistância das curvas de nível em metros e E = valor equivalente a 1 cm na escala do mapa. Após achar a porcentagem equivalente a 1 cm, calcula-se os intervalos em cm para 5%, 15%, 30% e posteriormente manuseou o ábaco pintando o mapa no espaçamento entre as curvas de nível de acordo com os cm calculados para cada domínio. Este trabalho, no entanto os domínios de declividades foram gerados por meio de software.

Dessa forma, se determinou as classes de declividade, as quais serviram para construção da carta de unidades de relevo bem como para organização e planejamento e ocupação da área de acordo com as potencialidades e limites do ambiente em cada domínio.

A classe I é caracterizada pela a cor verde e declividade suave, menor que 5%, representando a área de expansão urbana da cidade, onde ocorre o traçado das principais drenagens como o Rio Pacoti que esse encontra assoreado próximo a estrada que vai em direção a localidade de Areias. Este assoreamento esta diretamente associada a uso e a má ocupação em torno das suas margens. A classe II é representada pela cor amarela,

predominando declividade de 5% a 15%, a classe III é representada pela cor laranja, com declividade entre 15% e 30% e a classe IV indicada pela cor vermelha, caracteriza a maior parte da área com declividade maior que 30%.



Figura 36 - Assoreamento do Rio Pacoti localizado na estrada que vai em direção a localidade de Areias, consequência do mau uso e ocupação do solo em torno do rio. Coordenadas WGS-84, Zona 24S (510.300/9.532.277).



Foto 37: A foto acima esta mostrando ocupação desordenada em relevos de dissecação próximos da inclinação da vertente, bordejando as margens do Rio Pacoti. Degradação de suas vertentes com lixos

e poluição acentuada e assoreamento em torno do Rio Pacoti, localizado no extremo leste da cidade de Pacoti. Coordenadas WGS-84, Zona 24S (510.300/9.532.277).

Para classes de declividade foram determinadas potencialidade e limitações do ambiente de acordo com a capacidade de suporte do mesmo os quais estão descritos no quadro:

Fator Ambiental	Características	Potencialidade e Limitações do Ambiente
Declividade (%)	0 - 5% O escoamento de águas superficiais é lento ou médio, existindo locais na proximidade dos rios, sujeitos a inundações.	É considerada área própria para o crescimento da cidade; uso agrícola mecanizado; implantações de rodovias e ferrovias e requer cuidados as instalações de saneamentos e canalizações subterrâneas de água.
	5% - 15% O escoamento superficial é rápido, geralmente apresenta problema de erosão superficial exceto quando ocorrem solos permeáveis e pouco arenosos.	É recomendada para culturas perenes, pastagem e reflorestamento; corresponde ao limite máximo para a implantação de saneamento, vias principais, ferrovias, indústrias, loteamentos perpendiculares as curvas de nível e projetos de engenharia complexo.
	15% - 30% O escoamento superficial é muito rápido, com problemas de erosão superficial.	Caracteriza a classe limite para residências individuais, estradas locais, estrutura de engenharia e ocupação de encostas.
	>30% Caracterizado por um relevo montanhoso com áreas vulneráveis a movimentos de blocos e massas causados por processos naturais de erosão.	Classe limite para a operação de veículos tracionados e uso como área de recreação ou de qualquer ocupação.

Tabela 15 – Potencialidades e limites do ambiente de acordo com os domínios de declividade da área estudada.

6.5 SISTEMAS DE RELEVO

As amplitudes médias foram calculadas a partir da subtração da maior cota representada em cada classe de declividade e a menor cota da área (ver o mapa hipsométrico

em anexo) Os sistemas de relevo foram identificados a partir das amplitudes de classes declividade, ambos de acordo com IPT, 1981.

Correlação entre Sistemas de relevo e unidades morfológicas versos a amplitude média, observa na tabela:

SISTEMAS DE RELEVO		AMPLITUDES MÉDIAS	DECLIVIDADE PREDOMINANTE
AGRADAÇÃO	PLANÍCIE ALUVIONAR	-	0% - 5%
	PLANÍCIE ALVEOLAR	-	0% - 15%
DISSECAÇÃO	COLINAS	75	5% - 15%
	MORROS	130	15% - 30%
	MONTANHAS	550	>30%
RESIDUAL	SUPERFÍCIE APLAINADA	-	0% - 5%

Tabela 16 – Sistemas de Relevo.

- Planície Aluvionar

São constituídos por terrenos baixos e mais ou menos planos, localizados junto às margens dos rios, sujeito periodicamente a inundações é representado por sedimentos soltos, areias, seixos e argilas de tamanhos diversos, que são arrancados das vertentes, carreados e levados em suspensão por águas das chuvas e rios que o acumulam nas suas margens. Essa unidade aparece na porção sul da área ao longo do Rio Pacoti único rio caracterizado por ser de 4ª ordem.



Figura38 – Planície Aluvionar localizado na margem direita da estrada que segue em direção a Jardim de Areias.

- Colinas

Predominam entre interflúvios com áreas aproximadamente 1 a 4 Km², topos planos e arredondados, vertentes com perfis convexos e retilíneos, vales abertos com planícies aluviais geralmente com presença de alagamento. Apresenta amplitude média 75m, predomina na área urbana e noroeste da área.



Figura 39 – Relevo Colinoso sitiado na porção central da área próximo a cidade de Pacoti.

- Morros

Possuem amplitudes em média de 130m, relevo ondulado topos arredondados, vertentes com perfis convexos e retilíneos, drenagem de densidade baixa a alta, vales abertos e fechados e predominam entre as montanhas.



Figura 40 – Conjunto de morros situado na porção centro-sul do município de Pacoti.

- Montanhas

Predominam na maior parte da área, apresenta um relevo montanhoso com topos arredondados a angulosos, vertentes com perfis convexos e retilíneos, por vezes abruptas, drenagem de média a alta densidade, padrão dentrítico e vales fechados formando planícies alveolares com alagamento permanente.



Figura 41 – Relevo montanhoso localizado no extremo Sul da área.

- Relevo Aplainado

Apresenta-se em pouca proporção na área, no topo das montanhas e representa uma feição morfológica moldada por situações naturais de intemperismo e erosão no próprio local, principalmente pela alteração das rochas *in situ*.

6.6 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

As secas do nordeste foram determinantes para o povoamento e exploração da terra, na Serra de Baturité. O fluxo migratório sertão-serra iniciou-se e acentuou-se com as secas. A princípio, a ocupação do solo por levadas humanas itinerantes deu-se de um modo totalmente precário desde a posse da terra como também pela falta de conhecimento de técnicas de cultivo e conservacionismo. Uma importante observação na descaracterização da floresta é que antes reinava uma temperatura relativamente baixa com nevoeiros frequentes, o solo era mais úmido, a vegetação constava de arbustos e ervas. Infelizmente hoje em dia esta bela floresta está reduzida, em grande parte destruída pelas exigências agrícolas pelo desmatamento e pelas queimadas. Morros desprovidos de vegetação aumentam as secas, expõe os solos à erosão e deixam as partes baixas desprotegidas.

Em relação à agricultura, a região da Serra de Baturité caracteriza-se pela aplicação de técnicas agrícolas de cultivo totalmente tradicionais e de baixo nível tecnológico, uso que se mantém pelas limitações da área com alta declividade, dificultando assim a mecanização e aumentando a susceptibilidade à erosão.

Atualmente na área objeto de estudo existe uma grande diversificação de cultivo, tanto permanente como temporário nas planícies aluviais e nas encostas de alta e baixa declividade, de forma indiscriminada. As principais culturas observadas nesta região foram as bananeiras, o café, e a cana-de-açúcar, o chuchu e hortaliças. Estes dois últimos, principalmente nas planícies.



Figura 42 – Plantação em curva de nível, próximo a Fazenda Ramaso.



Figura 43 – Plantação de Chuchu em meio a relevo de planície e circundado por uma unidade colinosa na estrada que vai em direção Localidade de Granja .

Em se tratando de formas de ocupação, constata-se a ausência de técnicas conservacionistas e de um planejamento necessário à área, devido suas limitações naturais. Além do plantio em curva de nível, há também outra prática utilizada para proteger o solo de suma importância que é a cultura em faixas. Essa técnica consiste na disposição das culturas em faixas de largura variável, de tal forma que a cada ano se alternem plantas que ofereçam pouca proteção ao solo com outras de crescimento denso.

Uma das técnicas utilizadas na cidade de Pacoti é a utilização de gramas com telas para conterem os escorregamentos ocorridos no período de chuva protegendo as encostas com a

fixação da vegetação nos solos, esta técnica foi utilizada em uma pracinha que fica localizado dentro da cidade.



Figura 44 – Muro de arrimo para contenção de encosta que encontra-se frontal a uma residência em área urbana no município de Pacoti - CE.



Figura 45 – Uso de canaletas para escoamento de água da chuva com batentes para diminuir a energia potencial de escoamento.



Figura 46 – Uso de técnicas de contenção de taludes na área urbana de Pacoti, tais como, grampeamento e revestimento com grama e o uso de telas têxteis.

CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

As principais unidades geológicas da área são paragnaisses e xistos, intercalados por lentes de quartzitos, e bolsões de pegmatitos. Os quartzitos e pegmatitos aparecem na área de forma disseminada. Os afloramentos encontram-se alterados em grande parte da área. Devido a esse grau de alteração elevado nos perfis de corte de estradas em todo município de Pacoti, foi realizado perfis de alteração segundo a classificação geotécnica de Vaz e da ABGE.

Os solos predominantes na região são os podzólicos mediamente profundos com horizontes superficiais areno-argilosos e os sub-superficiais, argilo-arenosos e areno-siltosos. Essa diferença textural representa um dos principais fatores responsáveis pela erosão da camada superficial e mais fértil do solo, pois o horizonte sub-superficial serve de barreira para à infiltração da água. Fazendo-se uma correlação entre tipo textural e declividade do relevo pode-se avaliar que em regiões de maior declividade e de cobertura de solo mais arenosa é mais propícia a ação de fatores como o de erodibilidade.

Foi observado, também, que na medida em que aumenta a declividade do terreno, aumenta a incidência de erosão. Embora se tratando de uma área de preservação ambiental (APA), a retirada da cobertura vegetal, que vem crescendo dia após dia, dando espaço para a agricultura. Tal fato funciona como vetor da erosão e dos movimentos de massa.

De acordo com a geomorfologia, e com os parâmetros utilizados para a classificação de relevos, a área é formada por montanhas, morros, colinas e planícies aluvionares. As áreas definidas como montanhas, são regiões desfavoráveis à ocupação produtiva e humana por apresentarem as maiores declividades (> 30 %). Por outro lado, as regiões de colinas, morros e morrotes, são favoráveis a atividades agrícolas com exceção das áreas onde a declividade é superior a 30%. As planícies aluvionais, por serem regiões planas, são parcialmente favoráveis à atividade agrícola e à ocupação humana, exceto nos locais que ocorrem inundações periódicas. Vale ressaltar que, nas regiões favoráveis ao desenvolvimento agrícola, é necessária a utilização de técnicas de cultivo adequada, pois sem essas técnicas a região pode sofrer a ação dos processos erosivos desencadeados por fatores diversos como desmatamento, dissecação das encostas, podendo ocorrer assoreamento.

Os valores de erosividade mostraram que de Janeiro a julho encontram-se os intervalos de maiores valores de precipitação, ressaltando que os meses mais críticos são março, abril e maio onde no mês de maio os valores excedem o patamar de 100

tm.mm/ha.h.mês. Nesses meses principalmente a ação das chuvas promove o escoamento superficial carregando a camada orgânica e o horizonte superior dos solos. A situação se torna crítica principalmente no período de Março à Maio, quando ocorrem movimentos de solo e rochas expressivos ocasionando destruições de estradas, residências e lavouras. Outros fatores que contribuem para essas ocorrências são: a remoção da cobertura vegetal, o tipo de solo mais arenoso e a alta declividade do terreno.

A granulometria apresenta textura franco argiloso, franca siltoso, franco silto argiloso e em menor proporção franco arenoso, isso por conta da litologia local no qual a área apresenta em grande quantidade xistos e paragnais ricos em micas. Quando se trata a permeabilidade, os valores médios obtidos variaram em classificação como lenta a rápida, quando relacionado a solos argilosos a arenosos e moderada quando relacionados a solos de textura fraco com isso pode dizer que a região é propícia a escorregamentos nas áreas de maior declividade.

Na área foi gerado um mapa de potencial de erodibilidade para demonstrar com maior precisão a vulnerabilidade da região com relação ao fator K. Para obtenção deste fator foram usados valores de granulometria (% de finos, % areia), permeabilidade, estrutura e matéria orgânica.

Com a geração deste mapa de erodibilidade e correlacionando com os mapas de declividade e unidades de relevo foram observadas que em regiões de relevos de amplitudes acentuadas e declividades elevadas o fator K apareceu com valores elevados entre (0,22 e 0,56 t/ha (tm/ha.mm/h) que pode ser classificado entre médio a forte. Que estão localizados na porção central e noroeste da área respectivamente.

Com todos os estudos de diagnóstico ambiental realizados na área concluímos que a região necessita de um maior controle com relação ao uso e ocupação. Quando se refere a taludes, os escorregamentos ocorridos na região se devem a má administração do solo, principalmente no que diz respeito aos desmatamentos destes taludes. Com a não utilização de técnicas engenharia associados à contenção de taludes, como a descrição de perfis de alteração associados à colocação ou não de muros de contenção (arrimo) e técnicas drenagens (canaletas) para escoamento superficial das águas das chuvas vinculadas a construção de estradas, e vias de acesso, visto que em vários pontos destes acessos (CE – 065; Fortaleza - Pacoti) há cicatrizes de escorregamentos evidenciando a não utilização destas medidas necessária para este tipo de obra.

Porém na cidade Pacoti têm exemplos de obras de contenção bem elaborados como na figura 44. Sendo, portanto uma cidade que tenta resolver seus problemas com relação à ocupação de suas encostas.

Recomenda-se também fazer um levantamento mais preciso e mais detalhado de todos os pontos de risco associados a encostas da cidade de Pacoti devido a maior concentração de ocupação das encostas nesta região. Este trabalho teve como função principal chamar a atenção desta região que há tempos vem sofrendo com recorrentes escorregamentos e urbanização indiscriminada de suas encostas naturais.

BIBLIOGRAFIA

8 BIBLIOGRAFIA

ABGE, Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente – São Paulo: IPT, Divisão de Geografia, 1995.

ABGE, Geologia de Engenharia – São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia, 1998.

AGUIAR, M.R., KRELING, P.C.L. 1984. Elaboração Gráfica de Carta de Declividade de Vertentes. Revista do Departamento de Geografia de São Paulo, v 3 p. 109-116.

ARTHAUD M.H. 2007. Evolução neoproterozóica do Grupo Ceará (Domínio Ceará Central, NE Brasil): da sedimentação à colisão continental brasileira. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, Tese de Doutorado.

ARTHAUD, M.H., VASCONCELOS, A.M., OLIVEIRA, F.V.C., 1998, As seqüências metassedimentares do Ceará Central. 40. Congresso Brasileiro de Geologia, Belo Horizonte.

ARTHAUD, M.H.; VASCONCELOS, A.M.; NOGUEIRA NETO, J.A.; OLIVEIRA, F.V.C.; PARENTE, C.V; MONIÊ, P; LIÉRGEOIS, J.P.; CABY, R.; FETTER, A.H. (1998) – Main Structural Features of Precambrian Domains from Ceará (NE Brazil). In: DEGEO/UFOP – IBT A, Internacional Conference on Basement Tectonics, 14º, Ouro Preto, Abstracts, 84 – 85.

BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; GONÇALVES, J. H.; BEARS, F. J.; DELGADO, I. M.; ABRAM, M. B.; LEÃO NETO, R.; MATOS, R. M.M.; SANTOS, J. O. S. (coords), 2001. Geologia Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas Escala 1: 2.500.000. CPRM, Brasília, 4 CD-ROM.

BRAGA, A. de P. G.; PASSOS, C. A. B.; SOUZA, E. M.de ; FRANÇA, J. B.de; MEDEIROS, M. de F.; ANDRADE, V. A. de 1977. Projeto Fortaleza; Relatório final. Recife, DNPM/CPRM. 10v. II.

BRITO NEVES, B.B. DE, 1975. Regionalização geotectônica do pré-cambriano nordestino. Tese de doutorado apresentada ao IG/USP. Mimeografado. 198 p.

CABY, R. & ARTHAUD, M.H. 1986. Major Precambrian nappes of the Brazilian belt, Ceará, northeast Brazil. Geology.

CABY, R., SIAL, A.N., ARTHAUD, M. & VAUCHEZ, A. - 1991 - Crustal evolution and the Brasiliano orogeny in Northeast Brazil. In: The West African Orogens and Circum-Atlantic Correlatives (Dallmeyer, R.D. & Lécorché, J.C.P.L., eds). Springer Verlag, Berlin

CAPUTO, H.P. 1987. Mecânica dos Solos e suas aplicações. 6ª Edição Rio de Janeiro: Litros Técnicos e Científicos.

CAVALCANTE, J. C.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, F. E. M.; 2003. Mapa Geológico do estado de Ceará. In: Atlas digital de Geologia e recursos minearias do Ceará. Geologia, Recursos Minerais, Geoquímica, Geofísica, Geomorfologia, Sistema de Informações Geográficas – SIG. Edição 2003. Mapas na escala 1: 500.000. MME-CPRM.

CEARÁ, Planejamento Bioregional do Maciço de Baturité. Fortaleza: IBAMA, 2002, 135p.

CEARÁ, Zoneamento Ambiental da APA da Serra de Baturité: Diagnósticos e Diretrizes. Fortaleza: SEMACE, 1992, 100p.

EMBRAPA, Manual de Métodos de Análise do Solo. 2ª Edição. Rio de Janeiro: 1997.

FETTER, A.H., 1999. U-Pb and Sm-Nd geochronological constraints on the crustal framework and geologic history of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the assembly of Gondwana. PhD thesis, Department of Geology, Kansas University, Lawrence, KS – USA, 164 pp.

GOMES, C.C.; CAVALCANTE, S.P.P.; FARIAS T. R. L.; QUEIROZ A. M.; Ensaio de mecânica dos solos. UFC/CC/DEHA/LMSP.

GUILHERMO, E. P. & BORGES, L. de O., 1998. Erosividade das Chuvas da Região da Bacia do alto Paraguai – Distribuição Temporal. In. VI Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Presidente Prudente, p. 1 – 10.

IAEG – International Association of Engineering Geology. 1992. Statutes. Newsletter, n.19, Paris, dez/92.

IBGE, Manual técnico de Pedologia – Rio de Janeiro: IBGE, 1994.

IPT, Manual Ocupação de Encostas - São Paulo, 1991.

MÁRIO, A. C. Ocupação de Encostas. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991.

MONIÉ, P.; CABY, R.; ARTHAUD, M. N. The Neoproterozoic Brasiliano orogeny in Northern Brazil: $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ and prostructural data from Ceará. *Precambrian Research*, v. 81, p. 241-264, 1997.

PAES, K.A.D. Análise da Vulnerabilidade a Erosão na Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti-Ce (Serra de Baturité – Ce). Dissertação de Mestrado – UFC, Fortaleza, 2004.

PESSOA, R. R. ; ARCHANJO, C. J. . Tectônica de empurrões da região de Tróia, CE. In: 33 Congresso Brasileiro de Geologia, 1984, Rio de Janeiro. Anais, 1984. v. 4. p. 1721-1728.

TORRES, P. F. M., Aspectos Geológicos e Geocronológicos da Região de Redenção (CE) e adjacências – Contexto Regional e Evolutivo: Sequência Acarape e Suíte Pacatuba. Dissertação de Mestrado em Geologia Regional, Fortaleza, 2004. p. 14 – 16.

WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. Predicting Rainfall Erosion Losses. A guide to Conservation Planning. Supersedes Agriculture Handbook n. 282. Science and Education Administration United States Department of Agriculture, 1978.

ANEXOS

Tabelas de dados de Campo:

Tabela de Solos x Litologia			
y	x	Descrição	Litologia
9536948	509083	PS-21	Quartzito
9538776	509954	PS-25	Quartzito
9539340	508598	PS - 28	Gnaisse
9533702	508903	PS - 32	Gnaisse
9533426	509355	PS - 33	Gnaisse
9532816	510073	PS - 35	Gnaisse
9531212	515210	PS - 36	Gnaisse
9534344	511051	PS - 37	Xisto
9534404	514535	PS - 39	Gnaisse
9531964	511298	PS - 40	Gnaisse
9532000	511900	PS - 43	Xisto
9533254	509008	PS - 44 A	Gnaisse
9533254	509008	PS - 44 B	Gnaisse

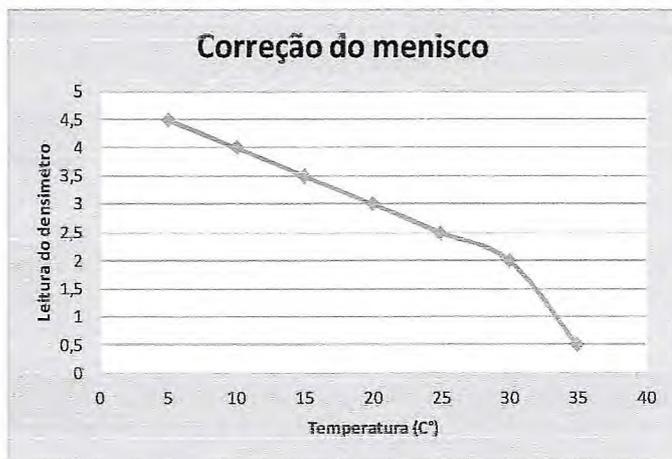
Pontos de Campo (Geologia, Relevo, Plantação)		
Coordenadas		Dados de Campo
9532757	510112	Gnaisse
9532689	510300	Ocupação
9532277	510225	Biotita Gnaisse
9531939	510228	Relevo de Agradação
9531389	510288	Agricultura Tomate
9530810	510584	Xisto
9530717	510789	Biotita Xisto com Granada
9530721	510950	Quartzo Mica Xisto
9530600	511254	Relevo de Dissecação
9530317	511378	Mica Xisto com Granada
9530145	511298	Hornblenda Gnaisse com Lentes de Quartzito
9534744	510345	Xisto com intercalação de Quartzito
9535000	510500	Gnaisse com filões de Quartzito
9533881	510510	Biotita Gnaisse
9535390	510226	Mica Xisto com Granada intercalado com Quartzito
9535600	510350	Muscovita Xisto com lentes de Quartzitos
9536713	510171	Gnaisse Migmatito
9537257	510462	Mica Xisto
9537912	511003	Quartzito

Tabela de Resultados do Peso Especifico aparente:

Densidade "in situ"						
PESO ESPECIFICO						
AMOSTRAS	P	P' (g)	p (g)	V _T (cm ³)	P _T (g)	γ _T (g/cm ³)
PS - 21	7350	3150	1470	2116	3050	1,44
PS - 25	9000	5350	1470	1689	1850	1,09
PS - 28	9000	4800	1470	2730	2850	1,04
PS - 32	8150	4850	1470	1418	2550	1,79
PS - 33	7050	3250	1470	1806	2000	1,11
PS - 35	7650	3800	1470	1844	2500	1,35
PS - 36	9430	5250	1470	2100	2250	1,07
PS - 37	7400	3350	1470	2000	2050	1,02
PS - 39	9100	4850	1470	2155	2550	1,18
PS - 40	7000	3450	1470	1612	2150	1,33
PS - 43	8050	5000	1470	1224	1700	1,38
PS - 44A	9550	5330	1470	2131	2350	1,1
PS - 44B	8600	4450	1470	2077	1600	0,77
	* V _T = P - P' - p / γ areia					
	P = PESO DO FRASO COM A AREIA					
	P' = PESO DO FRASCO COM AEREIA QUE AOBROU					
	p = PESO DA AREIA QUE ENCHE O FUNIL					
	* γ = P _T / V _T					
	P _T = PESO TOTAL DA AMOSTRA					
	V _T = VOLUME TOTAL DA AMOSTRA					
	γ areia = 1,29g/cm ³					

Correções para o densímetro (Temperatura e Altura de queda)

Temperatura:



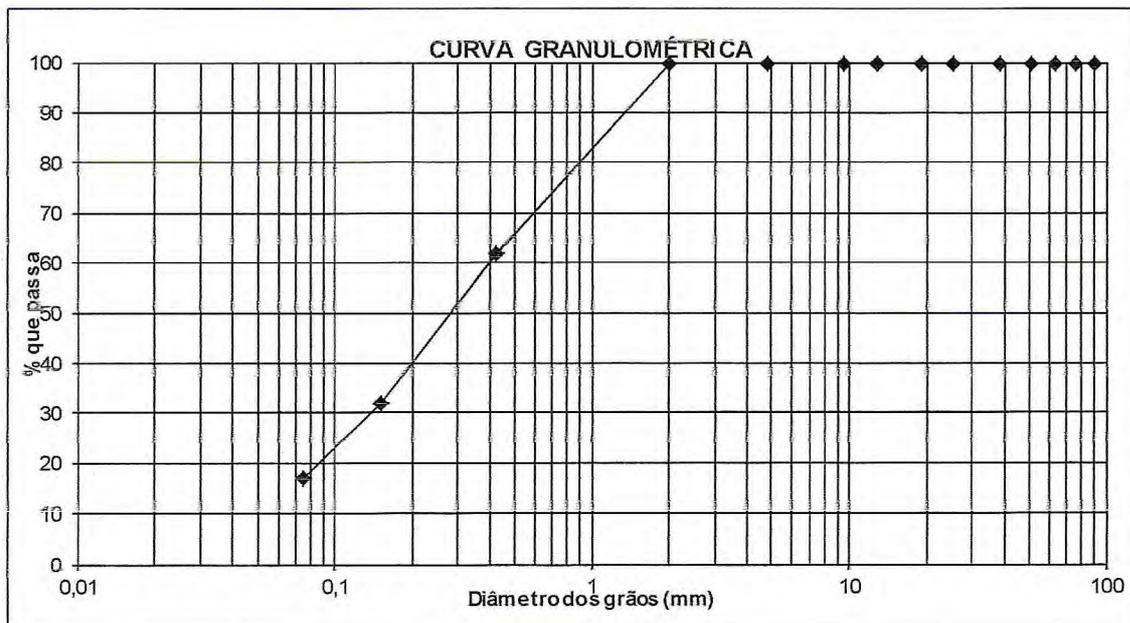
Temperatura	Leitura do densímetro
24	3,15
25	3
26	2,8
27	2,7
28	2,2
29	2,1
30	1,8
31	1,7
32	1,6
33	1,5
34	1,4
35	1,2

Altura de Queda

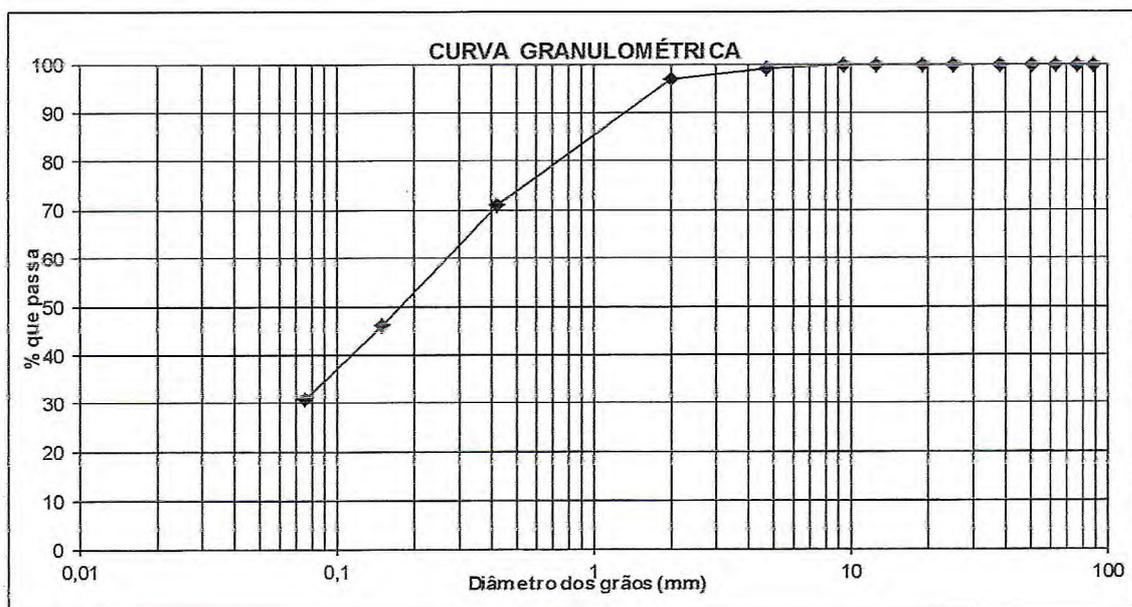
Leitura do Densímetro (g/cm ³)	Altura de Queda (cm)
0	24,75
5	23,25
10	21,75
15	20,25
20	18,75
25	17,25
30	15,75
35	14,25
40	12,75
45	11,25
50	9,75
55	8,25



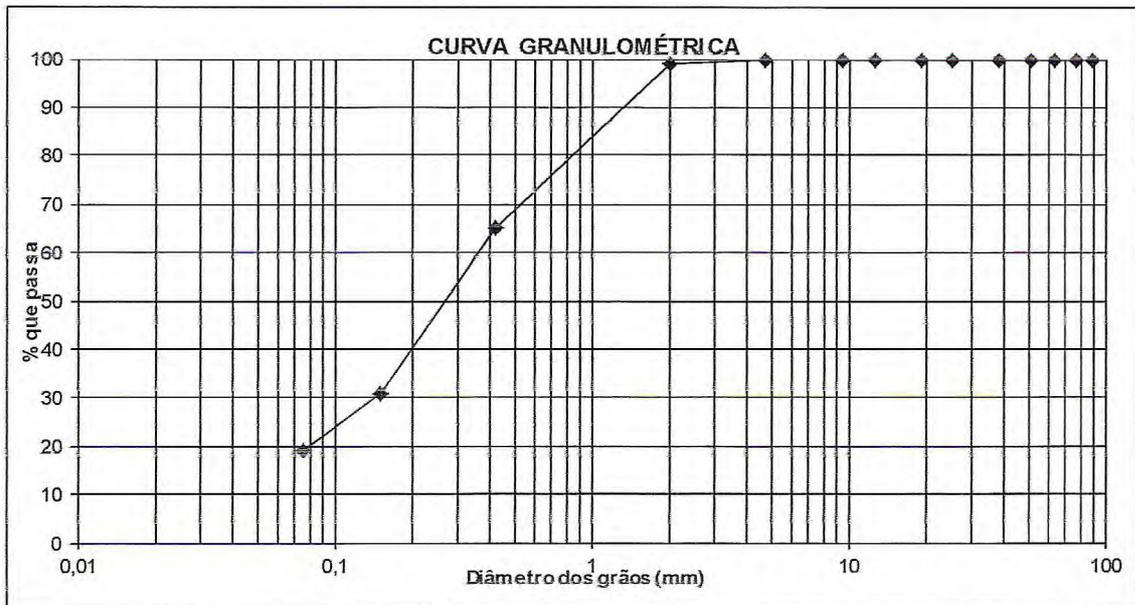
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO						
AMOSTRA (PS-21)						
UMIDADE						
CÁPSULA Nº	21	22	AMOSTRA TOTAL		TOTAL	PARCIAL
P.b.h.	42,09	47,52	P. ÚMIDO		1500,00	
P.b.s.	41,09	47,32	P. RETIDO NA # Nº 10		3,53	
Tara	15,99	15,73	P.h. PASSA # Nº 10		1496,47	150,00
ÁGUA	0,19	0,2	P.s. PASSA # Nº 10		1486,36	148,99
SOLO SECO	25,91	31,59	P. AMOSTRA SECA		1489,89	148,99
UMIDADE %	0,68					
P	PENEIRAS		P. RETIDO	PESO	% PASSA	OBSERVAÇÕES:
E	POLEGADAS	mm	PARCIAL (g)	PASSA (g)	AM.TOTAL	
N	3 1/2"	88,9	0,00	1489,89	100	
.	3"	76,2	0,00	1489,89	100	
G	2 1/2"	63,3	0,00	1489,89	100	
R	2"	50,8	0,00	1489,89	100	
O	1 1/2"	38,1	0,00	1489,89	100	
S	1"	25,4	0,00	1489,89	100	
S	3/4"	19,1	0,00	1489,89	100	
O	1/2"	12,7	0,00	1489,89	100	
	3/8"	9,5	0,00	1489,89	100	
	Nº 4	4,76	2,43	1487,46	100	
	Nº 10	2	1,10	1486,36	100	
F	Nº 40	0,42	57,07	91,92	62	
I	Nº 100	0,15	44,15	47,77	32	
N	Nº 200	0,075	23,15	24,62	17	
O						
COMP. GRANULOMÉTRICA (%)						
PEDREGULHO:						0
AREIA GROSSA:						0
AREIA MÉDIA:						38
AREIA FINA:						45
SILTE+ARGILA:						17



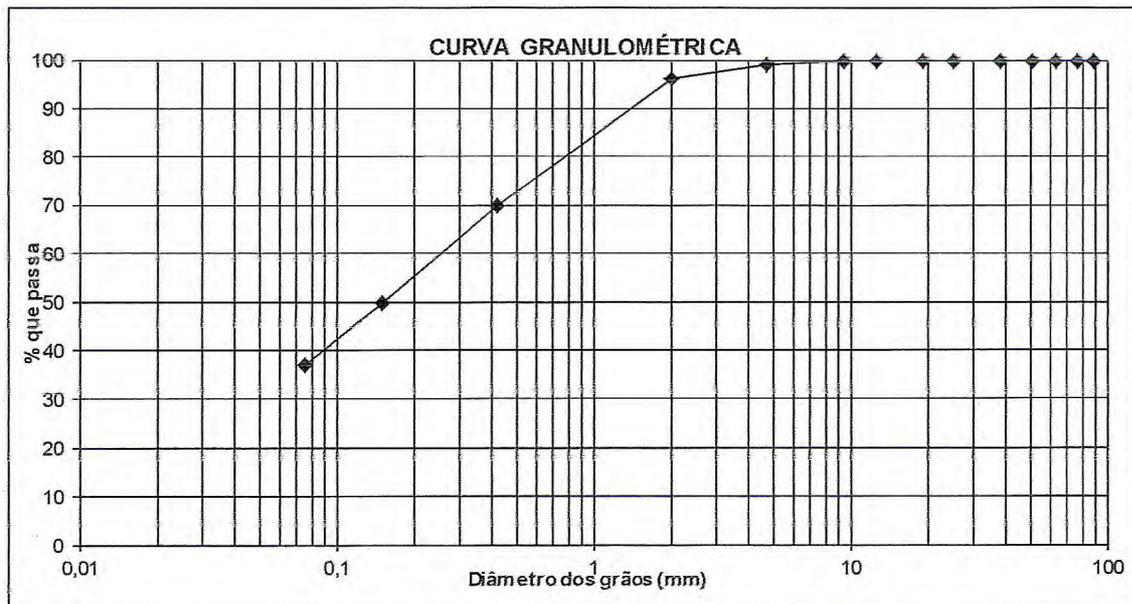
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO						
AMOSTRA PS - 25						
UMIDADE						
CÁPSULA Nº	25		AMOSTRA TOTAL	TOTAL	PARCIAL	
P.b.h.	54,49		P. ÚMIDO	1500,00		
P.b.s.	53,56		P. RETIDO NA # Nº 10	43,30		
Tara	14,95		P.h. PASSA # Nº 10	1456,70	150,00	
ÁGUA	0,93		P.s. PASSA # Nº 10	1422,42	146,47	
SOLO SECO	38,61		P. AMOSTRA SECA	1465,72	146,47	
UMIDADE %	2,41					
P	PENEIRAS		P.RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm				
E N . G R O S S O F I N O	3 1/2"	88,9	0,00	1465,72	100	
	3"	76,2	0,00	1465,72	100	
	2 1/2"	63,3	0,00	1465,72	100	
	2"	50,8	0,00	1465,72	100	
	1 1/2"	38,1	0,00	1465,72	100	
	1"	25,4	0,00	1465,72	100	
	3/4"	19,1	0,00	1465,72	100	
	1/2"	12,7	0,00	1465,72	100	
	3/8"	9,5	0,00	1465,72	100	
	Nº 4	4,76	11,20	1454,52	99	
Nº 10	2	32,10	1422,42	97		
Nº 40	0,42	39,82	106,65	71	COMP.GRANULOMÉTRICA (%)	
Nº 100	0,15	37,00	69,65	46	PEDREGULHO: 1	
Nº 200	0,075	22,82	46,83	31	AREIA GROSSA: 2	
					AREIA MÉDIA: 26	
					AREIA FINA: 40	
					SILTE+ARGILA: 31	



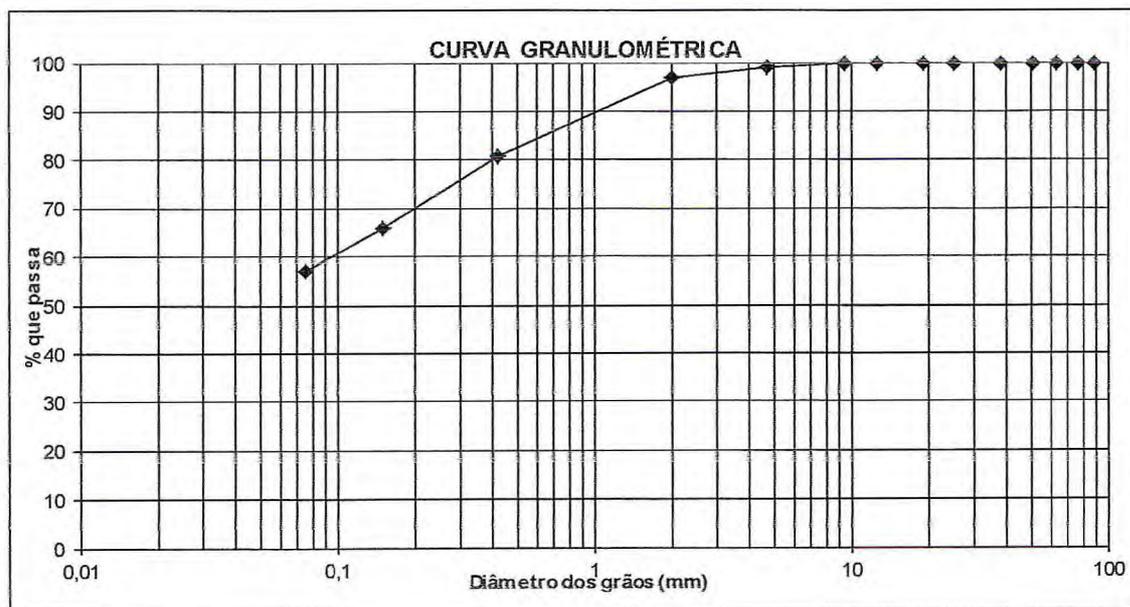
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO						
AMOSTRA - PS - 28						
UMIDADE						
CÁPSULA Nº	28	AMOSTRA TOTAL		TOTAL	PARCIAL	
P.b.h.	56,93	P. ÚMIDO		1500,00		
P.b.s.	56,73	P. RETIDO NA # Nº 10		20,94		
Tara	15,73	P.h. PASSA # Nº 10		1479,06	150,00	
ÁGUA	0,20	P.s. PASSA # Nº 10		1471,99	149,28	
SOLO SECO	41,24	P. AMOSTRA SECA		1492,93	149,28	
UMIDADE %	0,48					
P E N E I R A S	PENEIRAS		P.RETIDO	PESO	% PASSA	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm	PARCIAL (g)	PASSA (g)	AM.TOTAL	
N	3 1/2"	88,9	0,00	1492,93	100	COMP.GRANULOMÉTRICA (%) PEDREGULHO: 0 AREIA GROSSA: 1 AREIA MÉDIA: 34 AREIA FINA: 46 SILTE+ARGILA: 19
.	3"	76,2	0,00	1492,93	100	
G	2 1/2"	63,3	0,00	1492,93	100	
R	2"	50,8	0,00	1492,93	100	
O	1 1/2"	38,1	0,00	1492,93	100	
S	1"	25,4	0,00	1492,93	100	
S	3/4"	19,1	0,00	1492,93	100	
O	1/2"	12,7	0,00	1492,93	100	
	3/8"	9,5	0,00	1492,93	100	
	Nº 4	4,76	5,18	1487,75	100	
	Nº 10	2	15,76	1471,99	99	
F	Nº 40	0,42	50,63	98,65	65	
I	Nº 100	0,15	51,34	47,31	31	
N	Nº 200	0,075	18,56	28,75	19	
O						



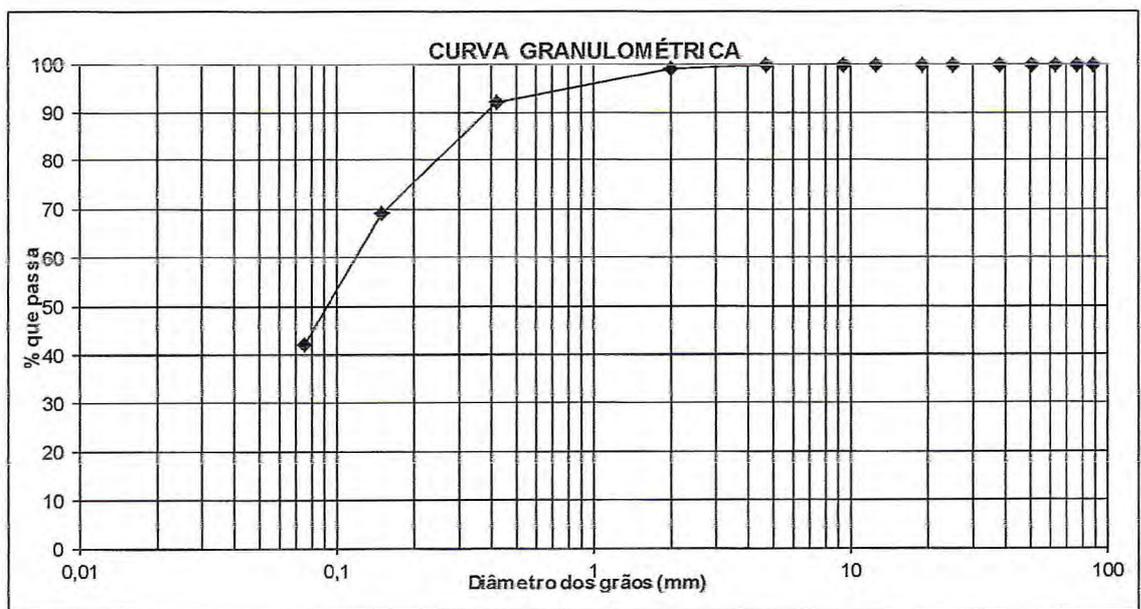
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO						
AMOSTRA (PS - 32)						
UMIDADE						
CÁPSULA Nº	32		AMOSTRA TOTAL	TOTAL	PARCIAL	
P.b.h.	42,59		P. ÚMIDO	1500,00		
P.b.s.	40,45		P. RETIDO NA # Nº 10	51,32		
Tara	15,48		P.h. PASSA # Nº 10	1448,68	150,00	
ÁGUA	2,14		P.s. PASSA # Nº 10	1334,33	138,16	
SOLO SECO	24,97		P. AMOSTRA SECA	1385,65	138,16	
UMIDADE %	8,57					
P E N E I R A S	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm				
N	3 1/2"	88,9	0,00	1385,65	100	COMP.GRANULOMÉTRICA (%) PEDREGULHO: 1 AREIA GROSSA: 3 AREIA MÉDIA: 26 AREIA FINA: 33 SILTE+ARGILA: 37
.	3"	76,2	0,00	1385,65	100	
G	2 1/2"	63,3	0,00	1385,65	100	
R	2"	50,8	0,00	1385,65	100	
O	1 1/2"	38,1	0,00	1385,65	100	
S	1"	25,4	0,00	1385,65	100	
S	3/4"	19,1	0,00	1385,65	100	
O	1/2"	12,7	0,00	1385,65	100	
	3/8"	9,5	1,48	1384,17	100	
	Nº 4	4,76	12,21	1371,96	99	
F	Nº 40	0,42	37,23	100,93	70	
I	Nº 100	0,15	28,44	72,49	50	
N	Nº 200	0,075	19,30	53,19	37	
O						



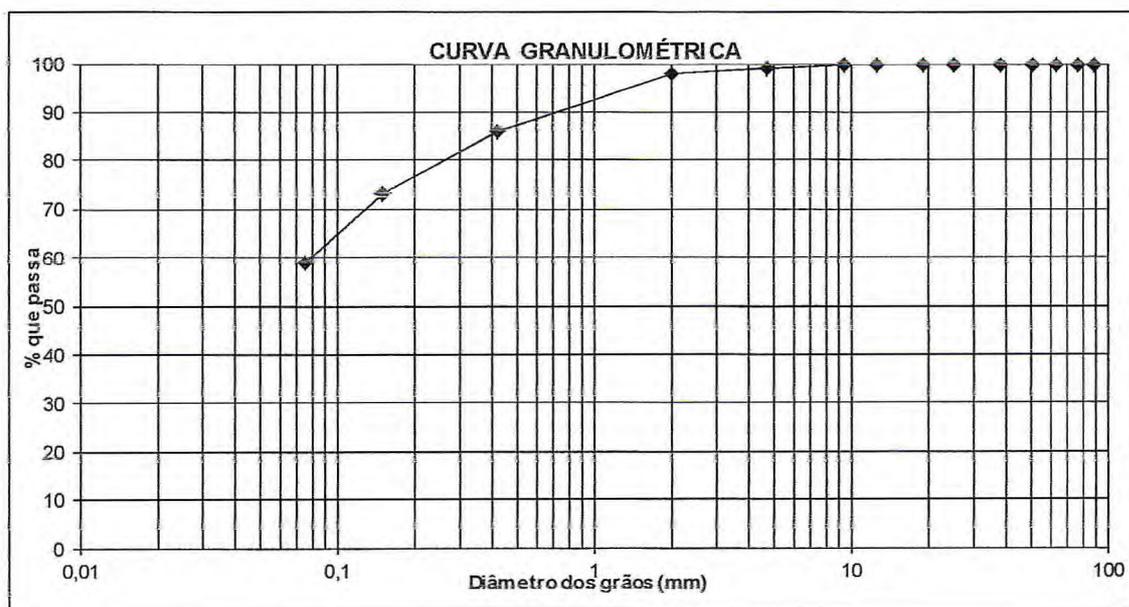
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO						
AMOSTRA - PS - 33						
UMIDADE						
CÁPSULA Nº	33	AMOSTRA TOTAL		TOTAL	PARCIAL	
P.b.h.	34,31	P. ÚMIDO		1500,00		
P.b.s.	32,13	P. RETIDO NA # Nº 10		33,85		
Tara	14,95	P.h. PASSA # Nº 10		1466,15	150,00	
ÁGUA	2,18	P.s. PASSA # Nº 10		1301,05	133,11	
SOLO SECO	17,18	P. AMOSTRA SECA		1334,90	133,11	
UMIDADE %	12,69					
P E N E I R A S	PENEIRAS		P.RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm				
N	3 1/2"	88,9	0,00	1334,90	100	
.	3"	76,2	0,00	1334,90	100	
G	2 1/2"	63,3	0,00	1334,90	100	
R	2"	50,8	0,00	1334,90	100	
O	1 1/2"	38,1	0,00	1334,90	100	
S	1"	25,4	0,00	1334,90	100	
S	3/4"	19,1	0,00	1334,90	100	
O	1/2"	12,7	0,00	1334,90	100	
	3/8"	9,5	4,46	1330,44	100	COMP.GRANULOMÉTRICA (%)
	Nº 4	4,76	10,02	1320,42	99	PEDREGULHO: 1
	Nº 10	2	19,37	1301,05	97	AREIA GROSSA: 2
F	Nº 40	0,42	22,01	111,10	81	AREIA MÉDIA: 16
I	Nº 100	0,15	20,52	90,58	66	AREIA FINA: 24
N	Nº 200	0,075	12,89	77,69	57	SILTE+ARGILA: 57
O						



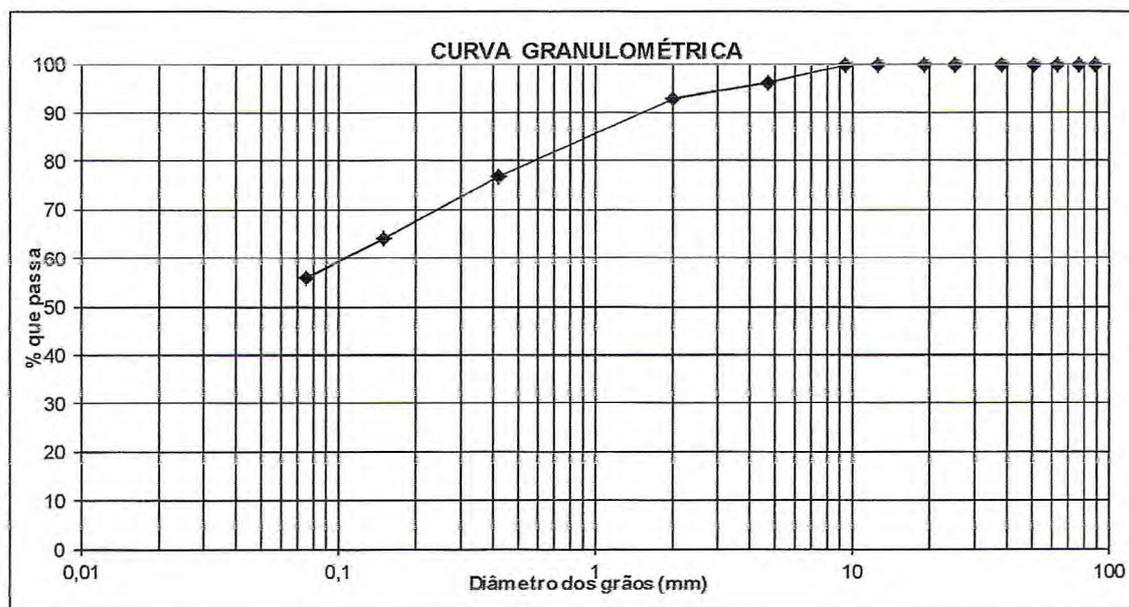
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO						
AMOSTRA - PS - 35						
UMIDADE						
CÁPSULA Nº	35	AMOSTRA TOTAL		TOTAL	PARCIAL	
P.b.h.	33,35	P. ÚMIDO		1500,00		
P.b.s.	31,95	P. RETIDO NA # Nº 10		11,29		
Tara	16,10	P.h. PASSA # Nº 10		1488,71	150,00	
ÁGUA	1,50	P.s. PASSA # Nº 10		1367,04	137,74	
SOLO SECO	16,85	P. AMOSTRA SECA		1378,33	137,74	
UMIDADE %	8,90					
P E N E I R A S	PENEIRAS		P.RETIDO	PESO	% PASSA	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm	PARCIAL (g)	PASSA (g)	AM.TOTAL	
N	3 1/2"	88,9	0,00	1378,33	100	COMP.GRANULOMÉTRICA (%) PEDREGULHO: 0 AREIA GROSSA: 1 AREIA MÉDIA: 7 AREIA FINA: 50 SILTE+ARGILA: 42
.	3"	76,2	0,00	1378,33	100	
G	2 1/2"	63,3	0,00	1378,33	100	
R	2"	50,8	0,00	1378,33	100	
O	1 1/2"	38,1	0,00	1378,33	100	
S	1"	25,4	0,00	1378,33	100	
S	3/4"	19,1	0,00	1378,33	100	
O	1/2"	12,7	0,00	1378,33	100	
	3/8"	9,5	0,00	1378,33	100	
	Nº 4	4,76	4,15	1374,18	100	
F	Nº 10	2	7,14	1367,04	99	
I	Nº 40	0,42	9,43	128,31	92	
N	Nº 100	0,15	32,88	95,43	69	
O	Nº 200	0,075	36,67	58,76	42	



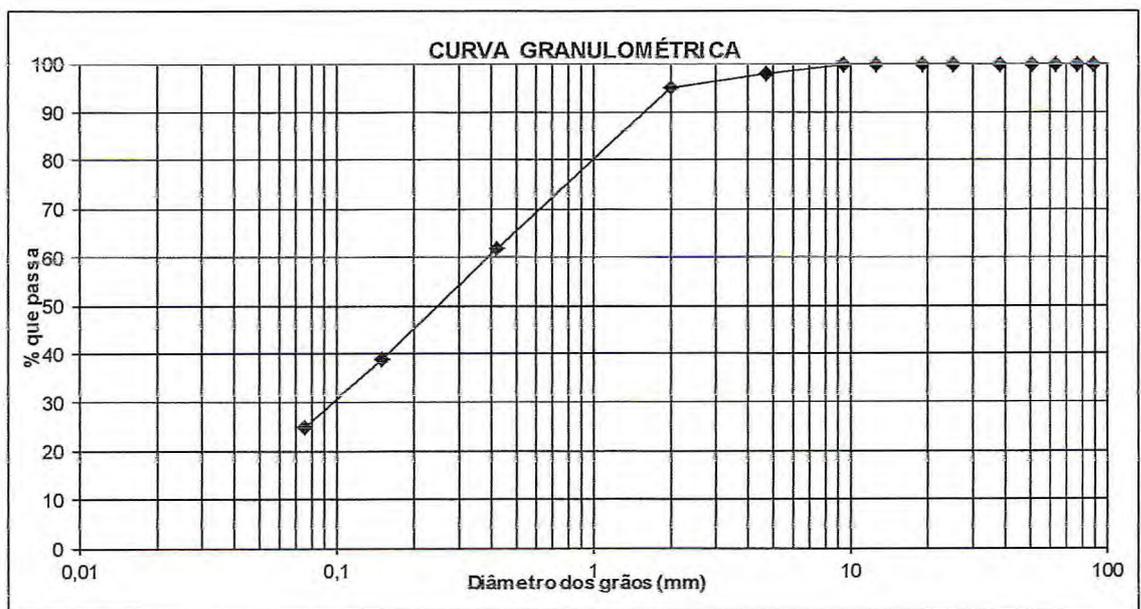
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO							
AMOSTRA - PS- 36							
UMIDADE							
CÁPSULA Nº	36		AMOSTRA TOTAL	TOTAL	PARCIAL		
P.b.h.	32,41		P. ÚMIDO	1500,00			
P.b.s.	30,68		P. RETIDO NA # Nº 10	31,95			
Tara	14,87		P.h. PASSA # Nº 10	1468,05	150,00		
ÁGUA	1,73		P.s. PASSA # Nº 10	1322,57	135,14		
SOLO SECO	15,81		P. AMOSTRA SECA	1354,52	135,14		
UMIDADE %	11,00						
P E N E I R A S	PENEIRAS		P. RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:	
	POLEGADAS	mm					
N	3 1/2"	88,9	0,00	1354,52	100		
	3"	76,2	0,00	1354,52	100		
G	2 1/2"	63,3	0,00	1354,52	100		
R	2"	50,8	0,00	1354,52	100		
O	1 1/2"	38,1	0,00	1354,52	100		
S	1"	25,4	0,00	1354,52	100		
S	3/4"	19,1	0,00	1354,52	100		
O	1/2"	12,7	0,00	1354,52	100		
	3/8"	9,5	2,30	1352,22	100		
	Nº 4	4,76	5,15	1347,07	99		
	Nº 10	2	24,50	1322,57	98		
F	Nº 40	0,42	16,95	118,19	86	COMP.GRANULOMÉTRICA (%)	
I	Nº 100	0,15	17,68	100,51	73	PEDREGULHO: 1	
N	Nº 200	0,075	19,42	81,09	59	AREIA GROSSA: 1	
O						AREIA MÉDIA: 12	
						AREIA FINA: 27	
						SILTE+ARGILA: 59	



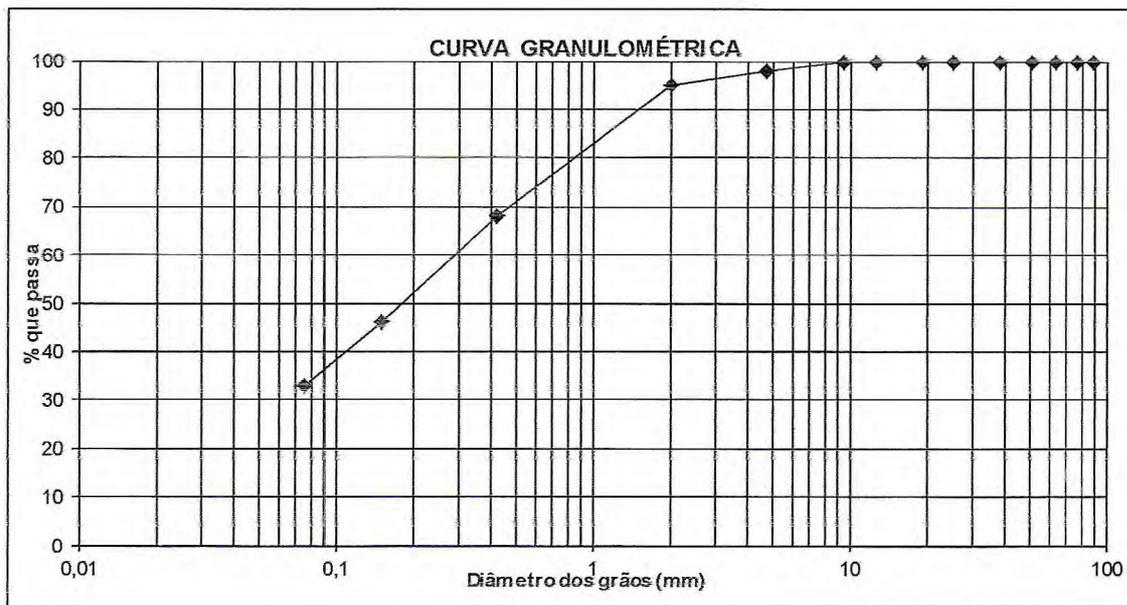
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO						
AMOSTRA - PS - 37						
UMIDADE						
CÁPSULA Nº	37		AMOSTRA TOTAL	TOTAL	PARCIAL	
P.b.h.	49,96		P. ÚMIDO	1500,00		
P.b.s.	46,51		P. RETIDO NA # Nº 10	90,22		
Tara	29,52		P.h. PASSA # Nº 10	1409,78	150,00	
ÁGUA	3,44		P.s. PASSA # Nº 10	1272,48	135,39	
SOLO SECO	21,85		P. AMOSTRA SECA	1362,70	135,39	
UMIDADE %	10,79					
P E N E I R A S	PENEIRAS		P.RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm				
N	3 1/2"	88,9	0,00	1362,70	100	
.	3"	76,2	0,00	1362,70	100	
G	2 1/2"	63,3	0,00	1362,70	100	
R	2"	50,8	0,00	1362,70	100	
O	1 1/2"	38,1	0,00	1362,70	100	
S	1"	25,4	0,00	1362,70	100	
S	3/4"	19,1	0,00	1362,70	100	
O	1/2"	12,7	0,00	1362,70	100	
	3/8"	9,5	4,19	1358,51	100	COMP.GRANULOMÉTRICA (%)
	Nº 4	4,76	44,47	1314,04	96	PEDREGULHO: 4
	Nº 10	2	41,56	1272,48	93	AREIA GROSSA: 3
F	Nº 40	0,42	23,89	111,50	77	AREIA MÉDIA: 16
I	Nº 100	0,15	18,11	93,39	64	AREIA FINA: 21
N	Nº 200	0,075	12,43	80,96	56	SILTE+ARGILA: 56
O						



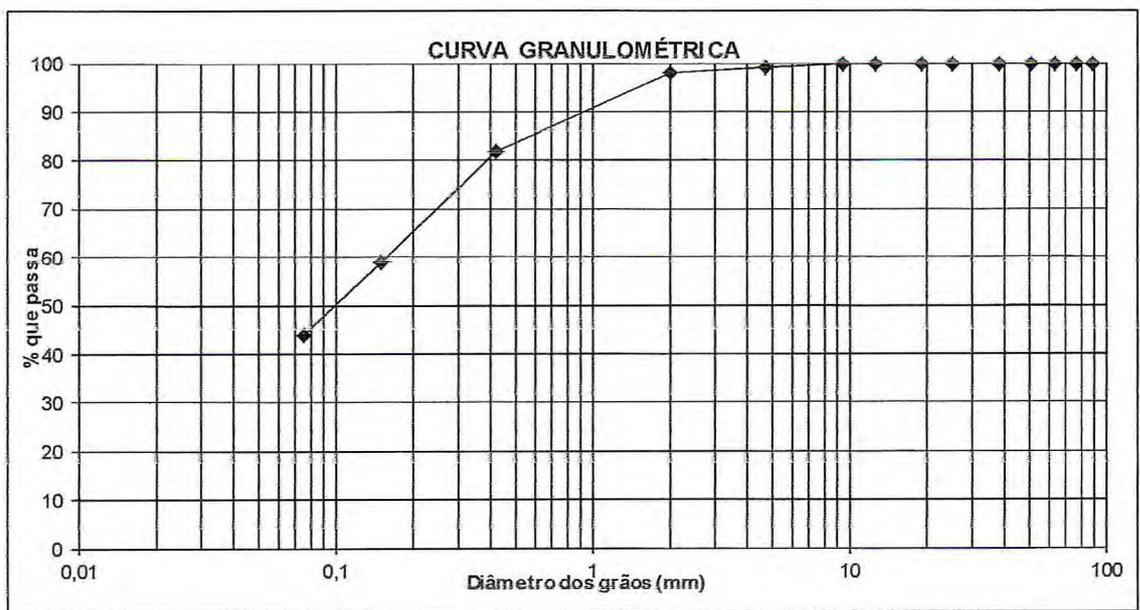
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO							
AMOSTRA - PS - 39							
UMIDADE							
CÁPSULA Nº	39		AMOSTRA TOTAL	TOTAL	PARCIAL		
P.b.h.	47,85		P. ÚMIDO	1500,00			
P.b.s.	45,72		P. RETIDO NA # Nº 10	74,50			
Tara	16,10		P.h. PASSA # Nº 10	1425,50	150,00		
ÁGUA	2,13		P.s. PASSA # Nº 10	1329,88	139,94		
SOLO SECO	29,62		P. AMOSTRA SECA	1404,38	139,94		
UMIDADE %	7,19						
PENEIRAS	PENEIRAS		P.RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:	
	POLEGADAS	mm					
P E N E I R A S	3 1/2"	88,9	0,00	1404,38	100		COMP.GRANULOMÉTRICA (%) PEDREGULHO: 2 AREIA GROSSA: 3 AREIA MÉDIA: 33 AREIA FINA: 37 SILTE+ARGILA: 25
	3"	76,2	0,00	1404,38	100		
	2 1/2"	63,3	0,00	1404,38	100		
	2"	50,8	0,00	1404,38	100		
	1 1/2"	38,1	0,00	1404,38	100		
	1"	25,4	0,00	1404,38	100		
	3/4"	19,1	0,00	1404,38	100		
	1/2"	12,7	0,00	1404,38	100		
	Nº 4	4,76	26,96	1376,56	98		
	Nº 10	2	46,68	1329,88	95		
F I L T R O	Nº 40	0,42	48,21	91,73	62		
	Nº 100	0,15	33,68	58,05	39		
	Nº 200	0,075	20,55	37,50	25		



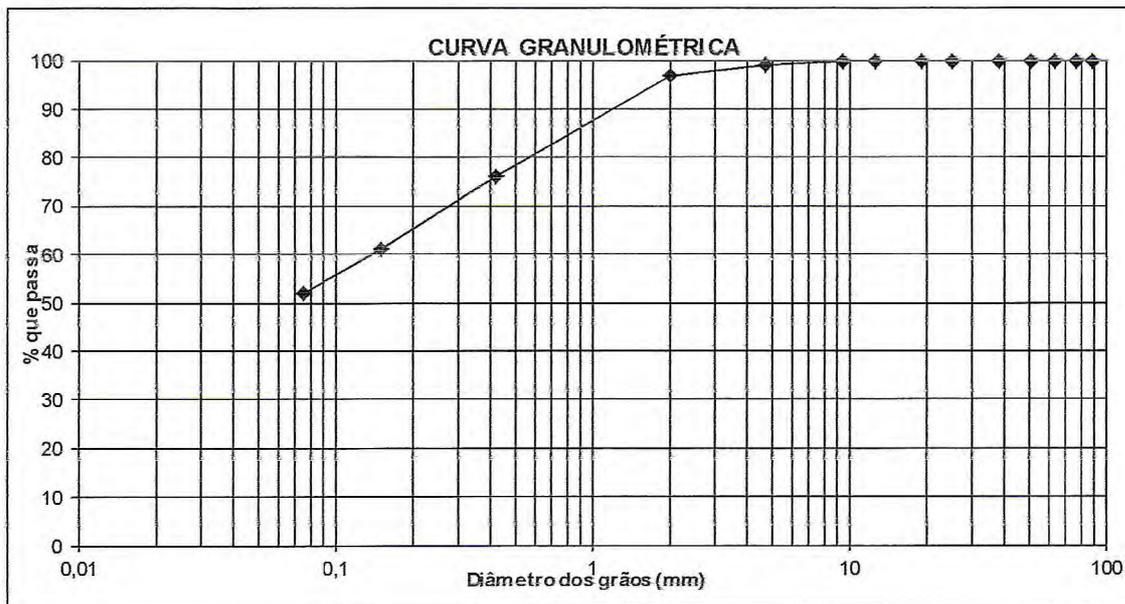
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO						
AMOSTRA - PS - 40						
UMIDADE						
CÁPSULA Nº	40		AMOSTRA TOTAL	TOTAL	PARCIAL	
P.b.h.	32,91		P. ÚMIDO	1500,00		
P.b.s.	31,15		P. RETIDO NA # Nº 10	67,11		
Tara	30,73		P.h. PASSA # Nº 10	1432,89	150,00	
ÁGUA	1,32		P.s. PASSA # Nº 10	1331,06	139,34	
SOLO SECO	17,27		P. AMOSTRA SECA	1398,17	139,34	
UMIDADE %	7,65					
P	PENEIRAS		P.RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm				
N	3 1/2"	88,9	0,00	1398,17	100	
.	3"	76,2	0,00	1398,17	100	
G	2 1/2"	63,3	0,00	1398,17	100	
R	2"	50,8	0,00	1398,17	100	
O	1 1/2"	38,1	0,00	1398,17	100	
S	1"	25,4	0,00	1398,17	100	
S	3/4"	19,1	0,00	1398,17	100	
O	1/2"	12,7	0,00	1398,17	100	
	3/8"	9,5	6,63	1391,54	100	
	Nº 4	4,76	22,09	1369,45	98	
	Nº 10	2	38,39	1331,06	95	
F	Nº 40	0,42	39,48	99,86	68	
I	Nº 100	0,15	32,00	67,86	46	
N	Nº 200	0,075	19,90	47,96	33	
O						
COMP.GRANULOMÉTRICA (%)						
PEDREGULHO:				2		
AREIA GROSSA:				3		
AREIA MÉDIA:				27		
AREIA FINA:				35		
SILTE+ARGILA:				33		



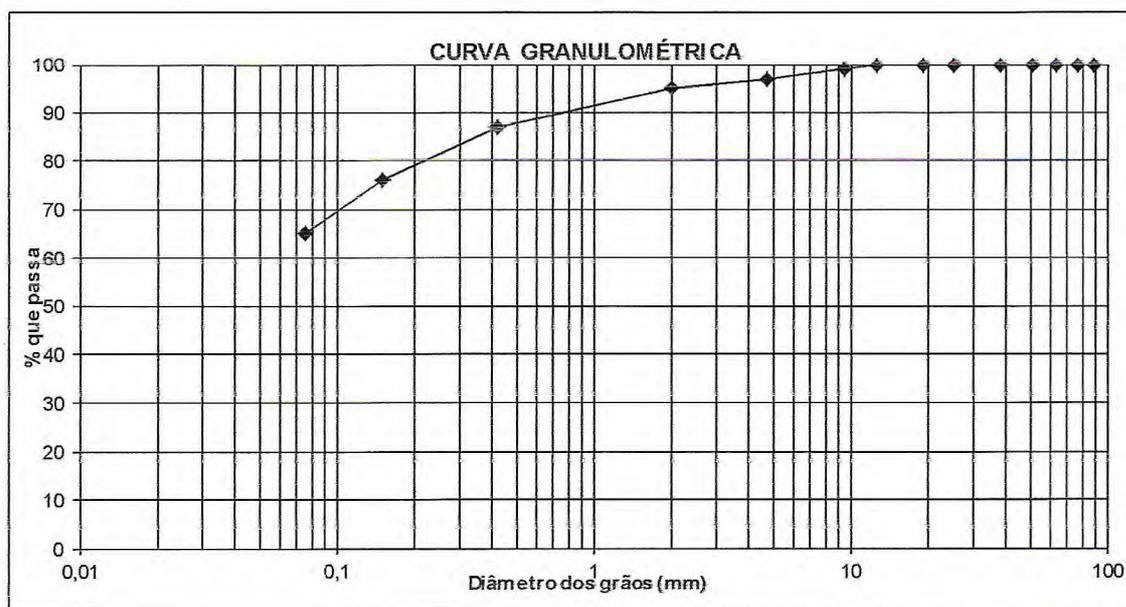
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO						
AMOSTRA - PS - 43						
UMIDADE						
CÁPSULA Nº	43		AMOSTRA TOTAL	TOTAL	PARCIAL	
P.b.h.	59,80		P. ÚMIDO	1500,00		
P.b.s.	56,31		P. RETIDO NA # Nº 10	29,41		
Tara	16,38		P.h. PASSA # Nº 10	1470,59	150,00	
ÁGUA	3,30		P.s. PASSA # Nº 10	1358,39	138,56	
SOLO SECO	39,93		P. AMOSTRA SECA	1387,80	138,56	
UMIDADE %	8,26					
P E N E I R A S	PENEIRAS		P.RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm				
N	3 1/2"	88,9	0,00	1387,80	100	
	3"	76,2	0,00	1387,80	100	
G	2 1/2"	63,3	0,00	1387,80	100	
R	2"	50,8	0,00	1387,80	100	
O	1 1/2"	38,1	0,00	1387,80	100	
S	1"	25,4	0,00	1387,80	100	
S	3/4"	19,1	0,00	1387,80	100	
O	1/2"	12,7	0,00	1387,80	100	
	3/8"	9,5	0,77	1387,03	100	
	Nº 4	4,76	7,34	1379,69	99	
	Nº 10	2	21,30	1358,39	98	
F	Nº 40	0,42	22,51	116,05	82	
I	Nº 100	0,15	32,61	83,44	59	
N	Nº 200	0,075	20,83	62,61	44	
O						
COMP.GRANULOMÉTRICA (%)						
PEDREGULHO:					1	
AREIA GROSSA:					1	
AREIA MÉDIA:					16	
AREIA FINA:					38	
SILTE+ARGILA:					44	



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO						
AMOSTRA (PS - 44A)						
UMIDADE						
CÁPSULA Nº	44		AMOSTRA TOTAL	TOTAL	PARCIAL	
P.b.h.	34,48		P. ÚMIDO	1500,00		
P.b.s.	30,65		P. RETIDO NA # Nº 10	35,02		
Tara	16,38		P.h. PASSA # Nº 10	1464,98	150,00	
ÁGUA	3,71		P.s. PASSA # Nº 10	1164,53	119,24	
SOLO SECO	14,38		P. AMOSTRA SECA	1199,55	119,24	
UMIDADE %	25,80					
P E N E I R A S	PENEIRAS		P.RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm				
N	3 1/2"	88,9	0,00	1199,55	100	
	3"	76,2	0,00	1199,55	100	
G	2 1/2"	63,3	0,00	1199,55	100	
R	2"	50,8	0,00	1199,55	100	
O	1 1/2"	38,1	0,00	1199,55	100	
S	1"	25,4	0,00	1199,55	100	
S	3/4"	19,1	0,00	1199,55	100	
O	1/2"	12,7	0,00	1199,55	100	
	3/8"	9,5	3,74	1195,81	100	
	Nº 4	4,76	11,92	1183,89	99	
	Nº 10	2	19,36	1164,53	97	
F	Nº 40	0,42	26,05	93,19	76	
I	Nº 100	0,15	17,82	75,37	61	
N	Nº 200	0,075	11,37	64,00	52	
O						
COMP.GRANULOMÉTRICA (%)						
PEDREGULHO:					1	
AREIA GROSSA:					2	
AREIA MÉDIA:					21	
AREIA FINA:					24	
SILTE+ARGILA:					52	



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO						
AMOSTRA - PS - 44B						
UMIDADE						
CÁPSULA Nº	44B		AMOSTRA TOTAL	TOTAL	PARCIAL	
P.b.h.	30,00		P. ÚMIDO	1500,00		
P.b.s.	29,31		P. RETIDO NA # Nº 10	75,41		
Tara	15,60		P.h. PASSA # Nº 10	1424,59	150,00	
ÁGUA	0,69		P.s. PASSA # Nº 10	1356,62	142,84	
SOLO SECO	13,7		P. AMOSTRA SECA	1432,03	142,84	
UMIDADE %	5,01					
P	PENEIRAS		P.RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM.TOTAL	OBSERVAÇÕES:
	POLEGADAS	mm				
N	3 1/2"	88,9	0,00	1432,03	100	
	3"	76,2	0,00	1432,03	100	
G	2 1/2"	63,3	0,00	1432,03	100	
	2"	50,8	0,00	1432,03	100	
O	1 1/2"	38,1	0,00	1432,03	100	
	1"	25,4	0,00	1432,03	100	
S	3/4"	19,1	0,00	1432,03	100	
	1/2"	12,7	0,00	1432,03	100	
O	3/8"	9,5	13,58	1418,45	99	
	Nº 4	4,76	34,12	1384,33	97	
F	Nº 10	2	27,71	1356,62	95	
	Nº 40	0,42	12,48	130,36	87	
I	Nº 100	0,15	16,37	113,99	76	
	Nº 200	0,075	16,61	97,38	65	
N						
O						
COMP.GRANULOMÉTRICA (%)						
			PEDREGULHO:	3		
			AREIA GROSSA:	2		
			AREIA MÉDIA:	8		
			AREIA FINA:	22		
			SILTE+ARGILA:	65		



Tabelas de sedimentação

ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

Com dispersor e Com defloculante

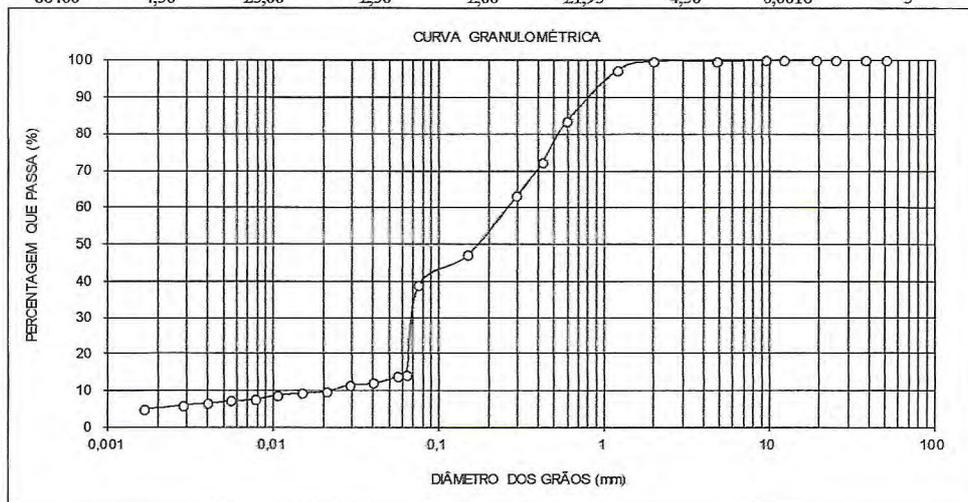
PACOTI				RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO			AMOSTRA 21
UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO							(%)
CAPSULA No.	1			PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8	mm	0
PESO BRUTO UMIDO(g)	44,80			AREIA GROSSA	4,8 - 2,00	mm	0
PESO BRUTO SECO(g)	44,61			AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42	mm	28
PESO DA CAPSULA(g)	15,86			AREIA FINA	0,42 - 0,074	mm	33
PESO DA AGUA(g)	0,19			SILTE	0,074 - 0,005	mm	32
PESO DO SOLO SECO(g)	28,75			ARGILA	ABAIXO DE 0,005	mm	7
UMIDADE(%)	0,66			ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001	mm	xxx
AMOSTRA SECA				PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO			
	AM.TOTAL	AM.PARC.		PENEIRA	PESO(g)	PESO(g)	% PASSA
				POLEGADA	mm	RETIDO	PASSA
CAPSULA No.	1	2		2"	50,80	0,00	1490,18
PESO SOLO UMIDO(g)	1500,00	150,00		1 1/2"	38.10	0,00	1490,18
PESO PEDREG.(g)	3,53			1"	25.40	0,00	1490,18
P.S.MIUDO UMIDO(g)	1496,47	-		3/4"	19.10	0,00	1490,18
P.S. MIUDO SECO(g)	1486,65	-		1/2"	12.27	0,00	1490,18
P. AMOSTRA SECA(g)	1490,18	149,02		3/8"	9.52	0,00	1490,18
CTE. DO FATOR K	-	1,101		No. 4	4.76	2,43	1487,75
DENSIDADE A 20 ° C	2,55			No. 10	2.00	1,10	1486,65

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO

PENEIRA		PESO(g)	PESO(g)	% PASSA
POLEGADA	mm	RETIDO	PASSA	AM. TOTAL
No. 16	1.19	3,68	145,34	97
No. 30	0.590	20,98	124,36	83
No. 40	0.420	16,49	107,87	72
No. 50	0.297	13,34	94,53	63
No. 100	0.149	24,00	70,53	47
No. 200	0.075	12,58	57,95	39

SEDIMENTAÇÃO

DENSIMETRO No.: 1				PROVETA No.: 1				
TEMPO DECORRIDO	LEITURA (L)	TEMPERAT. (o C)	CORREC. MEIO DISPERSOR	LEITURA CORRIGIDA	ALT. DE QUEDA (cm)	LEIT. COR. FINAL	"d" DOS GRAOS (mm)	% <d AM. TOTAL(Q)
30	13,00	29,00	1,90	11,10	18,70	13,00	0,0634	14
60	12,50	29,00	1,90	10,60	19,20	12,50	0,0557	14
120	11,00	29,00	1,90	9,10	19,95	11,00	0,0401	12
240	10,50	29,00	1,90	8,60	20,25	10,50	0,0286	12
460	9,00	29,00	1,90	7,10	20,40	9,00	0,0207	10
900	8,50	29,00	1,90	6,60	20,55	8,50	0,0149	9
1800	8,00	29,00	1,90	6,10	20,70	8,00	0,0106	9
3600	7,00	25,50	2,50	4,50	20,85	7,00	0,0077	8
7200	6,50	25,50	2,50	4,00	21,00	6,50	0,0055	7
14400	6,00	25,00	2,50	3,50	21,15	6,00	0,0039	7
28800	5,50	25,00	2,50	3,00	21,65	5,50	0,0028	6
86400	4,50	25,00	2,50	2,00	21,95	4,50	0,0016	5



ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

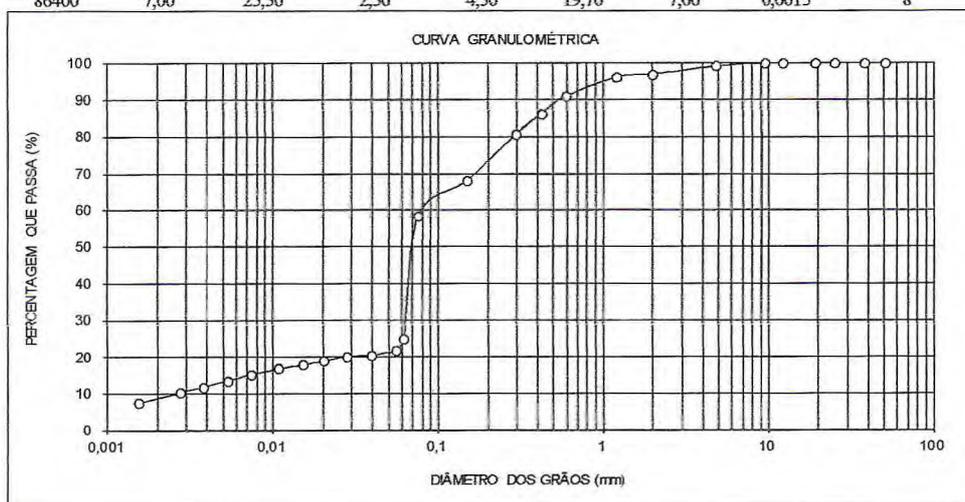
Com dispersor e Com defloculante

PACOII		AMOSTRA 25					
UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO (%)					
CAPSULA No.	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8	mm	1		
PESO BRUTO UMIDO(g)	54,44	AREIA GROSSA	4,8 - 2,00	mm	2		
PESO BRUTO SECO(g)	53,56	AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42	mm	11		
PESO DA CAPSULA(g)	14,95	AREIA FINA	0,42 - 0,074	mm	28		
PESO DA AGUA(g)	0,88	SILTE	0,074 - 0,005	mm	45		
PESO DO SOLO SECO(g)	38,61	ARGILA	ABAIXO DE 0,005	mm	14		
UMIDADE(%)	2,28	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001	mm	xxx		
AMOSTRA SECA		PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO					
	AM.TOTAL	AMPARC.	PENEIRA		PESO(g)	PESO(g)	% PASSA
			POLEG.	mm			
CAPSULA No.	1	2	2"	50.80	0,00	1467,54	100
PESO SOLO UMIDO(g)	1500,00	150,00	1 1/2"	38.10	0,00	1467,54	100
PESO PEDREG.(g)	43,3	-	1"	25.40	0,00	1467,54	100
P.S.MIUDO UMIDO(g)	1456,7	-	3/4"	19.10	0,00	1467,54	100
P.S. MIUDO SECO(g)	1424,24	-	1/2"	12.27	0,00	1467,54	100
P. AMOSTRA SECA(g)	1467,54	146,66	3/8"	9.52	0,00	1467,54	100
CTE. DO FATOR K	-	1,089	No. 4	4.76	11,20	1456,34	99
DENSIDADE A 20 °C	2,55	-	No. 10	2.00	32,10	1424,24	97

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO					
POLEGADA	mm	PESO(g)	PESO(g)	% PASSA	
				RETIDO	PASSA
No. 16	1.19	1,31	145,35	96	
No. 30	0.590	8,00	137,35	91	
No. 40	0.420	7,02	130,33	86	
No. 50	0.297	8,28	122,05	81	
No. 100	0.149	19,04	103,01	68	
No. 200	0.075	14,86	88,15	58	

SEDIMENTAÇÃO

DENSIMETRO No.: I					PROVETA No.: 1			
TEMPO DECORRIDO (s)	LEITURA (L)	TEMPERAT. (o C)	CORREC. MEIO DISPERSOR	LEITURA CORRIGIDA	ALT. DE QUEDA (cm)	LEIT. COR.	"d" DOS GRAOS FINAL (mm)	% <d AM. TOTAL(Q)
30	23,00	25,00	3,00	20,00	16,20	23,00	0,0618	25
60	20,00	25,00	3,00	17,00	16,95	20,00	0,0547	22
120	19,00	25,00	3,00	16,00	17,20	19,00	0,0390	21
240	18,50	25,00	3,00	15,50	17,25	18,50	0,0276	20
460	17,50	25,00	3,00	14,50	17,40	17,50	0,0200	19
900	16,50	25,00	3,00	13,50	19,35	16,50	0,0151	18
1800	15,50	25,00	3,00	12,50	19,50	15,50	0,0107	17
3600	14,00	25,50	2,50	11,50	18,50	14,00	0,0073	15
7200	12,50	25,50	2,50	10,00	19,20	12,50	0,0053	14
14400	11,00	25,50	2,50	8,50	19,95	11,00	0,0038	12
28800	9,50	25,50	2,50	7,00	20,25	9,50	0,0027	10
86400	7,00	25,50	2,50	4,50	19,70	7,00	0,0015	8



ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

Com dispersor e Com defloculante

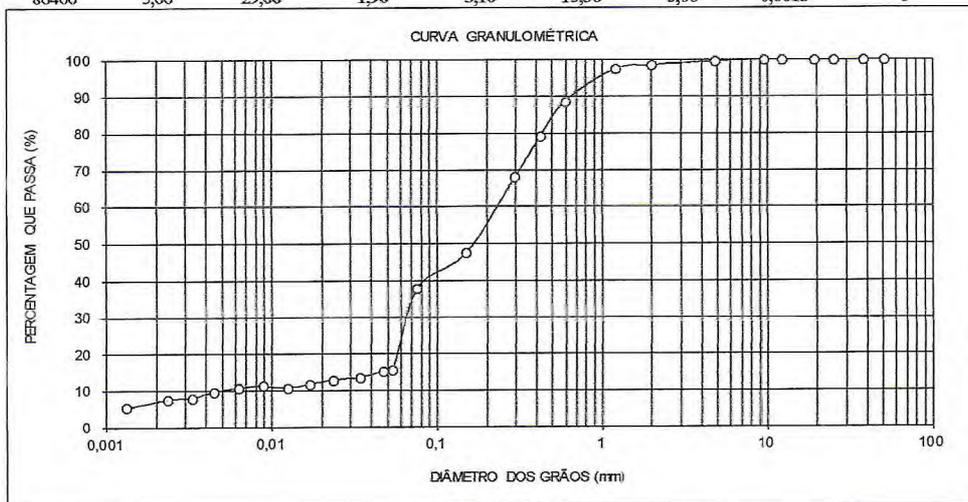
PACoII		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO				AMOSTRA 28
UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO						(%)
CAPSULA No.	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8	mm		0
PESO BRUTO UMIDO(g)	56,93	AREIA GROSSA	4,8 - 2,00	mm		1
PESO BRUTO SECO(g)	56,73	AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42	mm		19
PESO DA CAPSULA(g)	15,48	AREIA FINA	0,42 - 0,074	mm		41
PESO DA AGUA(g)	0,20	SLTE	0,074 - 0,005	mm		28
PESO DO SOLO SECO(g)	41,25	ARGILA	ABAIXO DE 0,005	mm		10
UMIDADE(%)	0,48	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001	mm		xxx

AMOSTRA SECA			PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO				
	AM.TOTAL	AMP.PARC.	PENEIRA		PESO(g)	PESO(g)	% PASSA
			POLEG.	mm	RETIDO	PASSA	
CAPSULA No.	1	2	2"	50.80	0,00	1492,86	100
PESO SOLO UMIDO(g)	1500,00	150,00	1 1/2"	38.10	0,00	1492,86	100
PESO PEDREG.(g)	20,89	-	1"	25.40	0,00	1492,86	100
P.S.MIUDO UMIDO(g)	1479,11	-	3/4"	19.10	0,00	1492,86	100
P.S. MIUDO SECO(g)	1471,97	-	1/2"	12.27	0,00	1492,86	100
P. AMOSTRA SECA(g)	1492,86	149,28	3/8"	9.52	0,00	1492,86	100
CTE. DO FATOR K	-	1,087	No. 4	4.76	5,18	1487,68	100
DENSIDADE A 20 °C	2,55	-	No. 10	2.00	15,71	1471,97	99

PENEIRAMENTO DO SOLO MUUDO				
POLEGADA	PENEIRA mm	PESO(g) RETIDO	PESO(g) PASSA	% PASSA
				AM. TOTAL
No. 16	1.19	1,68	147,60	97
No. 30	0.590	13,37	134,23	89
No. 40	0.420	14,40	119,83	79
No. 50	0.297	16,84	102,99	68
No. 100	0.149	31,17	71,82	47
No. 200	0.075	14,56	57,26	38

SEDIMENTAÇÃO

DENSIMETRO No.: 1					PROVETA No.: 1			
TEMPO DECORRIDO	LEITURA (L)	TEMPERAT. (o C)	CORREC. MEIO DISPERSOR	LEITURA CORRIGIDA	ALT. DE QUEDA (cm)	LEIT. COR. FINAL	"d" DOS GRAOS (mm)	% <d AM. TOTAL(Q)
30	14,50	29,00	1,90	12,60	13,33	14,50	0,0536	16
60	14,00	29,00	1,90	12,10	13,50	14,00	0,0467	15
120	12,50	29,00	1,90	10,60	14,02	12,50	0,0336	14
240	12,00	29,00	1,90	10,10	13,45	12,00	0,0233	13
460	11,00	29,00	1,90	9,10	13,63	11,00	0,0169	12
900	10,00	29,00	1,90	8,10	13,97	10,00	0,0123	11
1800	10,50	29,00	1,90	8,60	14,14	10,50	0,0087	11
3600	10,00	29,00	1,90	8,10	14,32	10,00	0,0062	11
7200	9,00	25,50	2,50	6,50	14,49	9,00	0,0044	10
14400	7,50	25,00	2,50	5,00	14,84	7,50	0,0033	8
28800	7,00	25,00	2,50	4,50	15,01	7,00	0,0023	8
86400	5,00	29,00	1,90	3,10	15,36	5,00	0,0013	5



ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

Com dispersor e Com defloculante

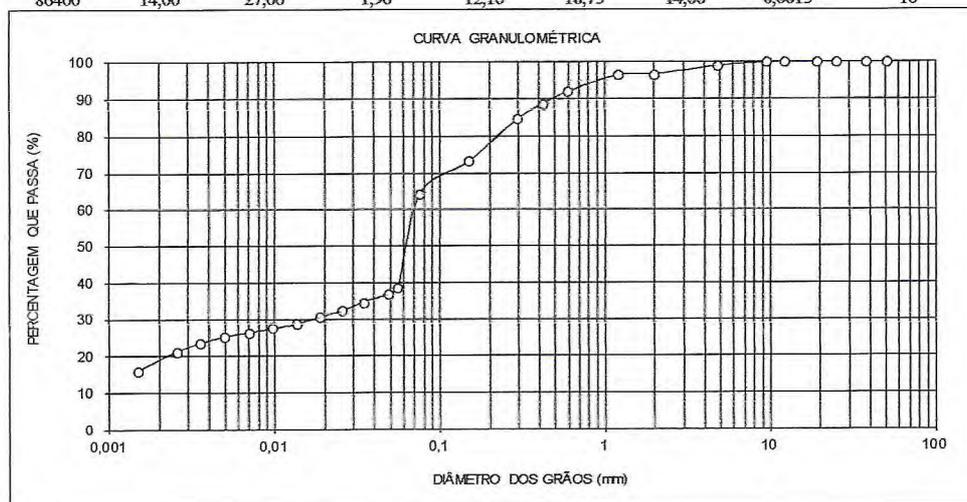
PACOTI		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO			AMOSTRA 32
UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO					(%)
CAPSULA No.	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8	mm	1
PESO BRUTO UMIDO(g)	42,59	AREIA GROSSA	4,8 - 2,00	mm	2
PESO BRUTO SECO(g)	40,45	AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42	mm	8
PESO DA CAPSULA(g)	15,48	AREIA FINA	0,42 - 0,074	mm	24
PESO DA AGUA(g)	2,14	SILTE	0,074 - 0,005	mm	39
PESO DO SOLO SECO(g)	24,97	ARGILA	ABAIXO DE 0,005	mm	25
UMIDADE(%)	8,57	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001	mm	xxx

AMOSTRA SECA			PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO				
	AM.TOTAL	AM.PARC.	PENEIRA		PESO(g)	PESO(g)	% PASSA
			POLEG.	mm	RETIDO	PASSA	
CAPSULA No.	1	2	2"	50,80	0,00	1385,17	100
PESO SOLO UMIDO(g)	1500,00	150,00	1 1/2"	38,10	0,00	1385,17	100
PESO PEDREG.(g)	45,32	-	1"	25,40	0,00	1385,17	100
P.S.MIUDO UMIDO(g)	1454,68	-	3/4"	19,10	0,00	1385,17	100
P.S. MIUDO SECO(g)	1339,85	-	1/2"	12,27	0,00	1385,17	100
P. AMOSTRA SECA(g)	1385,17	138,16	3/8"	9,52	1,48	1383,69	100
CTE. DO FATOR K	-	1,152	No. 4	4,76	12,21	1371,48	99
DENSIDADE A 20 ° C	2,55	-	No. 10	2,00	31,63	1339,85	97

PENEIRAMENTO DO SOLO MUDO					
POLEGADA	PENEIRA	mm	PESO(g)	PESO(g)	% PASSA
No. 16		1.19	0,38	137,78	96
No. 30		0.590	6,54	131,24	92
No. 40		0.420	4,77	126,47	89
No. 50		0.297	5,36	121,11	85
No. 100		0.149	16,56	104,55	73
No. 200		0.075	12,72	91,83	64

SEDIMENTAÇÃO

DENSIMETRO No.: 1					PROVETA No.: 1			
TEMPO	LEITURA	TEMPERAT.	CORREC.	LEITURA	ALT. DE	LEIT.	"d" DOS	% <d AM
DECORRIDC	(L)	(o C)	MEIO	CORRIGIDA	QUEDA	COR.	GRAOS	TOTAL(Q)
s			DISPERSOR	(cm)	(cm)	FINAL	(mm)	
30	33,50	25,00	3,00	30,50	13,05	33,50	0,0555	39
60	32,00	25,00	3,00	29,00	13,50	32,00	0,0488	37
120	30,00	25,00	3,00	27,00	13,35	30,00	0,0343	35
240	28,00	25,00	3,00	25,00	14,70	28,00	0,0255	32
460	26,50	25,00	3,00	23,50	15,15	26,50	0,0187	31
900	25,00	25,00	3,00	22,00	15,60	25,00	0,0136	29
1800	24,00	25,00	3,00	21,00	15,90	24,00	0,0097	28
3600	23,00	25,00	3,00	20,00	16,20	23,00	0,0069	26
7200	22,00	25,00	3,00	19,00	16,35	22,00	0,0049	25
14400	20,50	25,00	3,00	17,50	16,95	20,50	0,0035	24
28800	18,50	25,00	3,00	15,50	17,25	18,50	0,0025	21
86400	14,00	27,00	1,90	12,10	18,75	14,00	0,0015	16



ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

Com dispersor e Com defloculante

PACOTI		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO			AMOSTRA 33
UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO					(%)
CAPSULA No.	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8	mm	1
PESO BRUTO UMIDO(g)	34,31	AREIA GROSSA	4,8 - 2,00	mm	1
PESO BRUTO SECO(g)	32,13	AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42	mm	2
PESO DA CAPSULA(g)	14,95	AREIA FINA	0,42 - 0,074	mm	10
PESO DA AGUA(g)	2,18	SILTE	0,074 - 0,005	mm	69
PESO DO SOLO SECO(g)	17,18	ARGILA	ABAIXO DE 0,005	mm	16
UMIDADE(%)	12,69	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001	mm	xxx

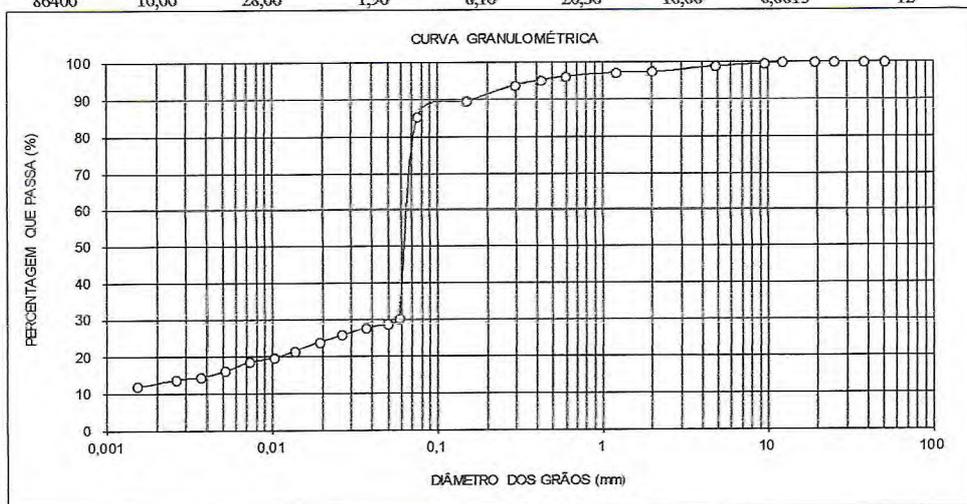
AMOSTRA SECA			PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO				
	AM.TOTAL	AM.PARC.	PENEIRA		PESO(g) RETIDO	PESO(g) PASSA	% PASSA AM. TOTAL
			POLEG.	mm			
CAPSULA No.	1	2	2"	50,80	0,00	1334,91	100
PESO SOLO UMIDO(g)	1500,00	150,00	1 1/2"	38,10	0,00	1334,91	100
PESO PEDREG.(g)	33,85	-	1"	25,40	0,00	1334,91	100
P.S.MIUDO UMIDO(g)	1466,15	-	3/4"	19,10	0,00	1334,91	100
P.S. MIUDO SECO(g)	1301,06	-	1/2"	12,27	0,00	1334,91	100
P. AMOSTRA SECA(g)	1334,91	133,11	3/8"	9,52	4,46	1330,45	100
CTE. DO FATOR K	-	1,205	No. 4	4,76	10,02	1320,43	99
DENSIDADE A 20 ° C	2,55	-	No. 10	2,00	19,37	1301,06	97

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO

PENEIRA	mm	PESO(g) RETIDO	PESO(g) PASSA	% PASSA AM. TOTAL
No. 16	1.19	0,28	132,83	97
No. 30	0.590	1,40	131,43	96
No. 40	0.420	1,35	130,08	95
No. 50	0.297	1,80	128,28	94
No. 100	0.149	5,97	122,31	90
No. 200	0.075	5,79	116,52	85

SEDIMENTAÇÃO

DENSIMETRO No.: 1						PROVETA No.: 1		
TEMPO DECORRIDO s	LEITURA (L)	TEMPERAT. (o C)	CORREC. MEIO DISPERSOR	LEITURA CORRIGIDA	ALT. DE QUEDA (cm)	LEIT. COR. FINAL	"d" DOS GRAOS (mm)	% <d AM. TOTAL(Q)
30	25,00	28,00	1,90	23,10	15,60	25,00	0,0579	30
60	24,00	28,00	1,90	22,10	15,40	24,00	0,0499	29
120	23,00	28,00	1,90	21,10	16,20	23,00	0,0362	28
240	21,50	28,00	1,90	19,60	16,47	21,50	0,0258	26
460	20,00	28,00	1,90	18,10	17,40	20,00	0,0191	24
900	18,00	28,00	1,90	16,10	17,00	18,00	0,0135	22
1800	16,50	28,00	1,90	14,60	19,35	16,50	0,0102	20
3600	15,50	28,00	1,90	13,60	19,40	15,50	0,0072	19
7200	13,50	28,00	1,90	11,60	19,55	13,50	0,0051	16
14400	12,00	28,00	1,90	10,10	19,65	12,00	0,0036	14
28800	11,50	28,00	1,90	9,60	20,10	11,50	0,0026	14
86400	10,00	28,00	1,90	8,10	20,30	10,00	0,0015	12



ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

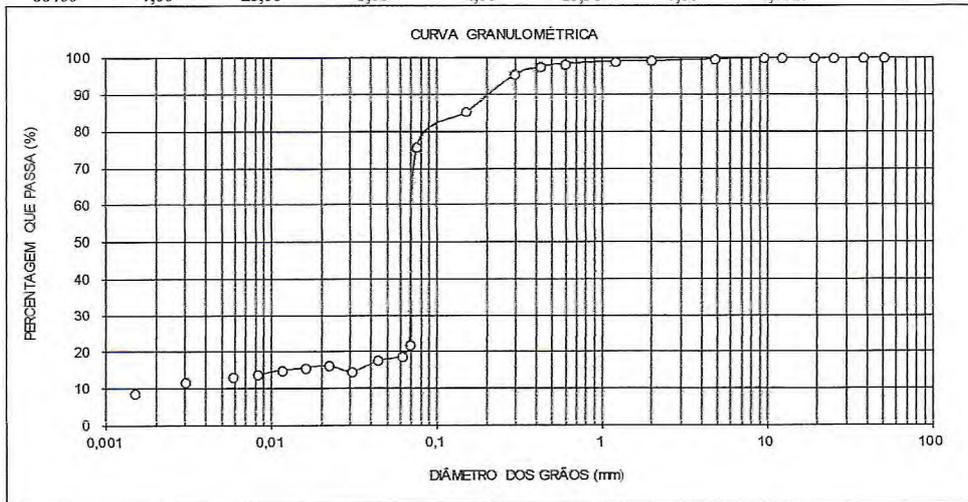
Com dispersor e Com defloculante

PACOTI		AMOSTRA 35			
UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO (%)			
CAPSULA No.	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8	mm	0
PESO BRUTO UMIDO(g)	34,45	AREIA GROSSA	4,8 - 2,00	mm	1
PESO BRUTO SECO(g)	32,95	AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42	mm	2
PESO DA CAPSULA(g)	16,10	AREIA FINA	0,42 - 0,074	mm	22
PESO DA AGUA(g)	1,50	SILTE	0,074 - 0,005	mm	62
PESO DO SOLO SECO(g)	16,85	ARGILA	ABAIXO DE 0,005	mm	13
UMIDADE(%)	8,90	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001	mm	xxx

AMOSTRA SECA			PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO				
	AM.TOTAL	AMPARC.	PENEIRA		PESO(g)	PESO(g)	% PASSA
			POLEG.	mm	RETIDO	PASSA	AM. TOTAL
CAPSULA No.	1	2	2"	50.80	0,00	1378,31	100
PESO SOLO UMIDO(g)	1500,00	150,00	1 1/2"	38.10	0,00	1378,31	100
PESO PEDREG.(g)	11,29	-	1"	25.40	0,00	1378,31	100
P.S.MIUDO UMIDO(g)	1488,71	-	3/4"	19.10	0,00	1378,31	100
P.S. MIUDO SECO(g)	1367,02	-	1/2"	12.27	0,00	1378,31	100
P. AMOSTRA SECA(g)	1378,31	137,74	3/8"	9.52	0,00	1378,31	100
CTE. DO FATOR K	-	1,257	No. 4	4.76	4,15	1374,16	100
DENSIDADE A 20 °C	2,34	-	No. 10	2.00	7,14	1367,02	99

PENEIRAMENTO DO SOLO MUUDO					
POLEGADA	mm	PESO(g)		% PASSA	
		RETIDO	PASSA	AM. TOTAL	
No. 16	1.19	0,13	137,61	99	
No. 30	0.590	0,86	136,75	98	
No. 40	0.420	1,24	135,51	98	
No. 50	0.297	2,89	132,62	95	
No. 100	0.149	14,10	118,52	85	
No. 200	0.075	13,39	105,13	76	

SEDIMENTAÇÃO						PROVETA No.: 1														
DENSIMETRO No.: 1			CORREC.			LEITURA			ALT. DE			LEIT.			"d" DOS			% <d AM.		
TEMPO	LEITURA	TEMPERAT.	MEIO	CORRIGIDA	QUEDA	COR.	GRAOS	% <d AM.	DISPERSOR	(cm)	FINAL	(mm)	TOTAL(Q)							
DECORRIDO	(L)	(°C)	DISPERSOR	(cm)	FINAL	(mm)	TOTAL(Q)													
s																				
30	17,50	25,50	3,00	14,50	17,40	17,50	0,0681	22												
60	15,00	25,00	2,50	12,50	18,45	15,00	0,0614	19												
120	14,00	25,00	3,00	11,00	18,90	14,00	0,0440	18												
240	13,50	25,00	3,00	10,50	18,12	11,70	0,0304	15												
460	13,00	25,50	3,00	10,00	18,70	13,00	0,0221	16												
900	12,50	25,50	2,50	10,00	19,30	12,50	0,0160	16												
1800	12,00	25,50	2,50	9,50	19,65	12,00	0,0114	15												
3600	11,00	25,50	2,50	8,50	19,80	11,00	0,0082	14												
7200	10,50	25,00	3,00	7,50	20,10	10,50	0,0059	13												
14400	10,00	25,00	3,00	7,00	20,25	10,00	0,0000	13												
28800	9,50	25,00	3,00	6,50	21,00	9,50	0,0030	12												
86400	7,00	25,00	3,00	4,00	15,36	7,00	0,0015	9												



ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

Com dispersor e Com defloculante

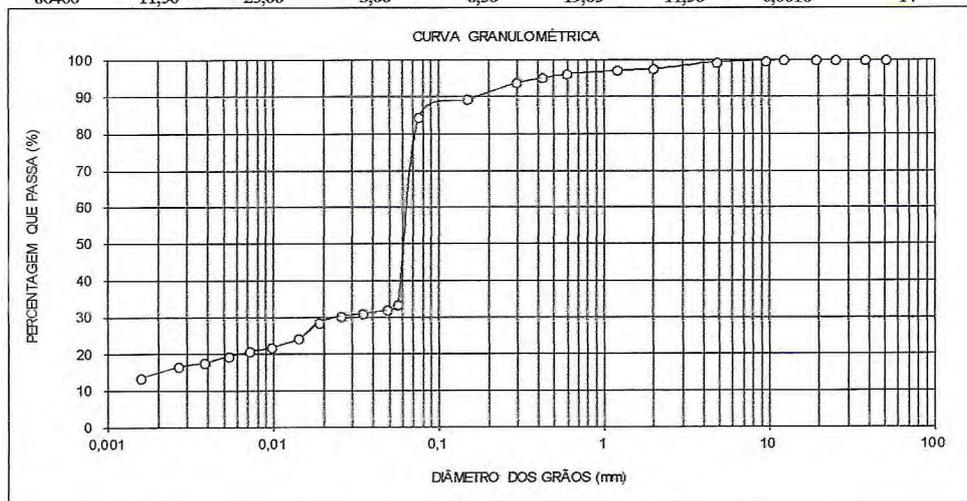
PACOTI		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO			AMOSTRA 36
UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO					(%)
CAPSULA No.	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8	mm	1
PESO BRUTO UMIDO(g)	32,41	AREIA GROSSA	4,8 - 2,00	mm	2
PESO BRUTO SECO(g)	30,68	AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42	mm	3
PESO DA CAPSULA(g)	14,87	AREIA FINA	0,42 - 0,074	mm	11
PESO DA AGUA(g)	1,73	SILTE	0,074 - 0,005	mm	65
PESO DO SOLO SECO(g)	15,81	ARGILA	ABAIXO DE 0,005	mm	20
UMIDADE(%)	10,94	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001	mm	xxx

AMOSTRA SECA			PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO				
	AM.TOTAL	AMP.PARC.	PENEIRA		PESO(g) RETIDO	PESO(g) PASSA	% PASSA AM. TOTAL
			POLEG.	mm			
CAPSULA No.	1	2	2"	50.80	0,00	1355,20	100
PESO SOLO UMIDO(g)	1500,00	150,00	1 1/2"	38.10	0,00	1355,20	100
PESO PEDREG.(g)	31,95	-	1"	25.40	0,00	1355,20	100
P.S.MIUDO UMIDO(g)	1468,05	-	3/4"	19.10	0,00	1355,20	100
P.S. MIUDO SECO(g)	1323,25	-	1/2"	12.27	0,00	1355,20	100
P. AMOSTRA SECA(g)	1355,20	135,21	3/8"	9.52	2,30	1352,90	100
CTE. DO FATOR K	-	1,188	No. 4	4.76	5,15	1347,75	99
DENSIDADE A 20 °C	2,55		No. 10	2.00	24,50	1323,25	98

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO					
POLEGADA	mm	PESO(g) RETIDO	PESO(g) PASSA	% PASSA AM. TOTAL	
No. 16	1.19	0,75	134,46	97	
No. 30	0.590	1,32	133,14	96	
No. 40	0.420	1,50	131,64	95	
No. 50	0.297	1,86	129,78	94	
No. 100	0.149	6,27	123,51	89	
No. 200	0.075	6,76	116,75	84	

SEDIMENTAÇÃO

DENSIMETRO No.: 1					PROVETA No.: 1			
TEMPO DECORRIDO (s)	LEITURA (L)	TEMPERAT. (°C)	CORREC. MEIO DISPERSOR	LEITURA CORRIGIDA	ALT. DE QUEDA (cm)	LEIT. COR. FINAL	"d" DOS GRAOS (mm)	% <d AM. TOTAL(Q)
30	28,00	29,00	1,90	26,10	14,70	28,00	0,0562	33
60	27,00	29,00	1,90	25,10	14,85	27,00	0,0490	32
120	26,00	29,00	1,90	24,10	15,00	26,00	0,0348	31
240	25,50	29,00	1,90	23,60	15,90	25,50	0,0253	30
460	23,00	25,00	1,90	21,10	16,47	24,10	0,0186	29
900	20,50	25,00	3,00	17,50	16,95	20,50	0,0141	24
1800	18,50	25,00	3,00	15,50	17,25	18,50	0,0096	22
3600	17,50	25,00	3,00	14,50	17,20	17,50	0,0071	21
7200	16,50	25,00	3,00	13,50	19,35	16,50	0,0053	20
14400	15,00	25,00	3,00	12,00	19,50	15,00	0,0038	18
28800	14,00	25,00	3,00	11,00	18,50	14,00	0,0026	17
86400	11,50	25,00	3,00	8,50	19,65	11,50	0,0016	14



ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

Com dispersor e Com defloculante

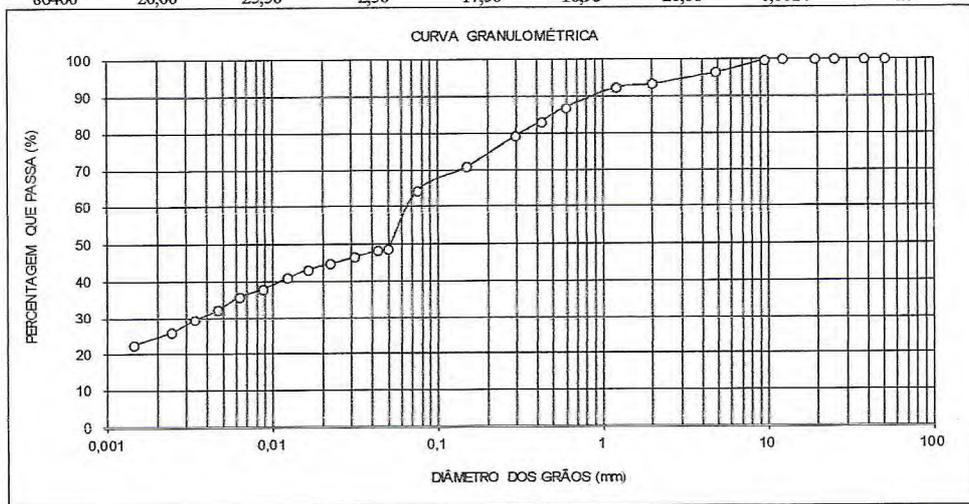
PACOTI		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO			AMOSTRA 37
UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO					(%)
CAPSULA No.	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8	mm	4
PESO BRUTO UMIDO(g)	49,96	AREIA GROSSA	4,8 - 2,00	mm	3
PESO BRUTO SECO(g)	46,51	AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42	mm	10
PESO DA CAPSULA(g)	14,66	AREIA FINA	0,42 - 0,074	mm	19
PESO DA AGUA(g)	3,45	SILTE	0,074 - 0,005	mm	32
PESO DO SOLO SECO(g)	31,85	ARGILA	ABAIXO DE 0,005	mm	32
UMIDADE(%)	10,83	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001	mm	xxx

AMOSTRA SECA		PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO					
CAPSULA No.	AM.TOTAL	AMPARC.	PENEIRA		PESO(g)	PESO(g)	% PASSA
			POLEG.	mm			
1	1	2	2"	50.80	0,00	1362,22	100
PESO SOLO UMIDO(g)	1500,00	150,00	1 1/2"	38.10	0,00	1362,22	100
PESO PEDREG.(g)	90,22	-	1"	25.40	0,00	1362,22	100
P.S.MIUDO UMIDO(g)	1409,78	-	3/4"	19.10	0,00	1362,22	100
P.S. MIUDO SECO(g)	1272,00	-	1/2"	12.27	0,00	1362,22	100
P. AMOSTRA SECA(g)	1362,22	135,34	3/8"	9.52	4,19	1358,03	100
CTE. DO FATOR K	-	1,135	No. 4	4.76	44,47	1313,56	96
DENSIDADE A 20 ° C	2,55	-	No. 10	2.00	41,56	1272,00	93

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO					
POLEGADA	PENEIRA	mm	PESO(g)	PESO(g)	% PASSA
No. 16		1.19	1,54	133,80	92
No. 30		0.590	7,72	126,08	87
No. 40		0.420	5,50	120,58	83
No. 50		0.297	5,57	115,01	79
No. 100		0.149	12,33	102,68	71
No. 200		0.075	9,28	93,40	64

SEDIMENTAÇÃO

DENSIMETRO No.: 1				PROVETA No.: 1				
TEMPO	LEITURA	TEMPERAT.	CORREC.	LEITURA	ALI. DE	LEIT.	"d" DOS	% <d AM.
DECORRID	(L.)	(o C)	MEIO	CORRIGIDA	QUEDA	COR.	GRAOS	TOTAL(Q)
s			DISPERSOR	(cm)	(cm)	FINAL	(mm)	
30	43,00	29,00	1,90	41,10	11,40	43,00	0,0495	49
60	42,50	29,00	1,90	40,60	11,55	42,50	0,0432	48
120	41,00	29,00	1,90	39,10	11,85	41,00	0,0309	47
240	39,50	29,00	1,90	37,60	12,15	39,50	0,0221	45
460	38,00	29,00	1,90	36,10	12,30	38,00	0,0161	43
900	36,00	25,50	2,50	33,50	12,60	36,00	0,0120	41
1800	33,50	25,50	2,50	31,00	13,05	33,50	0,0087	38
3600	31,50	25,50	2,50	29,00	13,35	31,50	0,0062	36
7200	28,50	25,50	2,50	26,00	14,85	28,50	0,0046	32
14400	26,00	25,00	3,00	23,00	15,00	26,00	0,0033	30
28800	23,00	25,50	2,50	20,50	16,20	23,00	0,0024	26
86400	20,00	25,50	2,50	17,50	16,95	20,00	0,0014	23



ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

Com dispersor e Com defloculante

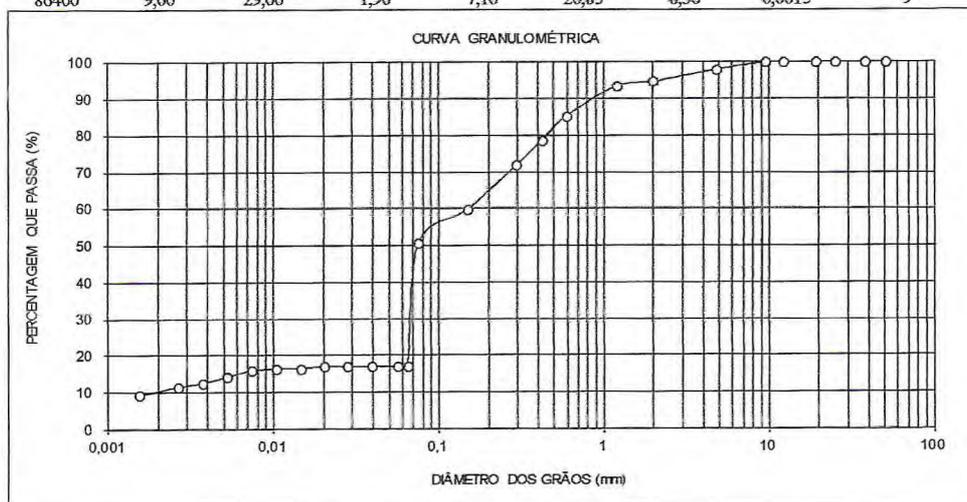
PACOII		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO				AMOSTRA 39
UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO						(%)
CAPSULA No.	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8	mm		2
PESO BRUTO UMIDO(g)	47,85	AREIA GROSSA	4,8 - 2,00	mm		3
PESO BRUTO SECO(g)	45,72	AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42	mm		16
PESO DA CAPSULA(g)	16,10	AREIA FINA	0,42 - 0,074	mm		28
PESO DA AGUA(g)	2,13	SILTE	0,074 - 0,005	mm		37
PESO DO SOLO SECO(g)	29,62	ARGILA	ABAIXO DE 0,005	mm		14
UMIDADE(%)	7,19	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001	mm		xxx

AMOSTRA SECA			PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO				
	AM.TOTAL	AMPARC.	PENEIRA		PESO(g)	PESO(g)	% PASSA
			POLEG.	mm	RETIDO	PASSA	AM. TOTAL
CAPSULA No.	1	2	2"	50.80	0,00	1404,37	100
PESO SOLO UMIDO(g)	1500,00	150,00	1 1/2"	38.10	0,00	1404,37	100
PESO PEDREG.(g)	74,5	-	1"	25.40	0,00	1404,37	100
P.S.MIUDO UMIDO(g)	1425,5	-	3/4"	19.10	0,00	1404,37	100
P.S. MIUDO SECO(g)	1329,87	-	1/2"	12.27	0,00	1404,37	100
P. AMOSTRA SECA(g)	1404,37	139,94	3/8"	9.52	0,86	1403,51	100
C.TE. DO FATOR K	-	1,113	No. 4	4.76	26,96	1376,55	98
DENSIDADE A 20 °C	2,55		No. 10	2.00	46,68	1329,87	95

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO					
POLEGADA	PENEIRA mm	PESO(g) RETIDO	PESO(g) PASSA	% PASSA	
				PASSA	AM. TOTAL
No. 16	1.19	1,90	138,04		93
No. 30	0.590	12,13	125,91		85
No. 40	0.420	9,78	116,13		79
No. 50	0.297	9,73	106,40		72
No. 100	0.149	17,88	88,52		60
No. 200	0.075	13,46	75,06		51

SEDIMENTAÇÃO

DENSIMETRO No.: 1				PROVETA No.: 1				
TEMPO DECORRIDO s	LEITURA (L)	TEMPERAT. (° C)	CORREC. MEIO DISPERSOR	LEITURA CORRIGIDA	ALT. DE QUEDA (cm)	LEIT. FINAL	"d" DOS GRAOS (mm)	% <d AM. TOTAL(Q)
30	16,00	29,00	1,90	14,10	19,20	15,30	0,0643	17
60	16,00	29,00	1,90	14,10	19,20	15,30	0,0557	17
120	16,00	29,00	1,90	14,10	19,20	15,30	0,0394	17
240	16,00	29,00	1,90	14,10	19,20	15,30	0,0278	17
460	16,00	29,00	1,90	14,10	19,20	15,30	0,0201	17
900	15,50	29,00	1,90	13,60	19,50	14,80	0,0145	16
1800	15,50	29,00	1,90	13,60	19,75	14,80	0,0103	16
3600	15,00	29,00	1,90	13,10	19,90	14,30	0,0073	16
7200	13,50	29,00	1,90	11,60	20,05	12,80	0,0052	14
14400	12,00	29,00	1,90	10,10	20,25	11,30	0,0037	13
28800	11,00	29,00	1,90	9,10	20,40	10,30	0,0026	11
86400	9,00	29,00	1,90	7,10	20,85	8,30	0,0015	9



ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

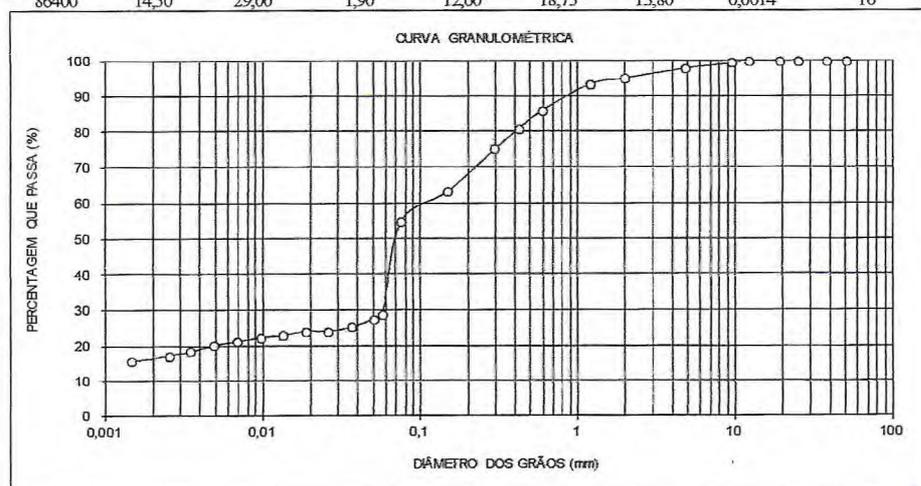
Com dispersor e Com defloculante

PACOTI		AMOSTRA 40					
UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO (%)					
CAPSULA No.	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8	mm	2		
PESO BRUTO UMIDO(g)	32,47	AREIA GROSSA	4,8 - 2,00	mm	3		
PESO BRUTO SECO(g)	31,15	AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42	mm	14		
PESO DA CAPSULA(g)	15,36	AREIA FINA	0,42 - 0,074	mm	26		
PESO DA AGUA(g)	1,32	SILTE	0,074 - 0,005	mm	35		
PESO DO SOLO SECO(g)	15,79	ARGILA	ABAIXO DE 0,005	mm	20		
UMIDADE(%)	8,36	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001	mm	xxx		
AMOSTRA SECA		PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO					
	AM.TOTAL	AMPARC.	PENEIRA		PESO(g)	PESO(g)	% PASSA
			POLEG.	mm			
CAPSULA No.	1	2	2"	50,80	0,00	1389,48	100
PESO SOLO UMIDO(g)	1500,00	150,00	1 1/2"	38,10	0,00	1389,48	100
PESO PEDREG.(g)	67,41	-	1"	25,40	0,00	1389,48	100
P.S.MIUDO UMIDO(g)	1432,59	-	3/4"	19,10	0,00	1389,48	100
P.S. MIUDO SECO(g)	1322,07	-	1/2"	12,27	0,00	1389,48	100
P. AMOSTRA SECA(g)	1389,48	138,43	3/8"	9,52	6,83	1382,65	100
CTE. DO FATOR K	-	1,131	No. 4	4,76	22,09	1360,56	98
DENSIDADE A 20 ° C	2,55	-	No. 10	2,00	38,49	1322,07	95

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO					
POLEGADA	mm	PESO(g)	PESO(g)	% PASSA	
				RETIDO	PASSA
No. 16	1,19	2,41	136,02		93
No. 30	0,590	11,01	125,01		86
No. 40	0,420	7,37	117,64		81
No. 50	0,297	8,28	109,36		75
No. 100	0,149	17,24	92,12		63
No. 200	0,075	12,41	79,71		55

SEDIMENTAÇÃO

DENSIMETRO No.: 1				PROVETA No.: 1				
TEMPO DECORRIDO s	LEITURA (L)	TEMPERAT. (o C)	CORREC. MEIO DISPERSOR	LEITURA CORRIGIDA	ALT. DE QUEDA (cm)	LEIT. COR. FINAL	"d" DOS GRAOS (mm)	% <d AM TOTAL(Q)
30	26,00	29,00	1,90	24,10	15,00	25,30	0,0568	29
60	25,00	29,00	1,90	23,10	15,60	24,30	0,0502	27
120	23,00	29,00	1,90	21,10	16,20	22,30	0,0362	25
240	22,00	29,00	1,90	20,10	16,35	21,30	0,0257	24
460	22,00	29,00	1,90	20,10	16,35	21,30	0,0186	24
900	21,00	29,00	1,90	19,10	16,47	20,30	0,0133	23
1800	20,50	29,00	1,90	18,60	16,95	19,80	0,0095	22
3600	19,50	29,00	1,90	17,60	17,40	18,80	0,0068	21
7200	18,50	29,00	1,90	16,60	17,25	17,80	0,0048	20
14400	17,00	29,00	1,90	15,10	17,40	16,30	0,0034	18
28800	16,00	29,00	1,90	14,10	19,20	15,30	0,0025	17
86400	14,50	29,00	1,90	12,60	18,75	13,80	0,0014	16



ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

Com dispersor e Com defloculante

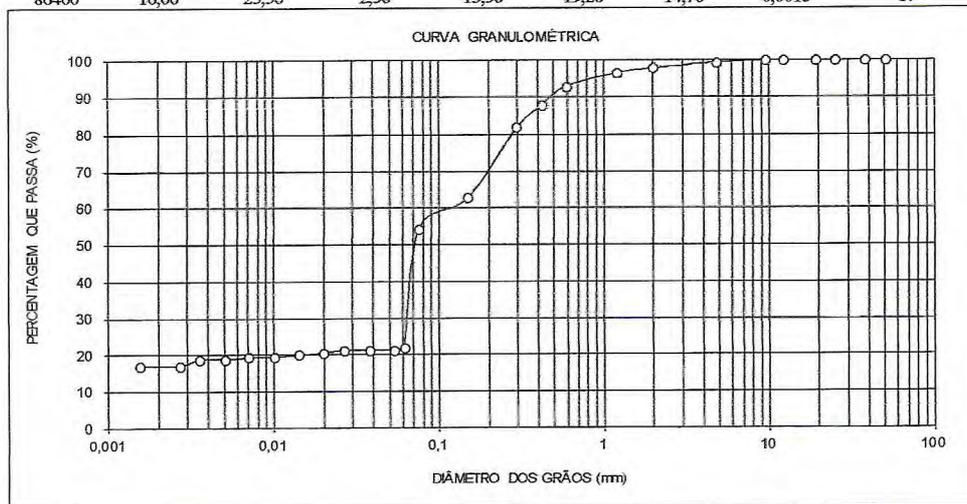
PACOII		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO			AMOSTRA 43
UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO					(%)
CAPSULA No.	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8	mm	1
PESO BRUTO UMIDO(g)	59,61	AREIA GROSSA	4,8 - 2,00	mm	2
PESO BRUTO SECO(g)	56,31	AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42	mm	10
PESO DA CAPSULA(g)	16,38	AREIA FINA	0,42 - 0,074	mm	34
PESO DA AGUA(g)	3,30	SILTE	0,074 - 0,005	mm	35
PESO DO SOLO SECO(g)	39,93	ARGILA	ABAIXO DE 0,005	mm	19
UMIDADE(%)	8,26	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001	mm	xxx

AMOSTRA SECA			PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO				
	AM.TOTAL	AM.PARC.	PENEIRA		PESO(g)	PESO(g)	% PASSA
			POLEG.	mm			
CAPSULA No.	1	2	2"	50.80	0,00	1387,74	100
PESO SOLO UMIDO(g)	1500,00	150,00	1 1/2"	38.10	0,00	1387,74	100
PESO PEDREG.(g)	29,41	-	1"	25.40	0,00	1387,74	100
P.S.MIUDO UMIDO(g)	1470,59	-	3/4"	19.10	0,00	1387,74	100
P.S. MIUDO SECO(g)	1358,33	-	1/2"	12.27	0,00	1387,74	100
P. AMOSTRA SECA(g)	1387,74	138,55	3/8"	9.52	0,77	1386,97	100
CTE. DO FATOR K	-	1,162	No. 4	4.76	7,34	1379,63	99
DENSIDADE A 20 ° C	2,55	-	No. 10	2.00	21,30	1358,33	98

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO					
POLEGADA	PENEIRA	mm	PESO(g)	PESO(g)	% PASSA
No. 16		1.19	1,84	136,71	97
No. 30		0.590	5,25	131,46	93
No. 40		0.420	6,97	124,49	88
No. 50		0.297	8,55	115,94	82
No. 100		0.149	27,03	88,91	63
No. 200		0.075	12,30	76,61	54

SEDIMENTAÇÃO

DENSIMETRO No.: I				PROVETA No.: I				
TEMPO DECORRIDO	LEITURA (L)	TEMPERAT. (o C)	CORREC. MEIO DISPERSOR	LEITURA CORRIGIDA	ALT. DE QUEDA (cm)	LEIT. FINAL	"d" DOS GRAOS (mm)	% <d AM. TOTAL(Q)
30	19,50	29,00	1,90	17,60	17,30	18,80	0,0610	22
60	19,00	29,00	1,90	17,10	17,40	18,30	0,0530	21
120	19,00	29,00	1,90	17,10	17,40	18,30	0,0375	21
240	19,00	29,00	1,90	17,10	17,40	18,30	0,0265	21
460	19,00	25,50	2,50	16,50	17,40	17,70	0,0198	21
900	18,50	25,50	2,50	16,00	16,95	17,20	0,0140	20
1800	18,00	25,50	2,50	15,50	17,00	16,70	0,0099	19
3600	18,00	25,50	2,50	15,50	17,00	16,70	0,0070	19
7200	18,00	25,00	3,00	15,00	17,00	16,20	0,0050	19
14400	17,50	25,50	2,50	15,00	17,20	16,20	0,0035	19
28800	16,50	25,00	3,00	13,50	19,35	14,70	0,0027	17
86400	16,00	25,50	2,50	13,50	19,20	14,70	0,0015	17



ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

Com dispersor e Com defloculante

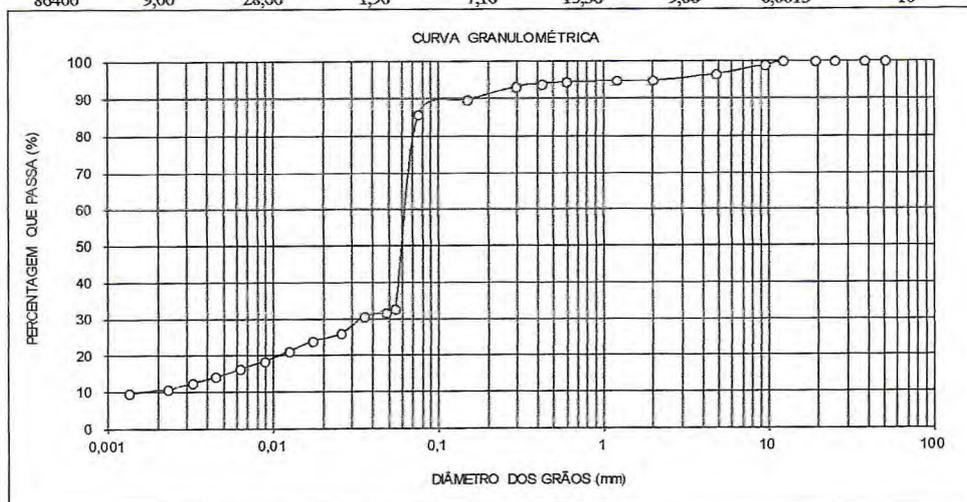
PACOTI		AMOSTRA 44 B			
UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO (%)			
CAPSULA No.	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8	mm	3
PESO BRUTO UMIDO(g)	30,00	AREIA GROSSA	4,8 - 2,00	mm	2
PESO BRUTO SECO(g)	29,31	AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42	mm	1
PESO DA CAPSULA(g)	15,60	AREIA FINA	0,42 - 0,074	mm	8
PESO DA AGUA(g)	0,69	SILTE	0,074 - 0,005	mm	72
PESO DO SOLO SECO(g)	13,71	ARGILA	ABAIXO DE 0,005	mm	14
UMIDADE(%)	5,03	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001	mm	xxx

AMOSTRA SECA			PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO				
	AM.TOTAL	AMPARC.	PENEIRA		PESO(g)	PESO(g)	% PASSA AM. TOTAL
			POLEG.	mm	RETIDO	PASSA	
CAPSULA No.	1	2	2"	50.80	0,00	1431,74	100
PESO SOLO UMIDO(g)	1500,00	150,00	1 1/2"	38.10	0,00	1431,74	100
PESO PEDREG.(g)	75,41	-	1"	25.40	0,00	1431,74	100
P.S.MIUDO UMIDO(g)	1424,59	-	3/4"	19.10	0,00	1431,74	100
P.S. MIUDO SECO(g)	1356,33	-	1/2"	12.27	0,00	1431,74	100
P. AMOSTRA SECA(g)	1431,74	142,81	3/8"	9.52	13,58	1418,16	99
CTE. DO FATOR K	-	1,091	No. 4	4.76	34,12	1384,04	97
DENSIDADE A 20 °C	2,55	-	No. 10	2,00	27,71	1356,33	95

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO					
POLEGADA	PENEIRA mm	PESO(g) RETIDO	PESO(g) PASSA	% PASSA AM. TOTAL	
No. 16	1.19	0,10	142,71	95	
No. 30	0.590	0,52	142,19	94	
No. 40	0.420	0,63	141,56	94	
No. 50	0.297	1,05	140,51	93	
No. 100	0.149	5,35	135,16	90	
No. 200	0.075	5,90	129,26	86	

SEDIMENTAÇÃO

DENSIMETRO No.: 1					PROVETA No.: 1			
TEMPO DECORRIDO (s)	LEITURA (L)	TEMPERAT. (°C)	CORREC. MEIO DISPERSOR	LEITURA CORRIGIDA	ALT. DE QUEDA (cm)	LEIT. COR. FINAL	"d" DOS GRAOS (mm)	% <d AM. TOTAL(Q)
30	30,00	28,00	1,90	28,10	13,50	30,00	0,0545	33
60	29,00	28,00	1,90	27,10	13,65	29,00	0,0474	32
120	28,00	28,00	1,90	26,10	14,85	28,00	0,0350	31
240	24,00	28,00	1,90	22,10	15,90	24,00	0,0256	26
460	22,00	28,00	1,90	20,10	13,63	22,00	0,0171	24
900	19,50	28,00	1,90	17,60	13,97	19,50	0,0124	21
1800	17,00	28,00	1,90	15,10	14,14	17,00	0,0088	19
3600	15,00	28,00	1,90	13,10	14,32	15,00	0,0063	16
7200	13,00	28,00	1,90	11,10	14,49	13,00	0,0045	14
14400	11,50	28,00	2,50	9,00	14,84	11,50	0,0032	13
28800	10,00	28,00	2,50	7,50	15,01	10,00	0,0023	11
86400	9,00	28,00	1,90	7,10	15,36	9,00	0,0013	10



Resultados da ensaio de permeabilidade variável

FURO	ENSAIO	ESPESSURA cm	γ_s g/cm ³	UMIDADE h (%)	TEMP. oC	h_o (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K_{20} (cm/s)
	PS - 21	13,20	1,920	0,7	29	145	143,0	28,20	5,2E-05
		13,20	1,920	0,7	29	145	143,0	28,22	5,1E-05
		13,20	1,920	0,7	29	145	143,0	28,24	5,1E-05
		13,20	1,920	0,7	29	145	143,0	29,80	4,9E-05
		13,20	1,920	0,7	29	145	143,0	29,96	4,8E-05
								MÉDIA	5,0E-05

FURO	ENSAIO	ESPESSURA cm	γ_s g/cm ³	UMIDADE h (%)	TEMP. oC	h_o (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K_{20} (cm/s)
	PS - 25	13,40	1,230	2,4	29	145	129,0	7,78	1,6E-03
		13,40	1,230	2,4	29	145	129,0	7,93	1,6E-03
		13,40	1,230	2,4	29	145	129,0	7,97	1,6E-03
		13,40	1,230	2,4	29	145	129,0	7,98	1,6E-03
		13,40	1,230	2,4	29	145	129,0	7,95	1,6E-03
								MÉDIA	1,6E-03

FURO	ENSAIO	ESPESSURA cm	γ_s g/cm ³	UMIDADE h (%)	TEMP. oC	h_o (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K_{20} (cm/s)
	PS - 28	13,40	1,240	0,5	29	145	129,0	31,00	4,0E-04
		13,40	1,240	0,5	29	145	129,0	32,93	3,8E-04
		13,40	1,240	0,5	29	145	129,0	33,35	3,7E-04
		13,40	1,240	0,5	29	145	129,0	35,33	3,5E-04
		13,40	1,240	0,5	29	145	129,0	35,00	3,5E-04
								MÉDIA	3,7E-04

FURO	ENSAIO	ESPESSURA cm	γ_s g/cm ³	UMIDADE h (%)	TEMP. oC	h_o (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K_{20} (cm/s)
	PS - 32	13,20	1,590	8,6	29	145	129,0	8,70	1,4E-03
		13,20	1,590	8,6	29	145	129,0	8,93	1,4E-03
		13,20	1,590	8,6	29	145	129,0	9,19	1,3E-03
		13,20	1,590	8,6	29	145	129,0	9,31	1,3E-03
		13,20	1,590	8,6	29	145	129,0	9,50	1,3E-03
								MÉDIA	1,3E-03

FURO	ENSAIO	ESPESSURA cm	γ_s g/cm ³	UMIDADE h (%)	TEMP. oC	h_o (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K_{20} (cm/s)
	PS - 33	13,30	1,440	2,7	29	145	129,0	11,12	1,1E-03
		13,30	1,440	2,7	29	145	129,0	12,38	1,0E-03
		13,30	1,440	2,7	29	145	129,0	12,69	9,7E-04
		13,30	1,440	2,7	29	145	129,0	13,18	9,3E-04
		13,30	1,440	2,7	29	145	129,0	13,48	9,1E-04
								MÉDIA	9,8E-04

FURO	ENSAIO	ESPESSURA cm	γ_s g/cm ³	UMIDADE h (%)	TEMP. oC	h_o (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K_{20} (cm/s)
	PS - 35	13,30	1,470	8,9	29	145	135,0	21,37	3,5E-04
		13,30	1,470	8,9	29	145	135,0	21,47	3,5E-04
		13,30	1,470	8,9	29	145	135,0	22,69	3,3E-04
		13,30	1,470	8,9	29	145	135,0	22,50	3,3E-04
		13,30	1,470	8,9	29	145	135,0	22,54	3,3E-04
								MÉDIA	3,4E-04

FURO	ENSAIO	ESPESSURA cm	γ_s g/cm ³	UMIDADE h (%)	TEMP. oC	h_o (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K_{20} (cm/s)
	PS - 36	13,40	1,400	11,0	29	145	144,0	14,30	5,1E-05
		13,40	1,400	11,0	29	145	144,0	14,35	5,1E-05
		13,40	1,400	11,0	29	145	144,0	14,38	5,1E-05
		13,40	1,400	11,0	29	145	144,0	14,63	5,0E-05
		13,40	1,400	11,0	29	145	144,0	14,86	4,9E-05
								MÉDIA	5,1E-05

FURO	ENSAIO	ESPESSURA cm	γ_s g/cm ³	UMIDADE h (%)	TEMP. oC	h_o (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K_{20} (cm/s)
	PS - 37	13,40	1,590	10,8	29	145	129,0	5,78	2,1E-03
		13,40	1,590	10,8	29	145	129,0	5,89	2,1E-03
		13,40	1,590	10,8	29	145	129,0	5,63	2,2E-03
		13,40	1,590	10,8	29	145	129,0	6,30	2,0E-03
		13,40	1,590	10,8	29	145	129,0	6,62	1,9E-03
								MÉDIA	2,1E-03

FURO	ENSAIO	ESPESSURA cm	γ_s g/cm ³	UMIDADE h (%)	TEMP. oC	h_o (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K_{20} (cm/s)
	PS - 39	13,40	1,590	7,1	29	145	129,0	6,45	1,9E-03
		13,40	1,590	7,1	29	145	129,0	6,71	1,8E-03
		13,40	1,590	7,1	29	145	129,0	6,97	1,8E-03
		13,40	1,590	7,1	29	145	129,0	7,30	1,7E-03
		13,40	1,590	7,1	29	145	129,0	7,35	1,7E-03
								MÉDIA	1,8E-03

FURO	ENSAIO	ESPESSURA cm	γ_s g/cm ³	UMIDADE h (%)	TEMP. oC	h_o (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K_{20} (cm/s)
	PS - 40	13,40	1,580	7,4	29	145	129,0	8,40	1,5E-03
		13,40	1,580	7,4	29	145	129,0	8,38	1,5E-03
		13,40	1,580	7,4	29	145	129,0	8,37	1,5E-03
		13,40	1,580	7,4	29	145	129,0	8,36	1,5E-03
		13,40	1,580	7,4	29	145	129,0	8,34	1,5E-03
								MÉDIA	1,5E-03

FURO	ENSAIO	ESPESSURA cm	γ_s g/cm ³	UMIDADE h (%)	TEMP. oC	h_o (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K_{20} (cm/s)
	PS - 43	13,40	1,630	8,3	29	145	129,0	12,42	1,0E-03
		13,40	1,630	8,3	29	145	129,0	12,73	9,7E-04
		13,40	1,630	8,3	29	145	129,0	12,81	9,7E-04
		13,40	1,630	8,3	29	145	129,0	13,23	9,4E-04
		13,40	1,630	8,3	29	145	129,0	13,21	9,4E-04
								MÉDIA	9,6E-04

FURO	ENSAIO	ESPESSURA cm	γ_s g/cm ³	UMIDADE h (%)	TEMP. oC	h_o (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K_{20} (cm/s)
	PS - 44a	13,20	1,430	25,8	29	145	135,0	20,29	3,7E-04
		13,20	1,430	25,8	29	145	135,0	22,00	3,4E-04
		13,20	1,430	25,8	29	145	135,0	24,02	3,1E-04
		13,20	1,430	25,8	29	145	135,0	24,01	3,1E-04
		13,20	1,430	25,8	29	145	135,0	25,20	3,0E-04
								MÉDIA	3,3E-04

FURO	ENSAIO	ESPESSURA cm	γ_s g/cm ³	UMIDADE h (%)	TEMP. oC	h_o (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K_{20} (cm/s)
	PS - 44b	11,60	1,610	5,0	29	145	143,0	9,76	1,3E-04
		11,60	1,610	5,0	29	145	143,0	8,93	1,4E-04
		11,60	1,610	5,0	29	145	143,0	9,95	1,3E-04
		11,60	1,610	5,0	29	145	143,0	9,85	1,3E-04
		11,60	1,610	5,0	29	145	143,0	10,95	1,2E-04
								MÉDIA	1,3E-04

Resultados do teor de Umidade

Umidade Hidroscópica	PS - 21	
Dados	Nº Cápsula	Nº Cápsula
Peso Bruto Úmido	42,09g	47,52g
Peso Bruto Seco	41,90g	47,32g
Peso da Cápsula	15,99g	15,73g
Peso do Solo Seco	25,91g	31,59g
Peso da Água	0,19g	0,20g
Umidade	0,73g	0,63g
Média	0,68g	

Umidade Hidroscópica	PS - 25	
Dados	Nº Cápsula	Nº Cápsula
Peso Bruto Úmido	57,90g	51,08g
Peso Bruto Seco	56,85g	50,27g
Peso da Cápsula	14,03g	15,88g
Peso do Solo Seco	42,82g	34,39g
Peso da Água	1,05g	0,81g
Umidade	2,45g	2,35g
Média	2,4g	

Umidade Hidroscópica	PS - 28	
Dados	Nº Cápsula	Nº Cápsula
Peso Bruto Úmido	60,65g	53,22g
Peso Bruto Seco	60,39g	53,07g
Peso da Cápsula	15,13g	15,84g
Peso do Solo Seco	45,26g	37,23g
Peso da Água	0,26g	0,15g
Umidade	0,57g	0,40g
Média	0,48g	

Umidade Hidroscópica	PS - 32	
Dados	Nº Cápsula	Nº Cápsula
peso Bruto Úmido	42,59g	42,60g
Peso Bruto Seco	40,44g	40,46g
Peso da Cápsula	15,13g	15,84g
Peso do Solo Seco	25,11g	24,62g
Peso da Água	2,15g	2,14g
Umidade	8,56g	8,69g
Média	8,62g	

Umidade Hidroscópica	PS - 33	
Dados	Nº Cápsula	Nº Cápsula
Peso Bruto Úmido	34,34g	34,29g
Peso Bruto Seco	32,05g	32,21g
Peso da Cápsula	14,03g	15,88g
Peso do Solo Seco	18,02g	16,33g
Peso da Água	2,29g	2,08g
Umidade	12,71g	12,73g
Média	12,72g	

Umidade Hidroscópica	PS - 35	
Dados	Nº Cápsula	Nº Cápsula
Peso Bruto Úmido	33,35g	35,55g
Peso Bruto Seco	31,95g	33,95g
Peso da Cápsula	15,62g	16,58g
Peso do Solo Seco	16,33g	17,37g
Peso da Água	1,4g	1,6g
Umidade	8,57g	9,21g
Média	8,89g	

Umidade Hidroscópica	PS - 37	
Dados	Nº Cápsula	Nº Cápsula
Peso Bruto Úmido	53,17g	46,75g
Peso Bruto Seco	49,41g	43,62g
Peso da Cápsula	15,42g	13,90g
Peso do Solo Seco	33,99g	29,72g
Peso da Água	3,76g	3,13g
Umidade	11,06g	10,53g
Média	10,79g	

Umidade Hidroscópica	PS- 39	
Dados	Nº Cápsula	Nº Cápsula
Peso Bruto Úmido	50,47g	45,23g
Peso Bruto Seco	48,07g	43,38
Peso da Cápsula	15,62g	16,58g
Peso do Solo Seco	32,45g	26,8g
Peso da Água	2,4g	1,85g
Umidade	7,39g	6,9g
Média	7,14g	

Umidade Hidroscópica	PS-40	
Dados	Nº Cápsula	Nº Cápsula
Peso Bruto Úmido	32,91g	32,03g
Peso Bruto Seco	31,59g	30,71g
Peso da Cápsula	14,07g	14,05g
Peso do Solo Seco	17,88g	16,66g
Peso da Água	1,32g	1,32g
Umidade	7,38g	7,92g
Média	7,92g	

Umidade Hidroscópica	PS -43	
Dados	Nº Cápsula	Nº Cápsula
Peso Bruto Úmido	57,80g	61,43g
Peso Bruto Seco	54,69g	57,93g
Peso da Cápsula	16,71g	16,05g
Peso do Solo Seco	37,98g	41,88g
Peso da Água	3,11g	3,5g
Umidade	8,18g	8,35g
Média	8,26	

Umidade Hidroscópica	PS - 44A	
Dados	Nº Cápsula	Nº Cápsula
Peso Bruto Úmido	36,11g	32,85g
Peso Bruto Seco	32,16g	29,37g
Peso da Capsula	16,71g	16,05g
Peso do Solo Seco	15,45g	13,32g
Peso da Água	3,95g	3,48g
Umidade	25,56g	26,13g
Média	25,84g	

Umidade Hidroscópica	PS - 44B	
dados	N° Cápsula:	N° Cápsula:
peso bruto úmido	31,08g	28,92g
peso bruto seco	30,30g	28,32g
peso da capsula	15,50g	15,71g
peso do solo seco	14,8g	12,61g
peso da agua	0,78g	0,60g
umidade	5,27g	4,75g
media	5,01g	

Resultados do ensaio de Densidade Real (Peso específico real).

Densidade real (peso específico real)	Unidade	Amostra: PS - 21		
Picnômetro N°		1	2	3
Peso do Picnômetro (P1)	g	31,38	31,4	31,11
Peso do Picnômetro + Solo (P2)	g	41,48	41,61	41,28
Peso do Picnômetro Seco (P2 -P1)	g	10,1	10,21	10,17
Peso do Picnômetro + Solo + Água (P3)	g	88,44	88,22	87,85
Peso da água completar	g	46,96	46,61	46,57
Peso do Picnômetro + Água (P4)	g	82,14	82,24	81,77
Peso da Água	g	50,76	50,84	50,66
Volume da água deslocada	cm ³	3,8	4,23	4,09
Temperatura da água	°C	25	25	25
Peso específico real (corrigido k20)	g/cm ³	2,65	2,4	2,48
Peso específico real - média	g/cm ³	2,51		

Densidade real (peso específico real)	Unidade	Amostra: PS - 25		
Picnômetro N°		1	2	3
Peso do Picnômetro (P1)	g	31,8	31,4	31,11
Peso do Picnômetro + Solo (P2)	g	41,44	41,76	41,12
Peso do Picnômetro Seco (P2 -P1)	g	10,06	10,36	10,01
Peso do Picnômetro + Solo + Água (P3)	g	88,15	87,32	87,86
Peso da água completar	g	46,71	45,56	46,74
Peso do Picnômetro + Água (P4)	g	82,1	82,19	81,76
Peso da Água	g	50,72	50,79	50,65
Volume da água deslocada	cm ³	4,01	5,23	3,91
Temperatura da água	°C	28	28	28
Peso específico real (corrigido k20)	g/cm ³	2,5	2	2,55
Peso específico real - média	g/cm ³	2,35		

Densidade real (peso específico real)	Unidade	Amostra: PS - 28		
Picnômetro N°		1	2	3
Peso do Picnômetro (P1)	g	31,33	31,4	31,11
Peso do Picnômetro + Solo (P2)	g	41,4	41,33	41,12
Peso do Picnômetro Seco (P2 -P1)	g	10,07	9,93	10,01
Peso do Picnômetro + Solo + Água (P3)	g	88,25	88,12	87,92
Peso da água completar	g	46,85	46,79	46,8
Peso do Picnômetro + Água (P4)	g	82,05	82,15	81,7
Peso da Água	g	50,72	50,75	50,59
Volume da água deslocada	cm ³	3,87	3,96	3,79
Temperatura da água	°C	28	28	28
Peso específico real (corrigido k20)	g/cm ³	2,59	2,49	2,63
Peso específico real - média	g/cm ³	2,57		

Densidade real (peso específico real)	Unidade	Amostra:PS - 32		
Picnômetro N°		1	2	3
Peso do Picnômetro (P1)	g	31,39	31,16	31,54
Peso do Picnômetro + Solo (P2)	g	41,38	41,04	41,44
Peso do Picnômetro Seco (P2 -P1)	g	9,99	9,88	9,9
Peso do Picnômetro + Solo + Água (P3)	g	87,63	87,27	87,65
Peso da água completar	g	46,25	46,23	46,21
Peso do Picnômetro + Água (P4)	g	82,11	81,83	82,16
Peso da Água	g	50,72	50,67	50,62
Volume da água deslocada	cm ³	4,47	4,44	4,41
Temperatura da água	°C	28	28	28
Peso específico real (corrigido - K ²⁰)	g/cm ³	2,21	2,2	2,23
Peso específico real - média	g/cm ³	2,21		

Densidade real (peso específico real)	Unidade	Amostra: PS - 33		
Picnômetro N°		1	2	3
Peso do Picnômetro (P1)	g	31,39	31,16	31,54
Peso do Picnômetro + Solo (P2)	g	41,44	41,44	41,55
Peso do Picnômetro Seco (P2 -P1)	g	10,05	10,28	10,01
Peso do Picnômetro + Solo + Água (P3)	g	87,7	87,3	87,58
Peso da água completar	g	46,26	45,86	46,03
Peso do Picnômetro + Água (P4)	g	82,1	81,8	82,14
Peso da Água	g	50,71	50,64	50,6
Volume da água deslocada	cm ³	4,45	4,78	4,57
Temperatura da água	°C	27	27	27
Peso específico real (corrigido K ²⁰)	g/cm ³	2,27	2,15	2,19
Peso específico real - média	g/cm ³	2,2		

Densidade real (peso específico real)	Unidade	Amostra: PS - 35		
Picnômetro N°		1	2	3
Peso do Picnômetro (P1)	g	31,38	31,4	31,11
Peso do Picnômetro + Solo (P2)	g	41,54	41,44	41,33
Peso do Picnômetro Seco (P2 -P1)	g	10,16	10,04	10,22
Peso do Picnômetro + Solo + Água (P3)	g	87,92	87,85	87,6
Peso da água completar	g	46,38	46,41	46,27
Peso do Picnômetro + Água (P4)	g	82,11	82,17	81,64
Peso da Água	g	50,73	50,77	50,53
Volume da água deslocada	cm ³	4,35	4,36	4,26
Temperatura da água	°C	25	25	25
Peso específico real (corrigido k20)	g/cm ³	2,33	2,29	2,4
Peso específico real - média	g/cm ³	2,34		

Densidade real (peso específico real)	Unidade	Amostra: PS - 36		
Picnômetro N°		1	2	3
Peso do Picnômetro (P1)	g	31,38	31,4	31,11
Peso do Picnômetro + Solo (P2)	g	41,34	41,47	41,17
Peso do Picnômetro Seco (P2 -P1)	g	9,96	10,07	10,06
Peso do Picnômetro + Solo + Água (P3)	g	87,88	88,13	87,7
Peso da água completar	g	46,54	46,66	46,53
Peso do Picnômetro + Água (P4)	g	82,15	82,22	81,78
Peso da Água	g	50,77	50,82	50,67
Volume da água deslocada	cm ³	4,23	4,16	4,14
Temperatura da água	°C	26	26	26
Peso específico real (corrigido k20)	g/cm ³	2,35	2,42	2,43
Peso específico real - média	g/cm ³	2,14		

Densidade real (peso específico real)	Unidade	Amostra: PS - 37		
Picnômetro N°		1	2	3
Peso do Picnômetro (P1)	g	31,38	31,4	31,11
Peso do Picnômetro + Solo (P2)	g	41,33	41,15	41,1
Peso do Picnômetro Seco (P2 -P1)	g	9,95	9,75	9,99
Peso do Picnômetro + Solo + Água (P3)	g	87,8	87,75	87,5
Peso da água completar	g	46,47	46,6	46,4
Peso do Picnômetro + Água (P4)	g	82,09	82,19	81,76
Peso da Água	g	50,71	50,79	50,65
Volume da água deslocada	cm ³	4,24	4,19	4,25
Temperatura da água	°C	29	29	29
Peso específico real (corrigido k20)	g/cm ³	2,34	2,32	2,34
Peso específico real - média	g/cm ³	2,33		

Densidade real (peso específico real)	Unidade	Amostra: PS - 39		
Picnômetro N°		1	2	3
Peso do Picnômetro (P1)	g	31,38	31,4	31,11
Peso do Picnômetro + Solo (P2)	g	41,43	41,3	41,18
Peso do Picnômetro Seco (P2 -P1)	g	10,05	9,9	10,07
Peso do Picnômetro + Solo + Água (P3)	g	87,88	88,11	87,53
Peso da água completar	g	46,45	46,81	46,35
Peso do Picnômetro + Água (P4)	g	82,14	82,18	81,77
Peso da Água	g	50,76	50,78	50,66
Volume da água deslocada	cm ³	4,31	3,97	4,31
Temperatura da água	°C	26	26	26
Peso específico real (corrigido k20)	g/cm ³	2,33	2,49	2,34
Peso específico real - média	g/cm ³	2,39		

Densidade real (peso específico real)	Unidade	Amostra: PS - 40		
Picnômetro N°		1	2	3
Peso do Picnômetro (P1)	g	31,38	31,4	31,11
Peso do Picnômetro + Solo (P2)	g	41,41	41,2	41,14
Peso do Picnômetro Seco (P2 -P1)	g	10,03	9,8	10,03
Peso do Picnômetro + Solo + Água (P3)	g	88,04	87,82	87,6
Peso da água completar	g	46,63	46,62	46,46
Peso do Picnômetro + Água (P4)	g	82,1	82,17	81,17
Peso da Água	g	50,72	50,77	50,59
Volume da água deslocada	cm ³	4,09	4,15	4,13
Temperatura da água	°C	26	26	26
Peso específico real (corrigido k20)	g/cm ³	2,41	2,35	2,42
Peso específico real - média	g/cm ³	2,39		

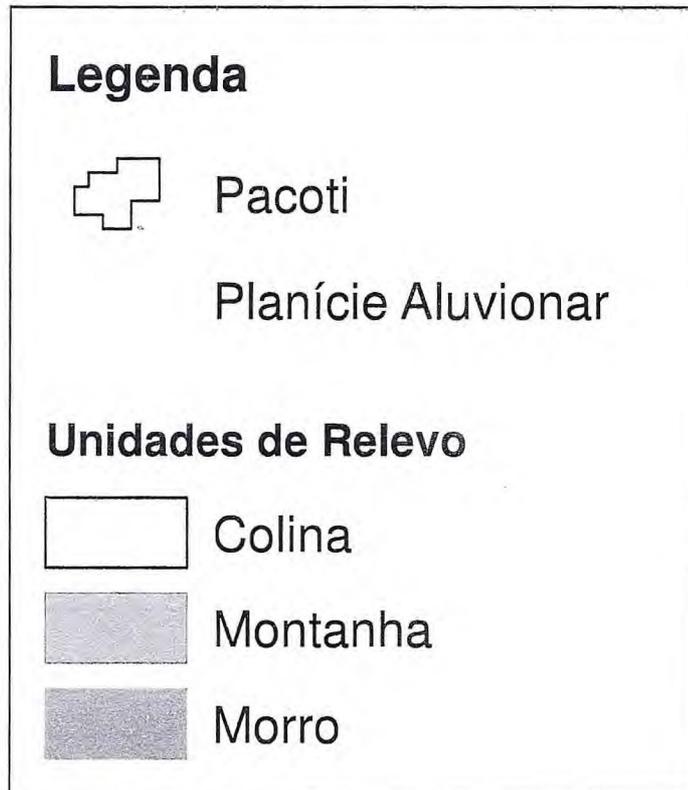
Densidade real (peso específico real)	Unidade	Amostra: PS - 43		
Picnômetro N°		1	2	3
Peso do Picnômetro (P1)	g	31,38	31,4	31,11
Peso do Picnômetro + Solo (P2)	g	41,19	41,44	41,03
Peso do Picnômetro Seco (P2 -P1)	g	9,81	10,04	9,92
Peso do Picnômetro + Solo + Água (P3)	g	87,82	87,92	97,58
Peso da água completar	g	46,63	46,48	46,55
Peso do Picnômetro + Água (P4)	g	82,1	82,19	82,76
Peso da Água	g	50,72	50,79	50,65
Volume da água deslocada	cm ³	4,09	4,31	4,1
Temperatura da água	°C	27	27	27
Peso específico real (corrigido k20)	g/cm ³	2,39	2,33	2,41
Peso específico real - média	g/cm ³	2,38		

Densidade real (peso específico real)	Unidade	Amostra: PS - 44 A		
Picnômetro N°		1	2	3
Peso do Picnômetro (P1)	g	31,38	31,4	31,11
Peso do Picnômetro + Solo (P2)	g	41,44	41,4	41,16
Peso do Picnômetro Seco (P2 -P1)	g	10,06	10	10,05
Peso do Picnômetro + Solo + Água (P3)	g	87,22	87,3	86,9
Peso da água completar	g	45,78	45,9	45,74
Peso do Picnômetro + Água (P4)	g	82,1	82,16	81,72
Peso da Água	g	50,72	50,76	50,61
Volume da água deslocada	cm ³	4,94	4,86	4,87
Temperatura da água	°C	26	26	26
Peso específico real (corrigido K20)	g/cm ³	2,13	2,06	2,06
Peso específico real - média	g/cm ³	2,08		

Densidade real (peso específico real)	Unidade	Amostra: PS - 44 B		
Picnômetro N°		1	2	3
Peso do Picnômetro (P1)	g	31,38	31,4	31,11
Peso do Picnômetro + Solo (P2)	g	40,94	41,36	41,13
Peso do Picnômetro Seco (P2 -P1)	g	9,56	9,96	10,02
Peso do Picnômetro + Solo + Água (P3)	g	87,84	88,19	87,81
Peso da água completar	g	46,9	46,83	46,68
Peso do Picnômetro + Água (P4)	g	82,12	82,2	82,74
Peso da Água	g	50,74	50,8	50,63
Volume da água deslocada	cm ³	3,84	3,97	3,95
Temperatura da água	°C	26	26	26
Peso específico real (corrigido k20)	g/cm ³	2,49	2,51	2,54
Peso específico real - média	g/cm ³	2,51		

Mapa de Unidades de Relevo de Pacoti - CE

DATUM HORIZONTAL:
WGS84
PROJEÇÃO
CARTOGRÁFICA: UTM
MC: -39°, ZONA: 24 - SUL

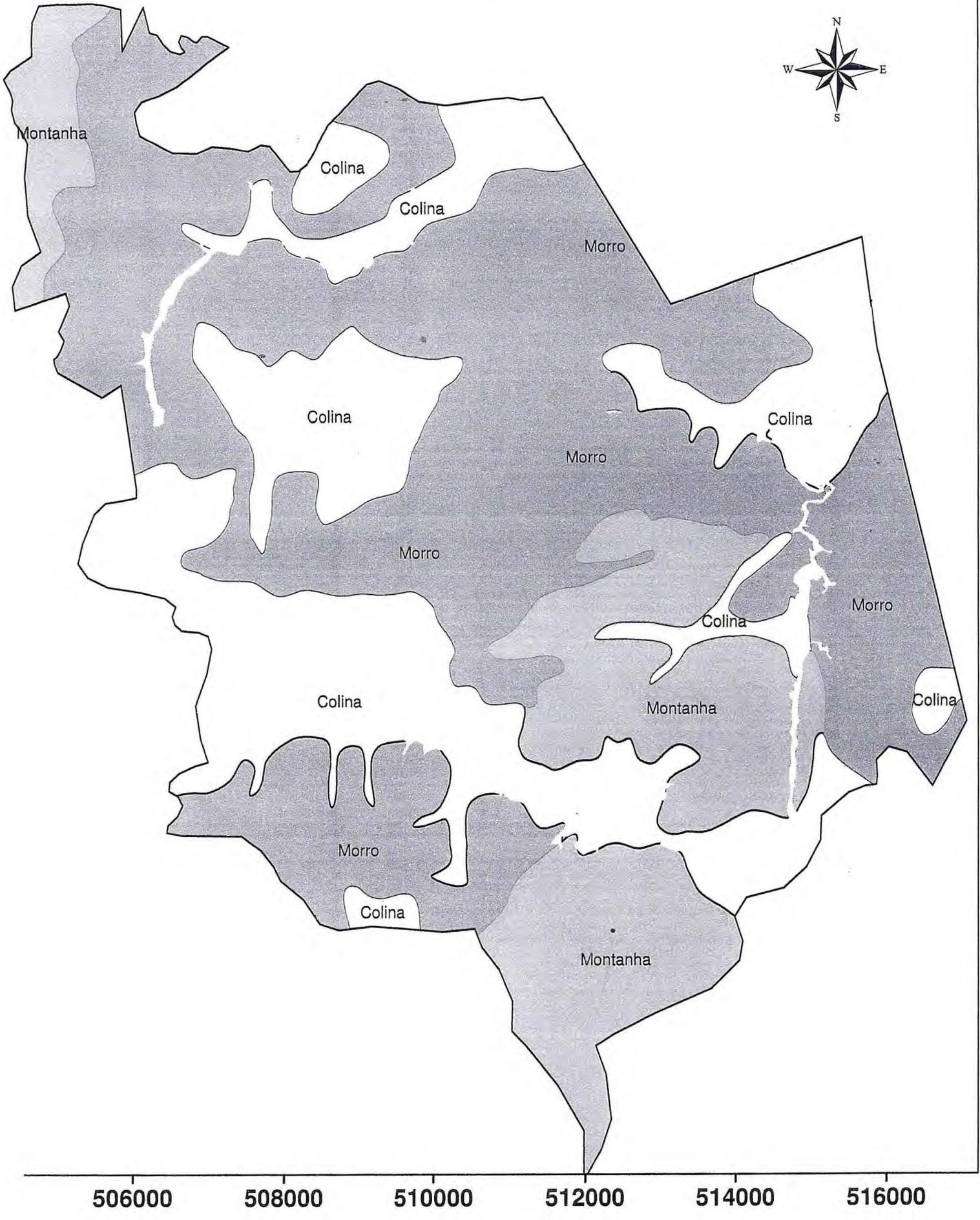


Escala: 1:60.000



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RELATÓRIO DE GRADUAÇÃO

Autores:
Jean Macell Pontes de Oliveira
Francisco Kleison Santiago Mota



MAPA HIPSOMÉTRICO DE PACOTI-CE

DATUM HORIZONTAL: WGS84
PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA: UTM
MC: -39°, ZONA: 24 - SUL

Fonte: CPRM - 2003

1:60.000



Legenda



Planície Aluvionar

Elevação



164 m - 337,2 m



337,2 m - 510,4 m

510,4 m - 683,6 m



683,3 m - 856,8 m



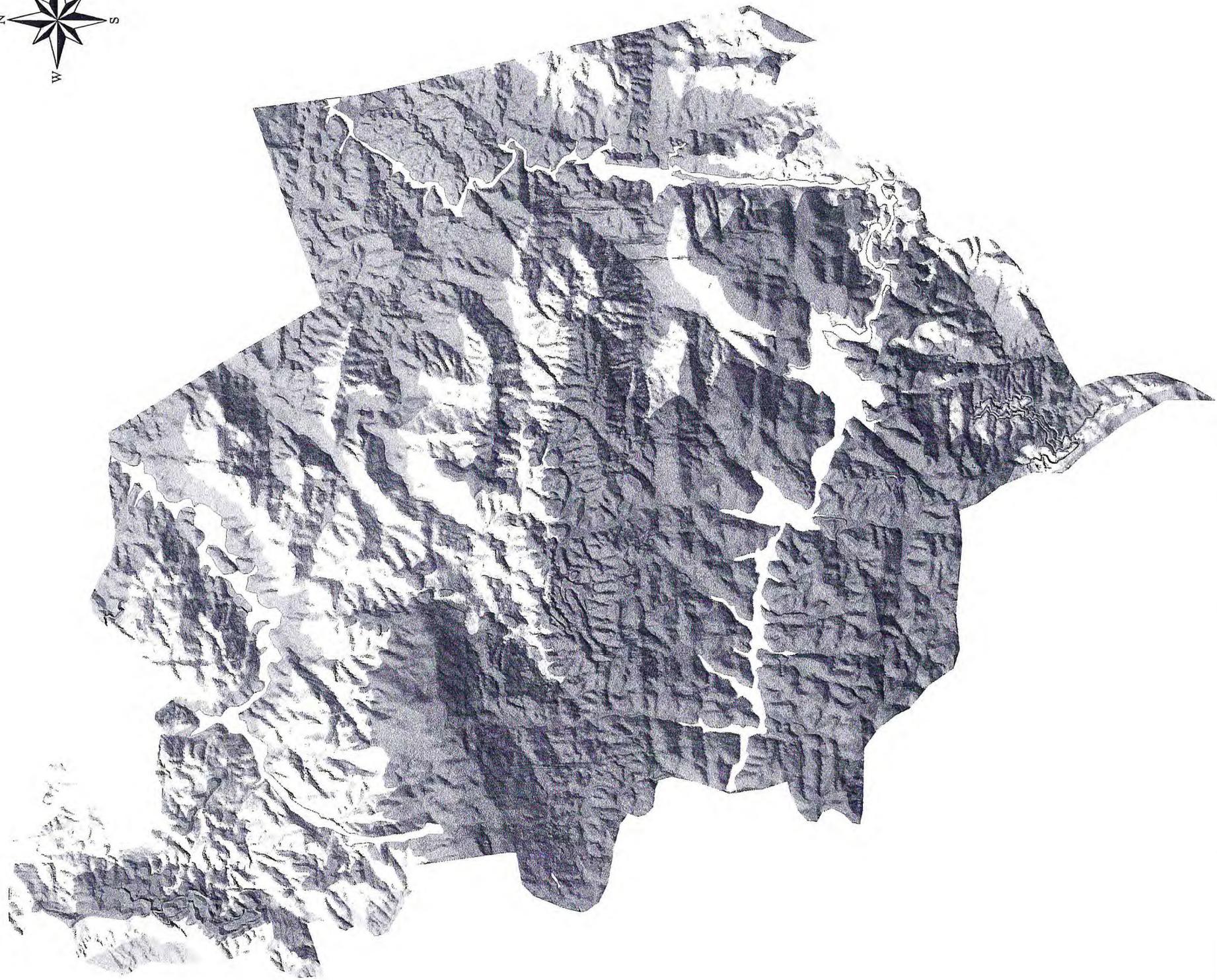
856,8 m - 1.030 m



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RELATÓRIO DE GRADUAÇÃO

Autores:

Jean Macell Pontes de Oliveira
Francisco Kleison Santiago Mota



506401

509401

512401

515401

Mapa de Declividade de Pacoti - CE

DATUM HORIZONTAL:
WGS84
PROJEÇÃO
CARTOGRÁFICA: UTM
MC: -39°, ZONA: 24 - SUL

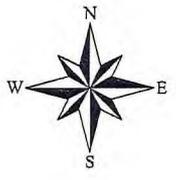


Escala:1:60.000

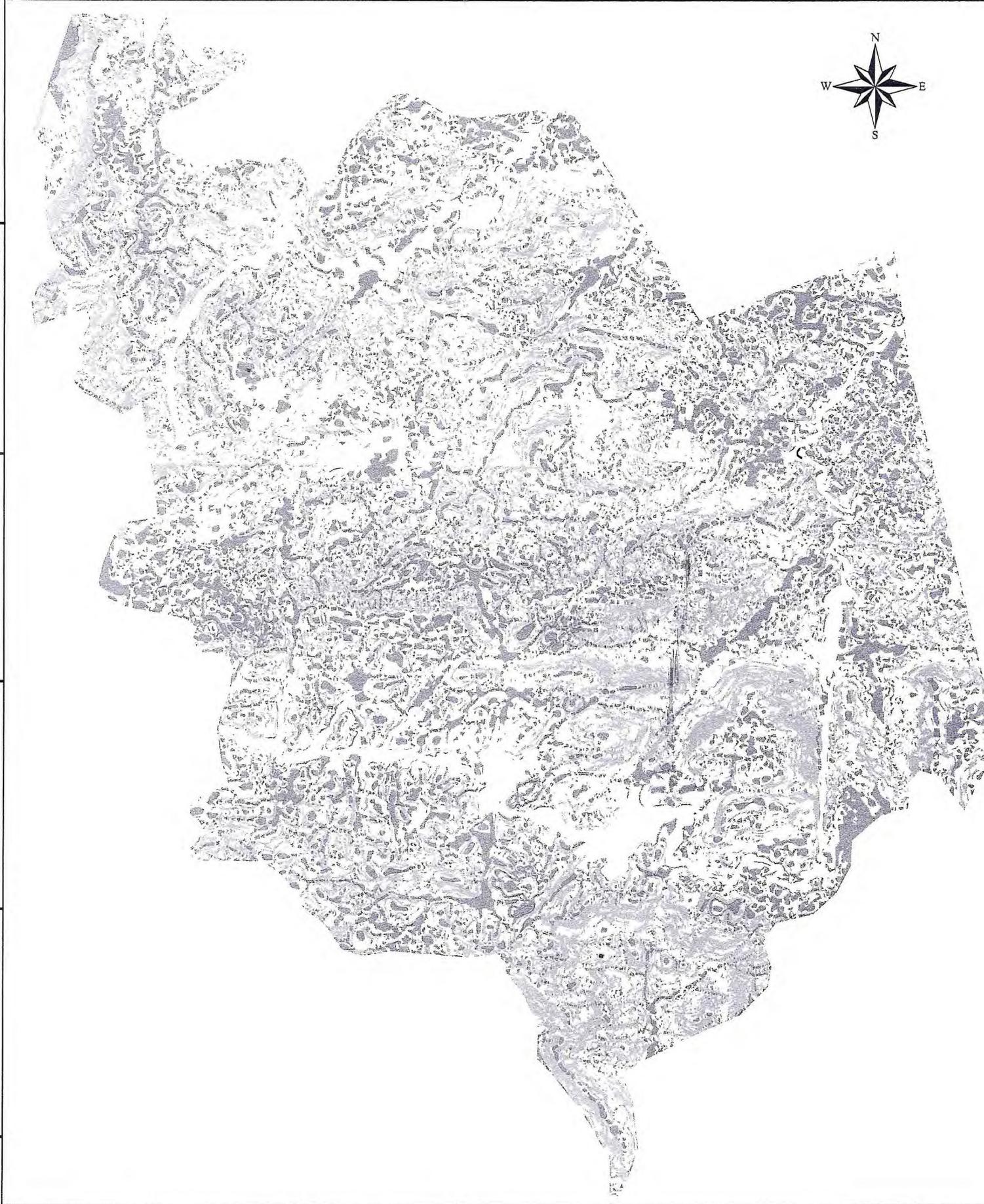


UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RELATÓRIO DE GRADUAÇÃO

Autores:
Jean Macell Pontes de Oliveira
Francisco Kleison Santiago Mota



9540000
9537000
9534000
9531000
9528000



506000 508000 510000 512000 514000 516000

Mapa de Potencial de Erodibilidade do município de Pacoti - CE

DATUM HORIZONTAL: WGS84
PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA: UTM
MC: -39°, ZONA: 24 - SUL

Fonte: CPRM - 2003

Legenda



Pacoti

Planície Aluvionar

Pontos de Coleta de Solo

- Pontos - Paes (2004)
- Pontos - Relatório de Graduação

Potencial de Erodibilidade - t/ha/(t.m/ha.mm/h)

	0,45 - 0,49
	0,41 - 0,45
	0,37 - 0,41
	0,33 - 0,37
	0,29 - 0,33
	0,25 - 0,29
	0,20 - 0,25

0 1 2 4 km

Escala: 1:60.000



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RELATÓRIO DE GRADUAÇÃO

Autores:

Francisco Kleison Santiago Mota
Jean Macell Pontes de Oliveira

9528000

9530000

9532000

9534000

9536000

9538000

9540000

9542000

506000

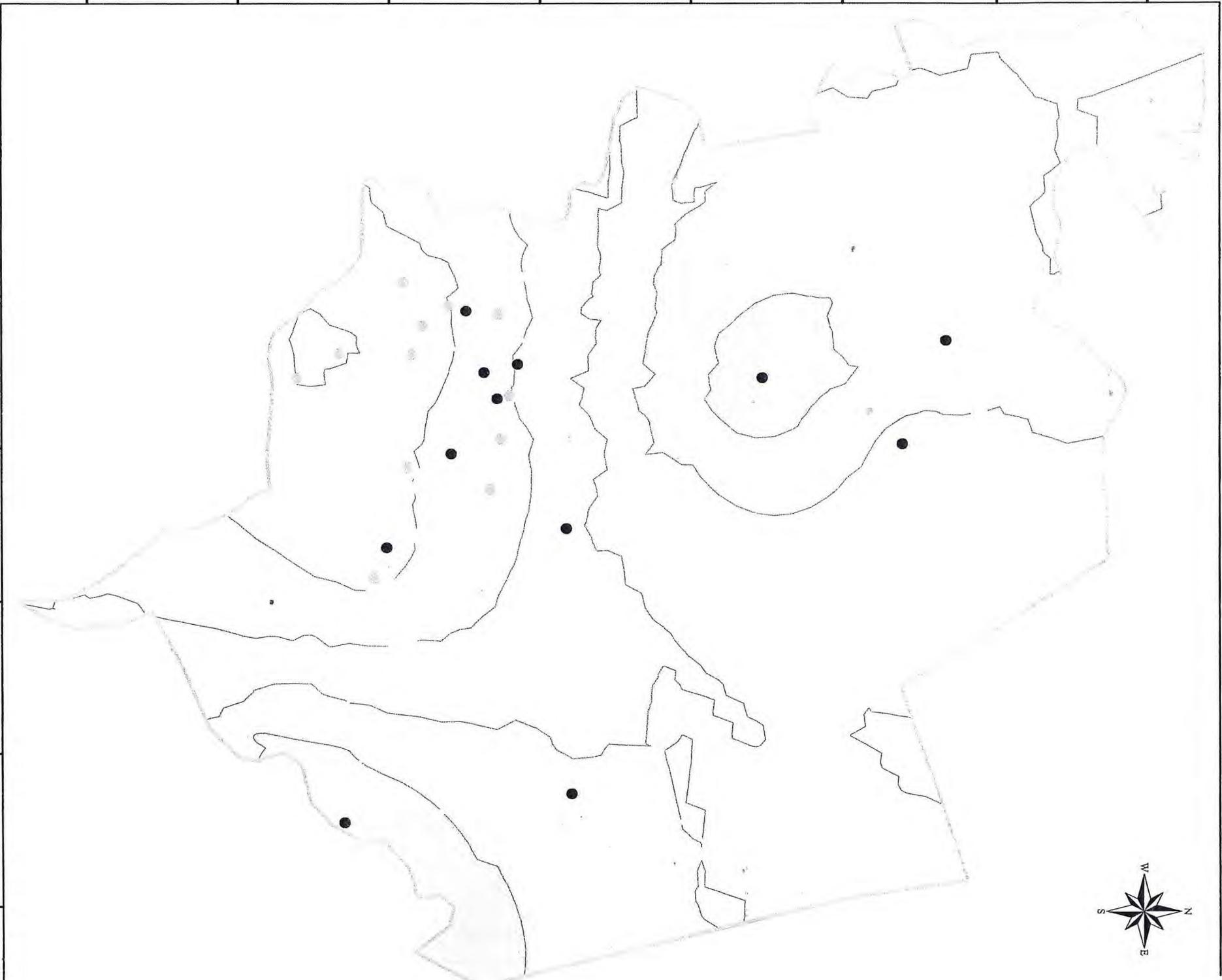
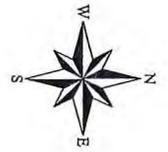
508000

510000

512000

514000

516000



MAPA GEOLÓGICO DE PACOTI-CE.

DATUM HORIZONTAL: WGS84

PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA:

UTM

MC: -39°, ZONA: 24 - SUL

Legenda



Pacoti



Pontos de Solo



Foliação Vertical

----- Linhas de Tendências



Gnaisse com Filões de Quartzito,
Gnaisse Migmatítico, Biotita Gnaisse,
Gnaisse Leucocrático,
Biotita Silimanita Gnaisse, Biotita Muscovita Gnaisse.

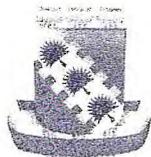


Muscovita Xisto com Lentes de Quartzito,
Mica Xisto com Granada intercalado com Quartzito,
Mica Xisto, Mica Xisto com Granada,
Biotita Xisto com Granada,
Mica Xisto com Silimanita,
Biotita Silimanita Xisto.

-  Quartzito
-  Hornblend gnaissse com lentes de quartzo
-  Hornblend gnaissse
-  Pegmatito
-  Zona de Cisalhamento Dextral



Escala: 1:45.000



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
RELATÓRIO DE GRADUAÇÃO

Autores:

Jean Macell Pontes de Oliveira
Francisco Kleison Santiago Mota

