

RICARDO CORREIA LIMA

GRANULOMETRIA DE SOLOS LATERÍTICOS: METODOLOGIA, EFEITOS DAS ENERGIAS TÉRMICA E MECÂNICA E RELAÇÃO COM A COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MINERALÓGICA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOTECNIA

ORIENTADOR : JOÃO BATISTA QUEIROZ DE CARVALHO

CAMPINA GRANDE - PB  
JANEIRO DE 1983



D451	<p>Desertificacao e mudancas climaticas no semiari do brasileiro / Ricardo da Cunha Correia Lima, Arnobio de Mendonca Barreto Cavalcante, Aldrin Martin Perez Marin. - Campina Grande : INSA, 2011. 209 p. : il. color.</p> <p>ISBN 978-85-64265-02-8</p> <p>1. Secas - Semiarido Nordeste - Brasil. 2. Desertificacao. 3. Mudancas Climaticas. I. Lima, Ricardo da Cunha Correia. II. Cavalcante, Arnobio de Mendonca Barreto. III. Marin, Aldrin Martin Perez. IV. Título</p>
------	---

CDU 551.577.38

GRANULOMETRIA DE SOLOS LATERÍTIOS: METODOLOGIA, EFEITOS DAS  
ENERGIAS TÉRMICA E MECÂNICA E RELAÇÃO COM A COMPOSIÇÃO QUÍMICA  
E MINERALÓGICA

RICARDO CORREIA LIMA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 21 DE JANEIRO DE 1983

*João Batista Queiroz de Carvalho*  
\_\_\_\_\_  
JOÃO BATISTA QUEIROZ DE CARVALHO  
Orientador

*Gunther E. Bauer*  
\_\_\_\_\_  
GUNTHER ERWIN BAUER  
Examinador

*Heber Carlos Ferreira*  
\_\_\_\_\_  
HEBER CARLOS FERREIRA  
Examinador

CAMPINA GRANDE - PB  
JANEIRO DE 1983

DEDICATÓRIA

A meus pais e a minha tia Dulce,  
meu reconhecimento e gratidão.  
A minha esposa Gláucia e aos meus  
filhos Ricardo César e Ana Cecília.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor FRANCISCO BARBOSA DE LUCENA, pelo apoio e incentivo, decisivos na elaboração deste trabalho.

Ao professor JOÃO BATISTA QUEIROZ DE CARVALHO, pela importante orientação no desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores da área de Geotecnia, do Departamento de Engenharia Civil.

Aos funcionários RUI PEREIRA DE OLIVEIRA, JECONIAS DANTAS COSTA e WINDSOR RAMOS DA SILVA, por suas importantes parcelas de contribuição.

A todos os funcionários dos Laboratórios de Solos do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba.

À Universidade Federal da Paraíba e ao Instituto de Pesquisa Rodoviária (IPR), pelo apoio recebido.

## ÍNDICE

	Página
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 - Introdução	3
2.2 - Influência da Metodologia de Ensaio na Distribuição Granulométrica	3
2.3 - Influência da Energia Térmica na Distribuição Granulométrica	6
2.4 - Influência da Energia Mecânica na Distribuição Granulométrica	9
2.5 - Conclusões	11
CAPÍTULO III - MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1 - Materiais	12
3.2 - Métodos de Ensaios	17
3.2.1 - Introdução	17
3.2.2 - Métodos de Ensaio Utilizados na Pesquisa Diretamente	17
3.2.2.1 - Granulometria	17
3.2.2.2 - Massa Específica Real	17
3.2.3 - Ensaios Efetuados em Outras Pesquisas com os Resultados Utilizados neste Estudo	18
3.2.3.1 - Compactação	18
3.2.3.2 - Constituintes Amorfos	19

3.2.3.3 - Composição Mineralógica	19
3.2.3.4 - Composição Química	19
3.2.3.5 - Potencial Hidrogênico	19
3.2.3.6 - Matéria Orgânica	19
CAPÍTULO IV - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	20
4.1 - Introdução	20
4.2 - Avaliação da Metodologia Empregada	21
4.3 - Efeito da Indução da Energia Térmica	32
4.4 - Efeito da Indução da Energia Mecânica	36
4.5 - Efeito da Indução da Combinação das Energias Térmica e Mecânica	40
4.6 - Relação entre o Comportamento Granulométrico e a Composição Mineralógica e Química	40
CAPÍTULO V - CONCLUSÕES	43
CAPÍTULO VI - SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	45
BIBLIOGRAFIA	46
APÊNDICE I	51
APÊNDICE II	55
APÊNDICE III	58
APÊNDICE IV	75
APÊNDICE V	92

## RESUMO

Este trabalho apresenta, para dezesseis solos lateríticos do Norte e Nordeste do Brasil, os resultados do estudo da granulometria destes solos, avaliando a metodologia empregada e os efeitos da indução de níveis de energias térmica e mecânica, e a relação entre a distribuição granulométrica com a composição química e mineralógica.

Os resultados obtidos mostraram que a metodologia de ensaio avaliada, com as modificações introduzidas no método original recomendado pela British Standard BS 1377:1975, foi aceitável, por ter apresentado uma faixa estreita de variação.

Quanto a indução de níveis de energias térmica e mecânica, os resultados mostraram que: i) A distribuição granulométrica é pouco afetada pela indução da energia térmica, havendo tendência para agregação das partículas do solo. ii) A distribuição granulométrica é afetada pela indução da energia mecânica, havendo desagregação/degradação das partículas do solo. iii) O efeito combinado das energias térmica e mecânica, apresenta predominância da energia mecânica na distribuição granulométrica. iv) Não foi encontrada uma relação nítida entre os efeitos das energias térmica e mecânica e a composição química e mineralógica na distribuição granulométrica.



## ABSTRACT

This thesis presents the results of an investigation carried out to evaluate the methodology to determine the particle size distribution of soils and the effects of the thermal and mechanical energies applied to the soils. The relationship among the particle size distribution and the mineralogical and chemical compositions of the soils was also investigated.

The results obtained from sixteen red tropical soils (laterites) showed that the evaluated testing methodology (a British Standard Method, BS 1377:1975) can be applied to laterites as the results showed only a small range of variation. The thermal and mechanical energy levels applied showed that: i) the particle size distribution was almost unaffected by thermal energy, while on the other hand, a tendency for soil particle aggregation existed; ii) mechanical energy affected the particle size distribution more than the thermal energy, resulting in a disaggregation/degradation of soil particles; iii) when both thermal and mechanical energies were combined, the mechanical energy effect on particle size distribution was predominant; iv) a clear relationship was not obtained among the thermal and mechanical energy effects on particle size distribution and the chemical and mineralogical compositions of the soils.

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

Os solos lateríticos são formados sob a influência de diversos intemperismos, entre eles o intemperismo físico e o intemperismo mecânico. No processo de formação destes solos há um acúmulo de óxidos de ferro e de alumínio os quais associados as formas de intemperismo presente conferem aos solos lateríticos uma estrutura meta-estável e concrecionária. Esta característica meta-estável é aceita como uma peculiaridade dos solos lateríticos. É de se esperar, portanto, que pela indução de uma forma de energia térmica e/ou mecânica se possa analisar o comportamento/propriedades dos solos lateríticos.

Um outro aspecto pertinente aos solos lateríticos é o que se refere aos métodos de ensaios utilizados. Como é do conhecimento geral os principais métodos de ensaios utilizados nos laboratórios de mecânica dos solos foram desenvolvidos para solos de regiões temperadas e portanto não se devia aplicá-los indiscriminadamente aos solos de regiões tropicais. Com relação a este aspecto, os pesquisadores tem recentemente questionados os resultados obtidos para os solos lateríticos utilizando-se aqueles métodos de ensaios.

Observa-se portanto que necessário se faz avaliar através de estudos específicos o comportamento dos solos lateríticos quando submetidos a diferentes formas ou combinações de energias térmica e mecânica. Necessário também se faz avaliar os métodos de ensaios empregados. Esta pesquisa isolou uma

propriedade importante dos solos lateríticos - a granulometria - para estudá-la em profundidade, no que se refere à i) método de ensaio para determinação da distribuição granulométrica ii) o efeito isolado e combinado da indução de energias térmica e mecânica na granulometria e iii) relação entre o comportamento granulométrico e as principais propriedades químicas e mineralógicas.

## CAPÍTULO II

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1 - Introdução

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica relacionada com esta pesquisa, mais precisamente com relação à metodologia de ensaio para a determinação da distribuição granulométrica e influência da energia térmica e mecânica nesta distribuição granulométrica.

#### 2.2 - Influência da Metodologia de Ensaio na Distribuição Granulométrica

Como se sabe os solos lateríticos são formados sob a influência de diversos intemperismos, entre eles o intemperismo físico (temperatura, precipitação) e o mecânico (degradação da estrutura). No processo de formação destes solos há um acúmulo de óxidos de ferro e alumínio os quais associados as formas de intemperismo presentes conferem aos solos lateríticos uma estrutura meta-estável e concrecionária. É de se esperar, portanto, que estes solos sejam susceptíveis a mudarem suas características/propriedades com o manuseio ou trabalhabilidade durante a realização de ensaios de laboratório. Por exemplo, Terzaghi

(1958) explicou o comportamento anormal dos solos lateríticos em relação a um solo normal (não laterítico) como sendo afetado pela presença de goetita (óxido de ferro hidratado) que aparecia como componente micro-agregador. Uma vez esse elemento micro-agregador ou cimentante é quebrado, devido a manipulação mecânica, faz com que os solos lateríticos de alta resistência, baixa plasticidade e alta permeabilidade percam estas características.

Como resultado de manipulação mecânica Townsend et al. (1969) afirma que a fração de finos aumenta, isto em decorrência do método de ensaio utilizado associado ao tipo de solo.

Em um estudo feito por Nixon et al. (1957), e citado por Gidigas (1974), confirma-se a vulnerabilidade para degradação das estruturas relativamente fracas de alguns solos lateríticos concrecionários e desta maneira a granulometria pode ser afetada pelo pré-tratamento antes do ensaio e pelo procedimento do ensaio.

A estrutura granular dos solos lateríticos é em grande parte devida aos sesquióxidos que cobrem e unem as partículas como micro-agregações. Estudos feitos por Newill (1961), Terzaghi (1958) e Townsend et al. (1969) indicaram que estas micro-agregações são completamente friáveis e são desagregáveis por remoldagem do solo, dependendo da remoldagem ou pré-tratamento. Isto produz consideráveis variações nas propriedades dos solos lateríticos, tais como distribuição granulométrica e plasticidade.

Outro aspecto que parece afetar os solos lateríticos é quanto a hidratação do solo. Em um estudo de Grant e Aitchison (1970) citado por Gidigas (1974) foi enfatizado a necessidade de distinguir solos hidratados dos desidratados para assegurar o uso do procedimento de ensaio adequado, onde se todo óxido de ferro no solo está no estado férrico e não existe nenhum fator presente que possa promover uma desoxidação no ambiente, então o solo é essencialmente estável e não deverá existir nenhuma variação, sendo os ensaios normais apropriados. Se por outro lado os óxidos de ferro não estão no estado férrico ou podem existir condições que promova uma transformação no meio admitindo uma mobilização do ferro, pode ocorrer variações nas propriedades, e os ensaios convencionais para solos de re

giões temperadas, não serão apropriados. De onde pode-se concluir que os solos desidratados são mais estáveis e menos susceptíveis a manipulação de ensaio, bem como a um pré-tratamento.

Como se sabe a forte tendência do solo tropical em agregar ou flocular apresenta um problema em dispersar o solo antes do ensaio, daí concluir-se que a análise por sedimentação é um ensaio particularmente difícil e de difícil repetibilidade dos resultados. A Lyon (1975) em estudos realizados chegou a esta conclusão, como também Wallace (1973), onde realizando ensaios de granulometria em amostras naturais e secas, mostrou que a secagem das amostras provoca a agregação de grande número de partículas de silte e argila para formar partículas tamanho areia ou para aumentar a resistência dos cimentados e assim aumentar a percentagem de partículas agregadas tamanho areia e que não são facilmente dispersados por tratamento com defloculantes, como por exemplo o hexametáfosfato de sódio. Pode-se então concluir que muitas das partículas tamanho areia registradas numa distribuição granulométrica, podem também ser agregados cimentados de partículas de silte e argila, onde o agente dispersor usado, como hexametáfosfato de sódio, podem não ser o suficiente para separar as partículas fortemente cimentadas.

É de se esperar que algumas propriedades dos solos lateríticos sejam alteradas com a manipulação mecânica durante ensaio, como por exemplo os limites de Atterberg. Isto se deve principalmente à quebra das estruturas granulares com consequente aumento dos finos e da superfície específica que aumenta a absorção de água e levaria a um aumento do Índice de Plasticidade (IP). Esse aumento pode ainda ser esperado se existir remoção do óxido de ferro e alumínio, onde (aparentemente) a remoção desses sesquióxidos altera a capacidade de retenção de água do solo.

Uma das características dos colóides amorfos é a alta capacidade de retenção de água devido à grande superfície específica, portanto o aumento do IP pode ser parcialmente atribuido à remoção destes sesquióxidos amorfos do solo. Estas afirmações foram citadas por Lambe, (1967) e Florentin et al. (1957) citados no trabalho de Monteiro Vasconcelos (1972). Os autores concluiram assim, que os limites de Atterberg assim como a distribui

ção granulométrica dependem em grande parte da soma de remoldagem e trabalho da amostra durante o ensaio.

Em estudos feitos para as argilas vermelhas de Nyeri, Kenya, Coleman et al. (1964) encontraram uma variação sensível nos valores de Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade quando era aumentado o tempo de homogenização, onde o solo de Nyeri possui uma estrutura consistindo mineralmente de partículas de metahalosita e quartzo, coberta quase completamente com uma delgada camada porosa de pequenas partículas de óxido de ferro, que, é de se esperar, sejam responsáveis pela sensibilidade a um pré-tratamento.

Portanto se observa que os solos lateríticos tem alguma de suas propriedades afetadas pela metodologia de ensaio (associado ao tipo de solo). Entre estas propriedades observou-se claramente que a distribuição granulométrica é deveras afetada.

### 2.3 - Influência da Energia Térmica na Distribuição Granulométrica

Devido a estrutura meta-estável dos solos lateríticos, é de se esperar que os mesmos sejam susceptíveis a variações nas suas propriedades quando sujeitos a diferentes níveis de energia térmica. Isto foi comprovado através de estudos feitos por Gidigasú (1974) e Terzaghi (1958) onde afirmam que dois fatores parecem causar variações nas propriedades dos solos lateríticos com a secagem: A tendência para formar agregações e a perda de água nos minerais hidratados. Como se sabe a desidratação de minerais leva a uma maior "estabilidade" aos solos lateríticos, daí é de se esperar que a secagem possa conduzir a uma melhoria nas suas propriedades.

Em termos de granulometria a secagem causa um aumento no tamanho das partículas, onde os grãos tamanho argila e silte aglomeram-se para o tamanho areia. Como consequência ocorrem também modificação nos valores dos limites de Atterberg (Willis, 1947) citado por Gidigasú (1974), onde afirma ainda que o processo de secagem parece transformar halosita hidratada ins

tável em metahaloisita estável, e isto é acompanhado pela perda de água da intercamada que afeta o valor da massa específica real do solo, conclusões a que também chegou Newill (1961).

Estudando o solo úmido de floresta e solo seco de Savana, de Ghana, Gidigasú et al. (1972) concluiu que ao contrário do solo úmido de floresta o solo seco de Savana não apresentava sensibilidade com a variação de temperatura, no entanto as amostras pré-aquecidas à 100°C e então umedecidas por tempos definidos e amassadas, mostraram apreciável variação nos limites de Atterberg.

Pode-se concluir que o umedecimento e amassamento conduz à quebra de agregações artificiais produzidas durante o aquecimento, e tendo o umedecimento e amassamento pouco efeito no material seco ao ar, mas afetando consideravelmente o material pré-aquecido, onde algum grau de desidratação e agregação ocorre durante o aquecimento.

Novais-Ferreira et al. (1972) procurando comparar os resultados obtidos com amostras colhidas em locais de empréstimos, com resultados usando os mesmos solos lateríticos após alguns anos de aplicação sob um pavimento de estradas, procurou criar associados a ciclos de embebição e secagem, utilizando amostras de material passando na peneira nº 40, e realizados ensaios de identificação e contração, sendo as amostras submetidas as seguintes condições:

- i) Amostra sem qualquer umidificação ou secagem prévia.
- ii) Amostras embebidas previamente e secadas nas temperaturas de 32°, 50°, 80° e 105°C, com tempo de secagem de 24 e 48 horas.
- iii) Amostras sem embebição prévia e secadas nas temperaturas e tempo de secagem do item ii.

Observando os seguintes aspectos nos resultados.

- a) Indicação de que entre 50° e os 105°C haverá uma temperatura que separa duas zonas de temperaturas baixas e altas, nas quais a influência da temperatura parece ser diferente.
- b) A influência da temperatura de secagem nos ensaios



com amostras previamente embebidas, manifestam-se por redução dos limites de liquidez (consequentemente variação na distribuição granulométrica).

- c) Nas amostras secas a partir de sua umidade natural a influência da temperatura é benéfica até cerca de  $80^{\circ}\text{C}$ , mas após a secagem à  $105^{\circ}\text{C}$  a amostra apresentou-se mais plástica e com maior variação volumétrica.

Resultados idênticos chegou o LNEC et al. (1959) ao estudar 30 amostras de Lourenço Marques, onde sujeitou estas amostras à secagem ao ar, em estufa à  $60^{\circ}\text{C}$  e  $100^{\circ}\text{C}$ , concluindo que:

- i) O limite de liquidez decresce quando a temperatura de secagem aumenta, a semelhança com outros solos.
- ii) Redução no índice de plasticidade quando a temperatura de secagem aumenta.

Pode-se concluir que se o limite de liquidez diminui, provavelmente a distribuição granulométrica apresenta uma diminuição do teor de finos, visto que deverá ter existido agregação de algumas partículas tamanho argila devido a secagem.

Malomo (1974) também explica a diminuição do limite de liquidez com a secagem como sendo devido a diferenciação no teor da fração tamanho argila na distribuição granulométrica, ou seja, com a secagem a fração tamanho argila é convertida parcialmente para a fração silte e areia através de agregação devido a desidratação.

O grau de sensibilidade à secagem de solos lateríticos tem sido determinado usando o chamado ensaio de índice de agregação, que é definido como a razão entre o equivalente de areia do solo seco em estufa à  $105 - 110^{\circ}\text{C}$  para o equivalente de areia do solo natural, onde para o índice de agregação igual a 1 o solo não é sensível a secagem, Tateishi (1967) citado por Gidigas (1974).

O comportamento dos solos lateríticos, tais como sensibilidade a secagem, tem sido mostrado que depende do argilo mineral predominante compondo a fração tamanho argila e a estrutura granular destes materiais, e que o teor de óxido de ferro livre e o completo alumínio-ferro no solo parece ser responsável

vel pelo comportamento de engenharia diferente entre solos lateríticos e os solos de regiões temperadas.

Tentando explicar o comportamento peculiar dos solos lateríticos, Townsend et al. (1971) acha que pode haver influência completa dos sesquióxidos amorfos de ferro e alumínio nas características de comportamento destes solos através da neutralização e aglomeração dos argilos minerais.

Segundo Gidigasú et al. (1972), os argilos minerais dos solos tropicais (lateríticos) mais susceptíveis a variações nas propriedades com a secagem são: Alofane, Haloisita (especialmente a hidratada) e a Gibsita.

Se observa, portanto, que os solos lateríticos quando submetidos a energias térmicas (diferentes temperaturas de secagem), tem algumas de suas propriedades afetada, tendo este efeito uma tendência a haver agregação das partículas, afetando assim a distribuição granulométrica.

#### 2.4 - Influência da Energia Mecânica na Distribuição Granulométrica

As propriedades dos solos lateríticos são susceptíveis de variações quando estes são submetidos à diferentes formas e intensidades de energia mecânica. Neste sub-capítulo apenas os aspectos relacionados com a energia mecânica de compactação serão revisados.

É de se esperar que a energia mecânica cause um aumento no teor de finos na distribuição granulométrica, mostrando que o trabalho mecânico causou a desagregação da estrutura do solo. Isto é devido a natureza friável das lateritas que permite uma fácil quebra dos componentes granulares em finas partículas. Isto é evidenciado em um estudo feito por Meireles (1971) com solos lateríticos da região do Catufe em Angola, onde foi verificado que o aumento do número de golpes pela compactação dinâmica parece fornecer as seguintes tendências:

- a) Menores dimensões das partículas de solo
- b) Aumento no teor da fração tamanho argila

- c) Menores índices de consistência
- d) Aumento nos índices de plasticidade
- e) Menor índice de contração.

A ação da compactação parece conduzir os solos lateríticos a um maior teor de fração tamanho argila. Meireles (1971) verificou que a quebra das partículas com a compactação, principalmente ocorria com a fração superior a peneira nº 200 e onde o solo menos argiloso apresentou maior teor de  $Fe_2O_3$ .

Um aumento da energia mecânica afeta a massa específica seca máxima, Gidigasuet al. (1972) chegou a conclusão que a quebra das partículas pela compactação em alguns casos aumentava e em outros casos diminuía a massa específica seca máxima, isto porque quando a quebra das partículas conduzia para melhorar a graduação, levava a uma maior massa específica seca máxima, e quando conduzia para uma pobre graduação, menor massa específica seca máxima era encontrada.

Estudo feito pelo LNEC et al. (1959) utilizando seis amostras de solos lateríticos de Lourenço Marques, achou que a compactação do solo aumentava a massa específica seca máxima, nada podendo concluir sobre a umidade ótima.

Evidencia Winterkorn (1939), citado por Lucena (1976), que uma das características que diferenciam os solos de climas temperados e tropicais, relacionados com o aspecto puramente físico, é o fato de que alguns solos tropicais pertencem à classe de estruturas meta-estáveis. Isto significa que sua estrutura não é estável sob influência de um campo de tensão.

É de se esperar que o grau para o qual o material quebra, quando sujeito a uma energia mecânica, seja função da resistência das partículas concrecionárias que por vezes pode ser relacionado ao teor de óxido de ferro e grau de desidratação. Estas correlações são notadas por Hammond (1970).

Observa-se que os solos lateríticos tem sua distribuição granulométrica e algumas outras propriedades afetadas, quando sujeitos a um tratamento mecânico. Existindo degradação das partículas como consequência deste pré-tratamento mecânico.

## 2.5 - Conclusões

Devido a existência de pouca bibliografia tratando do assunto específico deste trabalho, procurou-se, no entanto, levantar algumas informações que, apesar de escassas, pudessem orientar no desenvolvimento e interpretação do mesmo.

Assim baseado nesta revisão bibliográfica pode-se concluir que:

1. O emprego das metodologias de ensaios convençionais e desenvolvidas para solos das regiões de clima temperado, podem fornecer resultados de validade limitada.
2. A vulnerabilidade para degradação dos solos lateríticos indica que a granulometria pode ser afetada pelo pré-tratamento e procedimento de ensaio.
3. A energia térmica tende a formar agregações, causando um aumento no tamanho das partículas e consequentemente alterando a granulometria.
4. O aumento da energia mecânica causa desagregação das partículas e consequentemente aumento no teor de finos na distribuição granulométrica. Existindo uma certa correlação entre propriedades de resistência e composição química.

Estas conclusões indicam que necessário se faz estudos específicos que possam melhor estudar os métodos de ensaios utilizados, particularmente o método para determinação da distribuição granulométrica e o efeito da indução de energia térmica e mecânica em solos lateríticos.

Esta pesquisa, portanto, tem por objetivo:

1. Avaliar a metodologia para o ensaio granulométrico
2. Avaliar o efeito da indução da energia térmica e/ou mecânica na distribuição granulométrica.
3. Estudar a relação entre o comportamento granulométrico e a composição mineralógica e química dos solos estudados.

## CAPÍTULO III

### MATERIAIS E MÉTODOS

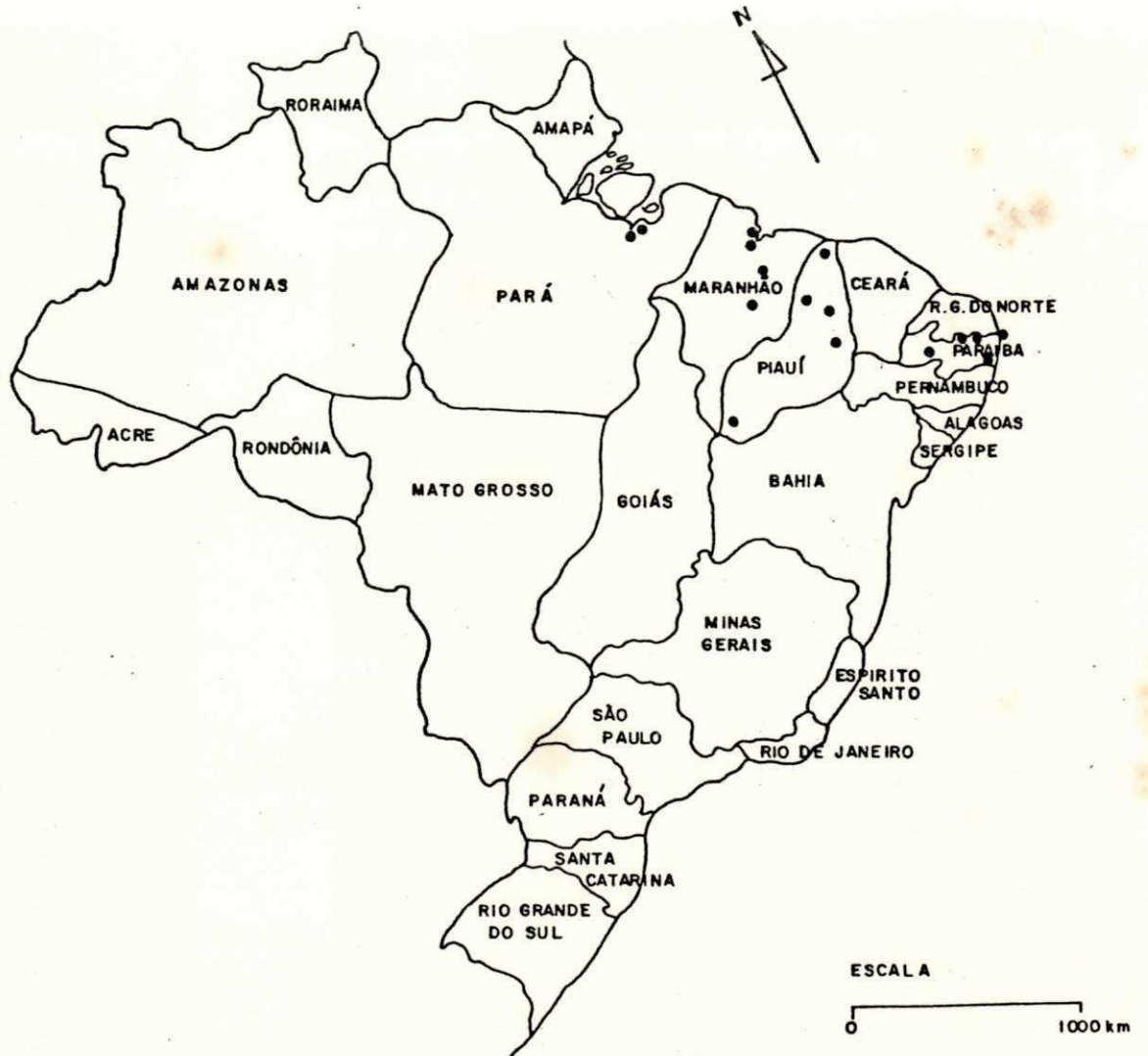
#### 3.1 - Materiais

Foram selecionados solos de dezesseis jazidas nos estados da Paraíba, Piauí, Maranhão e Pará. O critério para seleção destes solos foi baseado na formação geológica e clima, como também na viabilidade de utilização do potencial destas ocorrências em obras de engenharia.

Procurou-se solos que diferissem em clima e formação geológica para assim abranger os tipos mais variados de solos lateríticos, uma vez que eles, na sua formação, dependem tanto do clima como também da rocha de origem.

A Figura 3.1 mostra a localização das jazidas selecionadas para o estudo, estas jazidas receberam a denominação da localidade mais próxima como mostra a Tabela 3.1.a. A Tabela 3.1.b apresenta as características das jazidas. Estas informações foram obtidas do Ministério da Agricultura - SUDENE (1972), Galvão (1976), Departamento Nacional da Produção Mineral (1974), SUDENE (1974a, 1974b e 1977).

Após visitas e seleção das jazidas, efetuou-se a coleta de amostras, tendo esta coleta sido feita no horizonte B, devido o horizonte A apresentar húmus e/ou material fino de cor escura (expurgo).



LEGENDA • - JAZIDAS SELECIONADAS.

Figura 3.1 - Localização das Jazidas Seleccionadas para a Pesquisa.

JAZIDA/ESTADO		ABREVIACÃO
JOÃO PESSOA	(PB)	JPPB
SAPÉ MARI	(PB)	SPPB
AREIA	(PB)	ARPB
CUITÉ	(PB)	CTPB
TEIXEIRA	(PB)	TEPB
MOSQUEIRO	(PA)	MOPA
MAGUARI	(PA)	MAPA
BURITI DOS LOPES	(PI)	BUPI
PICOS	(PI)	PIPI
GILBUÉS	(PI)	GIPI
TERESINA	(PI)	TEPI
CASTELO	(PI)	CAPI
PRESIDENTE DUTRA	(MA)	PDMA
VARGEM GRANDE	(MA)	VGMA
VILA SARNEY	(MA)	VSMA
SÃO LUIZ (ILHA)	(MA)	SLMA

Tabela 3.1.a - Identificação/Convenção das Jazidas  
Selecionadas para a Pesquisa.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior  
Coordenação Setorial de Pós-Graduação  
Rua Aprígio Veloso, 832 - Tel. (033) 321-7222-R 355  
58.100 - Campina Grande - Paraíba

SOLO	LOCALIZAÇÃO	FORMAÇÃO GEOLÓGICA	PEDOLOGIA	CLIMA	ÍNDICE XE ROTÉRMICO	PRECIPITA ÇÃO MÉDIA ANUAL (mm)
JPPB	Conjunto dos Bancários à 2km do Campus Universitário	Formação "Barreiras" Data do Terciário	PV5-Podzólico vermelho amarelo Latossólico de textura arenosa	Quente de seca atenuada	40 a 100	1.720
SPPB	Margem direita da rodovia PB-055 à 6km da cidade de MARÍ-PB	Formação "Barreiras" Data do Terciário	PV6-Podzólico vermelho amarelo com proeminente textura argilosa	Quente de seca atenuada	40 a 100	1.100
ARPB	Margem esquerda da rodovia PB-079 à 5km da cidade de REMÍGIO-PB	Pré-cambriano representado na Paraíba por gnaisses e migmatitos	PC.13-Com textura predominantemente argilosa e solos litolíticos eutróficos	Sub-Seco	0 a 40	1.000
CTPB	Margem direita da rodovia PB-149 à 700 m da cidade de CUITÉ-PB	Formação "Serra dos Morais" Data do terciário	LVel-Latossolo vermelho amarelo eutrófico textura argilosa	Quente de seca média	100 a 150	400
TEPB	Margem esquerda da rodovia PB-306, à 8km da cidade de TEIXEIRA-PB	Formação "Serra dos Morais" Data do Terciário	REe3-Regosol eutrófico e solos litólicos eutróf. textura argilosa	Tropical Quente de seca atenuada	150 a 200	500
CAPI	Margem direita da rodovia BR-316 à 5km da cidade de CASTELO-PI	Formação "Cabeças" a arenitos de cores claras idade: Devoniano médio e superior	A05-Areias quartzosas e solos litólicos com textura arenosa	Tropical quente de seca média	100 a 150	1.200
GIPI	Corte a 3,5km da cidade de GILBUÉS, à margem esquerda da BR-135	Formação "Pedra de Fogo" constituída de arenitos siltitos e folhelhos intercalados	BL-Solo laterítico Bruno avermelhado eutrófico e Brunizem avermelhado. Textura argilosa	Tropical quente de seca média	100 a 150	900
SLMA	Margem direita da rodovia BR-135 a 0,6km de SÃO LUIZ-MA	Formação "Itapecuru" Arenitos de cores diversas Cretáceo inferior	CL6-Solos concrecionários lateríticos, Latossolo vermelho - amarelo e areia quartzosas	Quente de seca atenuada	40 a 100	1.900

Tabela 3.1.b - Características dos Solos Estudados.

cont...



SOLO	LOCALIZAÇÃO	FORMAÇÃO GEOLÓGICA	PEDOLOGIA	CLIMA	ÍNDICE XE ROTÉRMICO	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (mm)
MAPA	Margem direita da rodovia BR-316 a 37km do município de ANALIDENA-PA	Formação "Barreiras" Tipos litológicos que variam de argilito a conglomerados	CL2-Solos concrecionários lateríticos com textura argilosa e média	Quente quase contínuo e elevado estado higrométrico	0	2.760
MOQA	Margem direita da rodovia PA-17, km 35 ILHA DE MOSQUEIRO-PA	Formação "Barreiras" tipos litológicos que variam de argilito a conglomerados	LA3-Latossolo amarelo distrófico e areias quartzosas distróficas	Quente quase contínuo e elevado estado higrométrico	0	2.760
PIPI	Margem direita da rodovia BR-316, km 291, PIAUI	Formação "Cabeças" Data da idade Devoniana no Médio e Superior	CL4-Latossolo vermelho amarelo textura média	Tropical Quente de seca atenuada	150 a 200	650
TEPI	Margem direita da rodovia BR-316 a 8 km da cidade de TEREZINA-PI	Formação "Pedra de Fogo"	LV2-Latossolo vermelho amarelo textura argilosa	Tropical Quente de seca atenuada	150 a 200	1.400
BUPI	Margem esquerda da rodovia BR-345 a 3,5km da cidade de BURITI DOS LOPES	Formação Pimenteiras Data da Idade Devoniano Superior	AQ5-Areias Quartzosas, Latossolos vermelho-amarelo eutrófico. Textura arenosa e média	Tropical Quente de seca média	100 a 150	1.200
PDMA	Margem direita da rodovia BR-360, km 185 PRESIDENTE DUTRA-MA	Formação "Itapecuru" Data do Cretáceo Inferior	PA6-Podzólico vermelho amarelo equivalente eutrófico. Textura argilosa	Tropical Quente de seca atenuada	40 a 100	1.200
VSMA	Margem direita da rodovia BR-135 a 6,4km de SÃO LUIZ-MA	Formação "Itapecuru" Data do Cretáceo Inferior	CL6-Solos concrecionários lateríticos, Latossolo vermelho-amarelo. Cretáceo Inferior	Quente de Seca Atenuada	40 a 100	1.900
VGMA	Margem esquerda da rodovia BR-222 a 22,3km da cidade de ITAPECURU - MIRIM-MA	Formação "Itapecuru" Cretáceo Inferior	CL3-Solos concrecionários lateríticos, Podzólico vermelho - amarelo textura argilosa	Quente de seca Atenuada	40 a 100	1.700

Tabela 3.1.b - Características dos Solos Estudados. - Continuação

## 3.2 - Métodos de Ensaios

### 3.2.1 - Introdução

Este sub-capítulo apresenta os métodos de ensaios utilizados na pesquisa. Sendo feita uma distinção entre os métodos de ensaios utilizados na pesquisa diretamente e os ensaios efetuados em outras pesquisas e utilizado os resultados neste trabalho.

### 3.2.2 - Métodos de Ensaios Utilizados na Pesquisa Diretamente

#### 3.2.2.1 - Granulometria

Os ensaios granulométricos foram realizados de acordo com os métodos de peneiramento úmido e sedimentação (método do densímetro) recomendados pela British Standard BS 1377:1975, uma vez que, este método mostrou mais adequado a este tipo de solo que o método do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). Esta decisão se chegou após a realização de ensaios preliminares, que estão apresentados no Capítulo IV - Apresentação e Discussão dos Resultados.

Devido ao grande número de ensaios a serem realizados e, segundo a bibliografia consultada, os solos lateríticos podem apresentar algum grau de sensibilidade à secagem, por isso algumas modificações/adaptações foram introduzidas no método de peneiramento úmido recomendado pela British Standard. O Apêndice I apresenta este método em detalhes.

O processo de sedimentação, para as frações com diâmetros inferiores a 0,074mm, foi determinado baseando-se na lei de Stokes, como recomenda a British Standard BS 1377:1975 ensaio 7D, sendo todos os cálculos efetuados em computador.

#### 3.2.2.2 - Massa Específica Real

Seguiu-se para este ensaio o método do DNER-ME 93-64.

Sendo determinada a massa específica real para a fração menor que 0,074mm.

### 3.2.2.3 - Compactação

Cada solo foi compactado com três níveis de energia mecânica, como mostrado na Tabela 3.2.2.3.

NÍVEIS DE ENERGIA	NÍVEL DE ENERGIA em kg/cm/cm <sup>3</sup>	MÉTODO UTILIZADO
Proctor Normal	6,0	DNER-ME 47-64
Proctor Intermediário	12,5	DNER-ME 48-64
Proctor Modificado	25,0	AASHO T-180-57

Tabela 3.2.2.3 - Níveis de Energia Mecânica

Os níveis de energia térmica utilizados foram os seguintes:

- i) Secagem ao ar ( $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ )
- ii) Secagem em estufa à  $60^{\circ}\text{C}$  durante 36 horas
- iii) Secagem em estufa à  $110^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas

A compactação foi realizada, após o tratamento térmico, na umidade ótima e massa específica aparente seca máxima para cada nível de energia mecânica.

Após a compactação, sendo realizado o ensaio de granulometria (utilizando repouso prévio em uma solução de hexametáfosfato de sódio, como defloculante).

Para cada condição/cominação de energia térmica e mecânica foram feitas três determinações de granulometria via úmida e com sedimentação, além de determinações de granulometria do solo natural, ou seja, sem tratamento mecânico e seco ao ar.

### 3.2.3 - Ensaio Efetuados em Outras Pesquisas com os Resultados Utilizados Neste Estudo

#### 3.2.3.1 - Constituintes Amorfo

O elemento amorfo (ferro) foi determinado pelo método proposto por Queiroz de Carvalho (1979), e o dos amorfos silício e alumínio, segundo o método Hashimoto e Jackson (1960). Estas determinações foram feitas por Carvalho Borba (1981).

#### 3.2.3.2 - Composição Mineralógica

A composição mineralógica dos solos estudados foi determinada por difração de raios-X (determinação qualitativa), Carvalho Borba (1981).

#### 3.2.3.3 - Composição Química

A análise da composição química dos solos foi determinada através de Fluorescência de raios-X. Determinações feitas por Carvalho Borba (1981).

#### 3.2.3.4 - Potencial Hidrogênico - pH

A determinação do pH foi feita utilizando o método recomendado pela BS 1377-1975 (British Standard), com a fração passando na peneira de malha 0,42 mm, por ser julgada mais conveniente e representativa para este tipo de ensaio. O equipamento usado foi um medidor de pH E516 TITRISKOP-METROHM HERISAU. Determinações feitas por Carvalho Borba (1981).

#### 3.2.3.5 - Matéria Orgânica

A determinação da matéria orgânica foi feita utilizando o processo de bicromato de potássio como recomenda o método da British Standard BS 1377:1975. Determinados por Carvalho Borba (1981).

## CAPÍTULO IV

### APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

#### 4.1 - Introdução

Este capítulo apresenta e discute os resultados obtidos com os solos utilizados nesta pesquisa.

No momento no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba várias pesquisas estão sendo desenvolvidas com os mesmos solos utilizados nesta pesquisa. Estas pesquisas se completam formando um estudo global sobre as propriedades de dezesseis solos lateríticos do Norte e Nordeste do Brasil. Porisso parte dos dados a serem apresentados neste capítulo foram determinados por outros pesquisadores.

Para uma melhor clareza e organização deste capítulo os resultados serão apresentados e discutidos na seguinte ordem:

- Avaliação da metodologia Empregada
- Efeito da indução da energia térmica
- Efeito da indução da energia mecânica
- Efeito combinado da indução das energias térmica e mecânica
- Relação entre o comportamento granulométrico e a composição mineralógica e química.

#### 4.2 - Avaliação da Metodologia Empregada

Como se sabe os solos lateríticos são susceptíveis a mudarem suas características/propriedades com o manuseio ou trabalhabilidade durante a realização de ensaios de laboratório. Isto se deve a estrutura meta-estável e concrecionária, que conferem aos solos lateríticos uma vulnerabilidade para degradação. Desta maneira a granulometria pode tanto ser afetada pelo pré-tratamento antes do ensaio quanto pelo procedimento do ensaio.

Nesta pesquisa procurou-se avaliar uma metodologia que, a princípio, fosse mais conveniente e aplicável aos solos lateríticos. Para a escolha do método a ser seguido, foram necessários a realização de ensaios preliminares, que serão apresentados a seguir.

Nas Tabelas A.II.a e A.II.b, constantes do Apêndice II, estão apresentadas as granulometrias dos solos obtidos pelo método do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem DNER-ME 51-64. Nas Tabelas A.III.a à A.III.q, constantes do Apêndice III, estão apresentadas as granulometrias dos solos estudados, obtidos pelo método da British Standard BS 1377:1975.

O Gráfico 4.2.a apresenta curvas representativas da granulometria dos solos pelo método do DNER-ME 51-64 e pelo método da BS 1377:1975. Como se observa, existe uma defazagem das curvas granulométricas de um mesmo solo, nas mesmas condições de pré-tratamento, determinadas pelos dois métodos, onde o método do DNER-ME 51-64 apresenta maior percentagem de finos. Observando-se os resultados de todos os solos, podemos afirmar que esta defazagem acontece, de uma maneira geral, para todos os solos.

Em um estudo de variação entre as três determinações (variações entre os pontos extremos, para cada peneira), verifica-se que o método do DNER-ME 51-64, apresenta 70,3% dos pontos com variações entre 0% e 5%. ficando 29,7% dos pontos com variações acima de 5%, estes valores estão apresentados nas Tabelas 4.2.a e 4.2.b. Enquanto que pelo método da BS 1377:1975, no mesmo estudo de variações entre os pontos extremos das três determinações (para cada peneira), apresentou 94,5% dos pontos com variações entre 0% e 5%, com apenas 5,5% dos pontos com variações

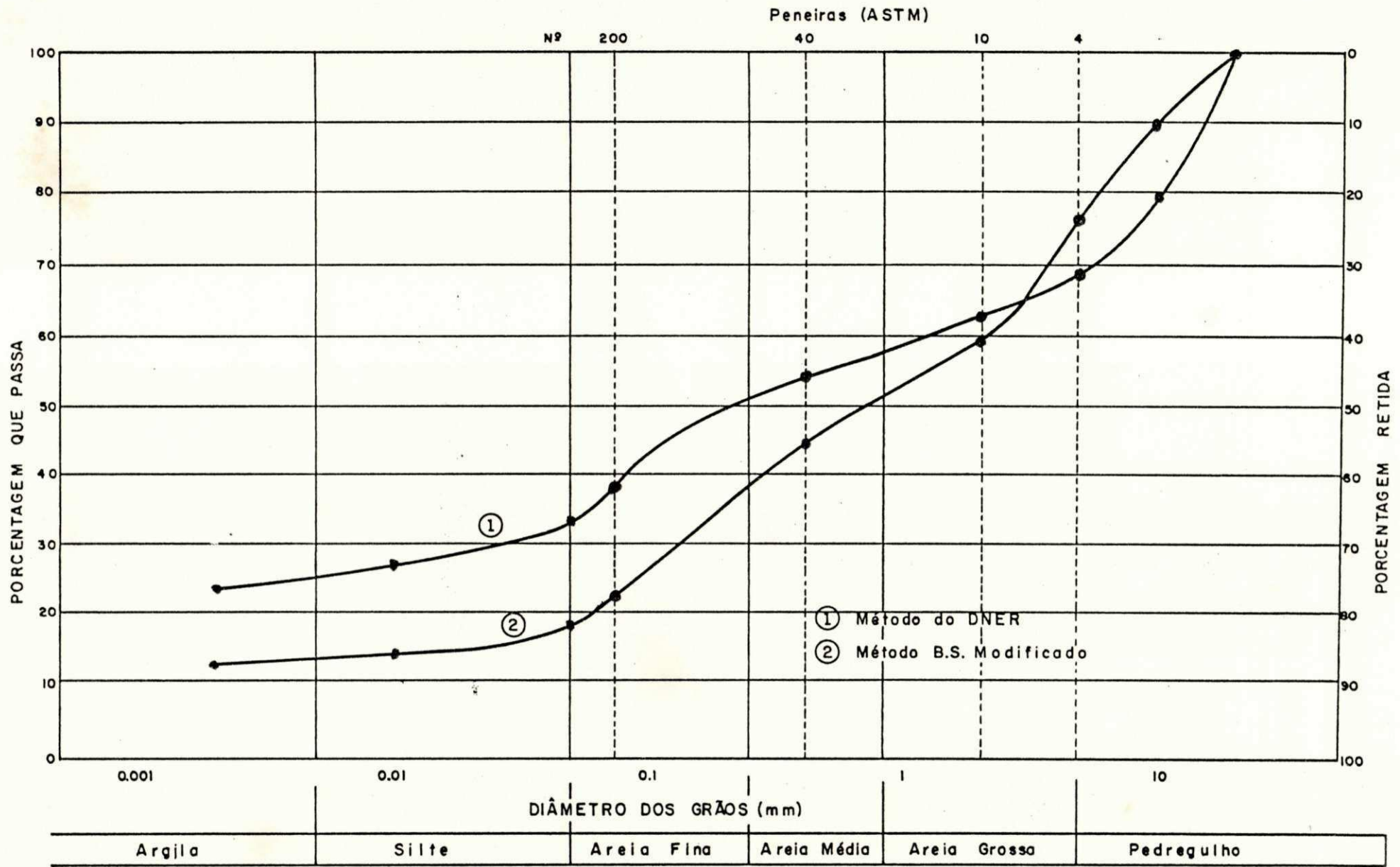
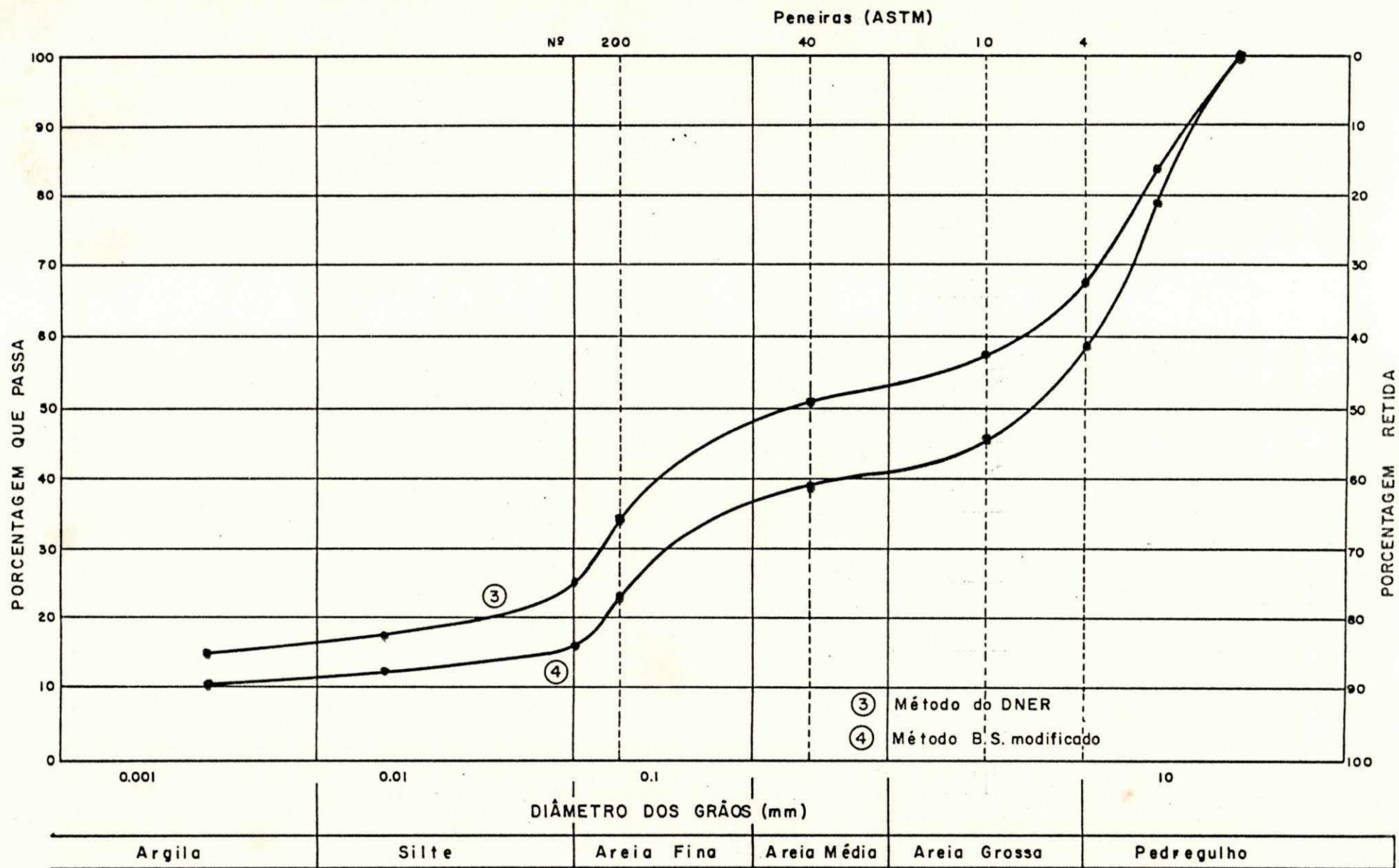


Gráfico 4.2.a - Distribuição Granulométrica do Solo JPPB Seco à 25°C e Sem Tratamento Mecânico.



Continuação Gráfico 4.2.a - Distribuição Granulométrica do Solo CAPI Seco à 25°C e Sem Trat. Mecânico



SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO							
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
JPPB	25	S/TRAT.	4,9	6,7	6,2	5,4	4,5	3,9	4,1	3,7
SPPB	25	S/TRAT.	5,4	6,3	4,9	4,5	3,4	2,3	1,8	1,9
ARPB	25	S/TRAT.	3,3	1,3	2,1	2,5	2,1	1,8	1,8	1,1
CTPB	25	S/TRAT.	5,1	5,9	7,5	6,8	5,3	3,2	3,4	2,7
TEPB	25	S/TRAT.	0,5	0,6	0,4	0,6	1,8	0,2	1,7	1,7
CAPI	25	S/TRAT.	7,4	10,9	10,7	12,9	8,5	5,3	4,2	3,7
GIPI	25	S/TRAT.	2,9	6,4	7,3	7,3	6,7	4,4	5,8	0,7
SLMA	25	S/TRAT.	3,7	4,1	2,9	2,5	1,3	0,6	0,4	0,6
MAPA	25	S/TRAT.	2,8	4,1	5,3	6,6	4,5	3,0	3,1	2,6
MOPA	25	S/TRAT.	4,1	7,5	7,8	7,6	5,9	3,2	4,6	3,3
PIPI	25	S/TRAT.	5,8	12,0	13,0	11,8	8,7	3,3	3,3	2,7
TEPI	25	S/TRAT.	2,4	1,5	1,3	1,2	1,0	1,0	0,5	0,5
BUPI	25	S/TRAT.	1,0	1,5	1,3	0,6	2,1	0,8	2,1	2,0
PDMA	25	S/TRAT.	1,9	4,6	3,7	3,4	2,1	1,7	0,7	1,0
VSMA	25	S/TRAT.	5,8	6,8	6,7	6,6	4,4	2,9	2,7	3,0
VGMA	25	S/TRAT.	5,6	5,4	4,3	3,9	3,0	3,2	1,6	1,3

Tabela 4.2.a - Variação da Percentagem Passando (Método DNER).

P - VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO (ENTRE OS VALORES EXTREMOS DAS TRÊS DETERMINAÇÕES)																													
0 - 1		1 - 2		2 - 3		3 - 4		4 - 5		5 - 6		6 - 7		7 - 8		8 - 9		9 - 10		10 - 15		0 - 5		5					
f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%		
18	14,1	20	15,6	20	15,5	17	13,3	15	11,7	13	10,1	10	7,8	7	5,5	2	1,6	0	0	6	4,7	9	7,0	38	29,7				

f - frequência

Tabela 4.2.b - Resumo da Variação da Percentagem Passando para os Solos Estudados (Método DNER).

SOLO	ΔP - VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO. (ENTRE OS VALORES EXTREMOS DAS TRÊS DETERMINAÇÕES)																										
	0 - 1		1 - 2		2 - 3		3 - 4		4 - 5		5 - 6		6 - 7		7 - 8		8 - 9		9 - 10		10 - 15		0 - 5		> 5		
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f
JPPB	22	27,5	36	45,0	10	12,5	8	10,0	2	2,5	-	-	2	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	78	97,5	2	2,5	
SPPB	12	15,0	24	30,0	16	20,0	12	15,0	8	10,0	1	1,3	4	5,0	-	-	-	-	1	1,2	2	2,5	72	90,0	8	10,0	
ARFB	16	20,0	20	25,0	18	22,5	11	13,8	5	6,2	6	7,5	1	1,3	1	1,3	-	-	1	1,2	1	1,2	70	87,5	10	12,5	
CTPB	27	33,8	15	18,8	11	13,8	13	16,2	5	6,2	6	7,5	-	-	1	1,3	1	1,2	-	-	1	1,2	71	88,8	9	11,2	
TEPB	31	38,8	16	20,0	11	13,8	5	6,2	7	8,8	3	3,8	1	1,2	2	2,5	2	2,5	1	1,2	1	1,2	70	87,5	10	12,5	
CAPI	31	38,8	28	35,0	12	15,0	7	8,8	1	1,2	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79	98,8	1	1,2	
GIPI	26	32,5	19	23,8	19	23,8	3	3,8	8	10,0	3	3,7	1	1,2	-	-	1	1,2	-	-	-	-	75	93,8	5	6,2	
SLMA	42	52,5	23	28,8	8	10,0	6	7,5	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	100,0	-	-	
MAPA	31	38,8	25	31,3	12	15,0	8	10,0	1	1,2	2	2,5	-	-	-	-	-	-	1	1,2	-	-	77	96,3	3	3,7	
MOPA	25	31,3	21	26,3	16	20,0	13	16,2	2	2,5	2	2,5	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	77	96,3	3	3,7	
PIPI	47	58,8	14	17,5	9	11,3	4	5,0	1	1,3	1	1,2	-	-	-	-	2	2,5	1	1,2	1	1,2	75	93,8	5	6,2	
TEPI	43	53,8	21	26,3	9	11,3	3	3,7	-	-	-	-	-	-	2	2,5	1	1,2	1	1,2	-	-	76	95,0	4	5,0	
BUPI	45	56,3	13	16,3	6	7,5	4	5,0	5	6,3	1	1,2	2	2,5	-	-	-	-	1	1,2	3	3,7	73	91,3	7	8,7	
PDMA	46	57,5	23	28,8	7	8,8	1	1,2	1	1,2	2	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78	97,5	2	2,5	
VSMA	44	55,0	22	27,5	5	6,3	4	5,0	4	5,0	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79	98,8	1	1,2	
VGMA	52	65,0	16	20,0	4	5,0	4	5,0	3	3,8	1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79	98,8	1	1,2	
GLOBAL	540	42,2	336	26,3	173	13,5	106	8,3	54	4,2	30	2,3	12	0,9	6	0,5	7	0,6	7	0,5	9	0,7	1209	94,5	71	5,5	

TABELA 4.2.c - Resumo da Variação da Percentagem Passando para os Solos Estudados. (Método B.S. Modificado).

Legenda: f = frequência

ções maiores que 5%, apresentados na Tabela 4.2.c. Desta maneira o método BS 1377:1975 apresentou-se com uma melhor "repetibilidade" e, portanto, mostrando-se mais adequado para estes solos. Por esta razão, utilizou-se o método de peneiramento úmido com sedimentação recomendado pela British Standard BS 1377:1975. Necessário se fez uma adaptação que consistiu basicamente na redução da quantidade da amostra a ser ensaiada e eliminação de secagem prévia em estufa após a lavagem e antes do peneiramento.

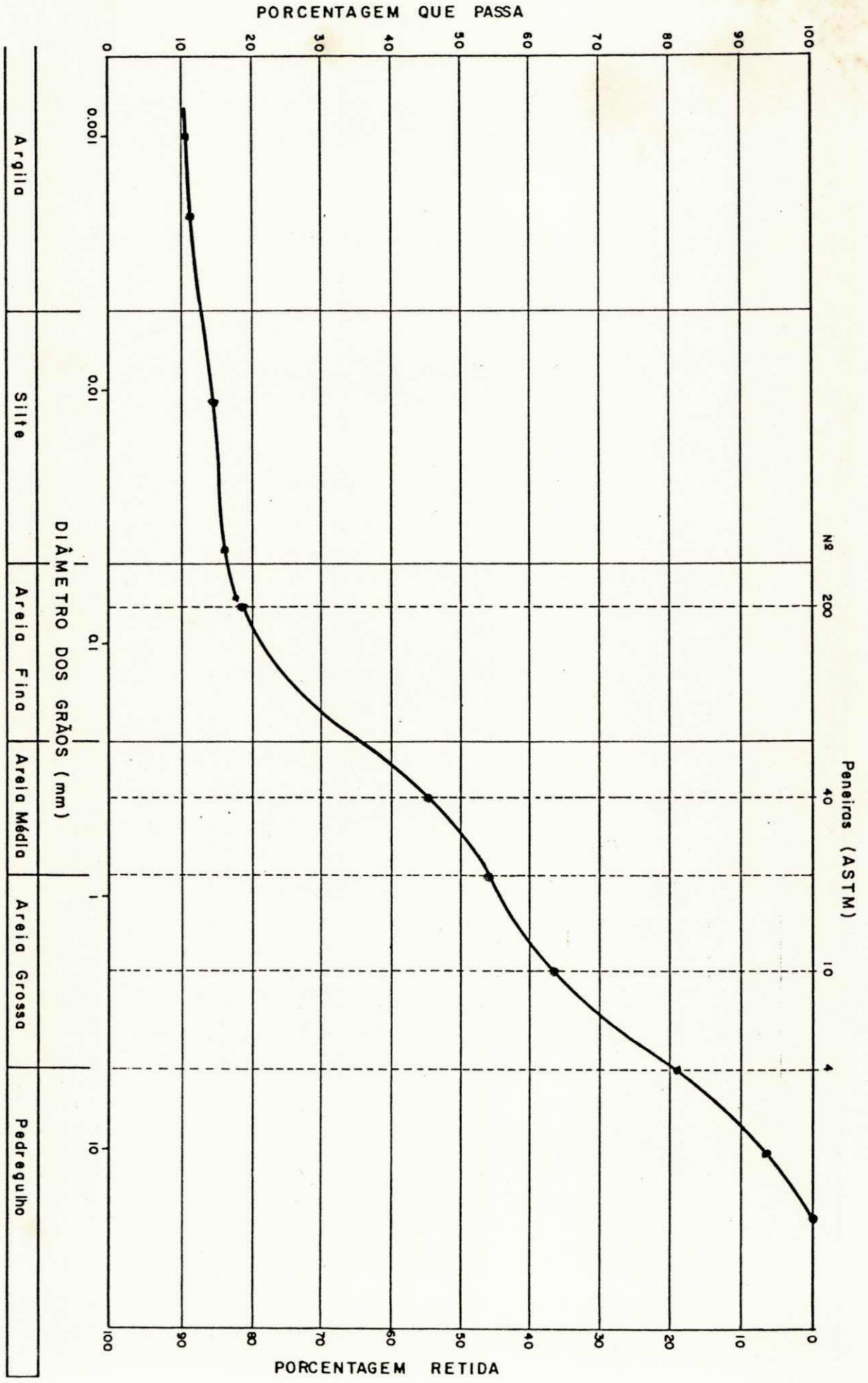
Reduziu-se a quantidade da amostra a ser ensaiada por que observou-se que para os tipos de solos estudados havia a tendência de "sobrecarregar" na lavagem as peneiras.

A eliminação da secagem prévia foi devida, segundo a bibliografia consultada, a alguns solos lateríticos serem sensíveis a secagem, podendo esta secagem em estufa conduzir a variações na distribuição granulométrica, como indicado por varios autores, por exemplo, Terzaghi (1958), Gidigas (1974, 1974a), Lyon (1975) e Wallace (1973).

Na lavagem sucessiva através da série de peneiras utilizadas, observou-se que a água de lavagem apresentava-se limpa, após a última peneira da série utilizada (Peneira de abertura de 0,074 mm), em um tempo que variava de 15 a 17 minutos. Por esta razão adotou-se um tempo de 17 minutos para a lavagem sucessiva, que para a totalidade dos solos mostrou-se satisfatória.

A análise granulométrica apresentou, para quase a totalidade das determinações, uma descontinuidade na curva granulométrica, na transição do diâmetro de 0,074mm para os diâmetros menores, diâmetro limite entre a determinação por peneiramento e a determinação por sedimentação, como pode ser observado nos Gráficos 4.2.b a 4.2.d. Esta descontinuidade deve-se, provavelmente, a uma defloculação parcial, ou seja, o defloculante utilizado não foi eficiente ou o teor do defloculante utilizado (hexametáfosfato de sódio) ter sido insuficiente para individualizar as partículas do solo. Como se sabe os óxidos de ferro e alumínio, tem propriedades cimentantes, e portanto é de se esperar que a secagem ao ar, antes do ensaio de sedimenta

Gráfico 4.2.b - Distribuição Granulométrica do Solo JPPB Seco ao Ar (25°C) sem Tratamento Mecânico.



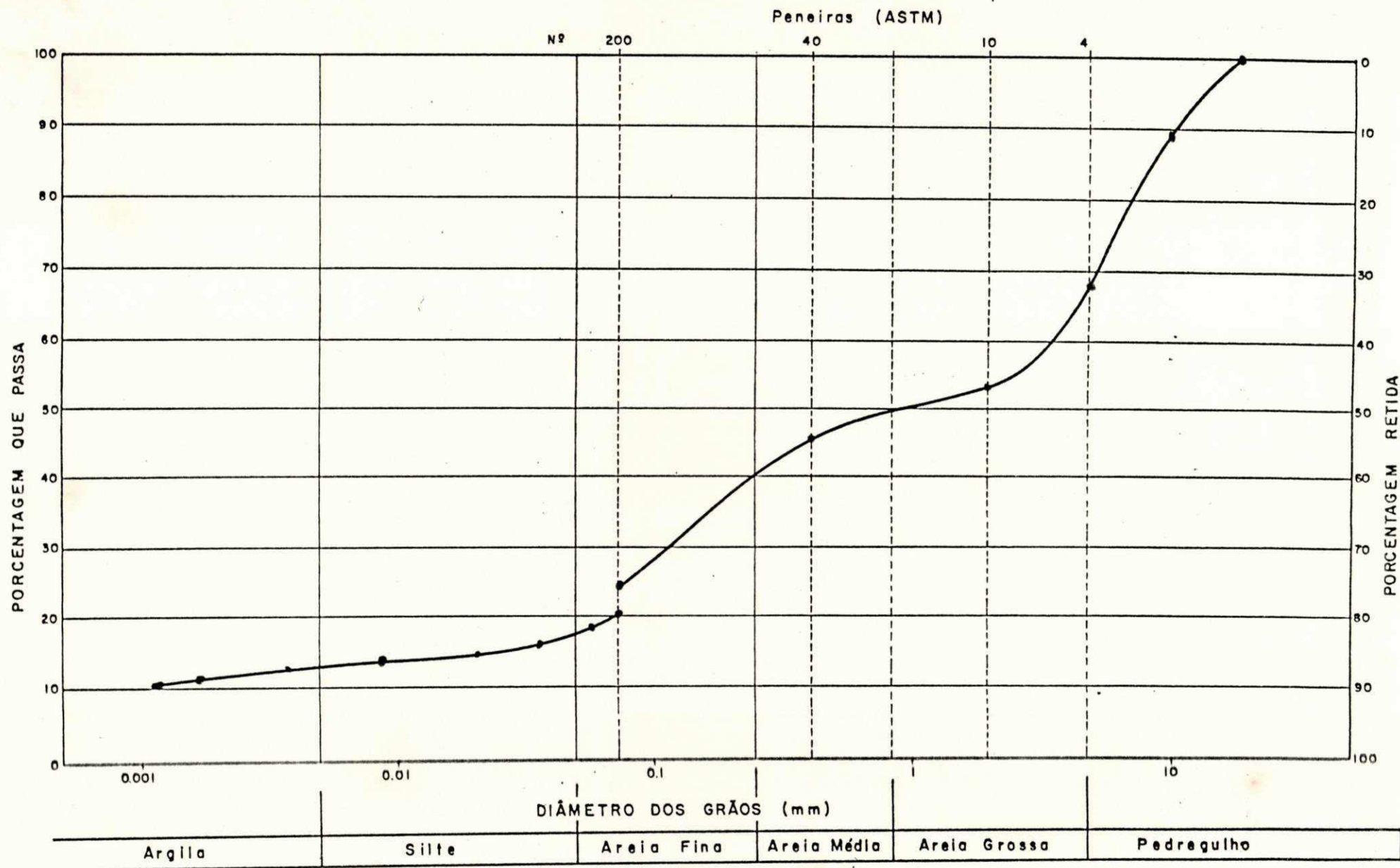


Gráfico 4.2.c - Distribuição Granulométrica do Solo CAPI Seco ao Ar (25°C) Compactado no Proctor Intermediário.

**PORCENTAGEM QUE PASSA**

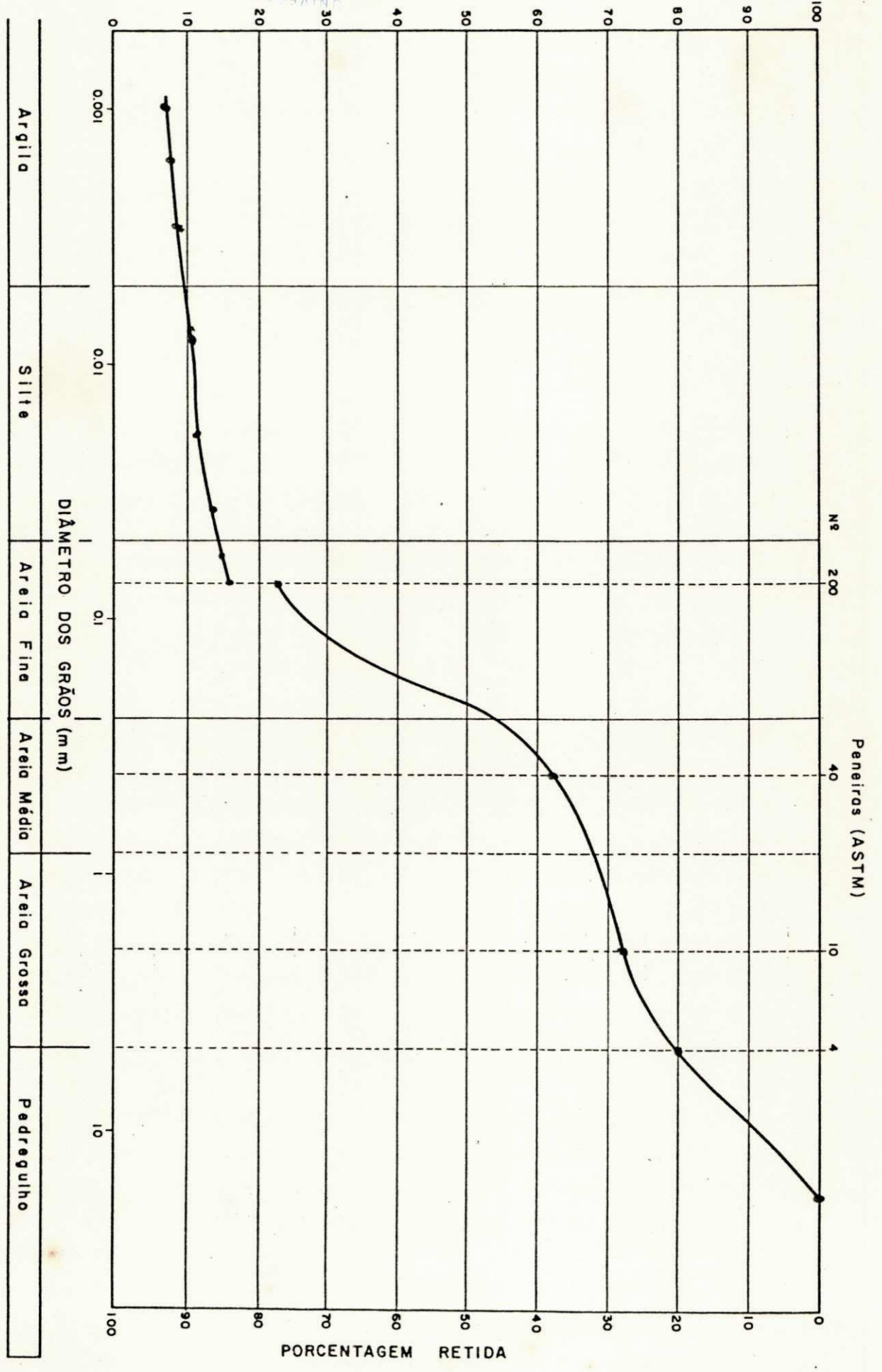


Gráfico 4.2.d - Distribuição Granulométrica do Solo SLMA Seco a 110°C Compactado no Proctor Modificado.

ção, estimule esta cimentação levando a necessidade de uma maior atuação/quantidade do defloculante.

Outro aspecto que pode ter influenciado a agregação e portanto provocando uma "ineficiência" do defloculante é a tendência dos solos lateríticos de agregar ou flocular. Isto é evidenciado em estudos realizados pela Lyon (1975) como também por Wallace (1973), onde realizando ensaios de granulometria em amostras naturais e secas, mostrou que a secagem provoca a agregação de grande número de partículas de silte e argila formando partículas tamanho areia e assim aumentando a percentagem de partículas agregadas tamanho areia. Pode-se então concluir que muitas das partículas tamanho areia registradas na distribuição granulométrica podem também ser agregados cimentados de partículas de silte e argila, onde o agente dispensor usado pode não ser o suficiente para separar as partículas fortemente cimentadas. Isto, obviamente, requer maior atenção e estudos específicos de maneira que se possa caracterizar a causa para a existência desta descontinuidade.

As Tabelas A.III.a à A.III.q constantes do Apêndice III, apresentam as análises granulométricas dos solos estudados.

Procurou-se quantificar as variações das percentagens passando, entre as três determinações para cada peneira, em termos de variação entre os pontos extremos, que são apresentadas nas Tabelas A.IV.a à A.IV.q constantes do Apêndice IV, para cada solo estudado. Observa-se que a variação, considerando todos os solos, foi de 0% à 14,3% onde o solo SLMA apresentou a menor faixa de variação (0% à 4,3%) e o solo SPPB apresentou a maior faixa (0,1% à 14,3%), no entanto os pontos próximos ao limite superior da faixa são pouco frequentes, situando-se a grande maioria dos pontos próximos ao limite inferior da faixa.

Na Tabela 4.2.c são apresentados, para cada solo e para o conjunto dos solos, um agrupamento das variações individuais em termos de frequência de incidência das variações entre as três determinações. Observa-se que dentro da faixa de 0% à 5% a incidência variou de 87,5% (ARPB e TEPB) a 100% (SLMA), no entanto para os solos ARPB e TEPB, que apresentaram uma menor percentagem de variação, situando-se a variação na faixa de 0%

à 5% observa-se que na faixa de 0% à 3% de variação, situam-se uma maior concentração das variações, 67,5% para ARPB e 72,6% para TEPB. Analisando todos os solos em conjunto, observa-se que 94,5% das variações situam na faixa de 0% à 5% e que a maior incidência encontra-se na faixa de 0 à 3% com 82,0% das variações. Pelo exposto, arbitrou-se para repetibilidade dos ensaios granulométricos, efetuados com os solos estudados nesta pesquisa, o valor de 0% à 5%.

Dentre a bibliografia consultada, os autores são unânimes em afirmarem que os solos lateríticos são sensíveis a metodologia de ensaio, isto devido na sua formação existir um acúmulo de óxido de ferro e alumínio, os quais associados as formas de intemperismos presentes conferem a estes solos uma estrutura meta-estável e concrecionária. Por exemplo Terzaghi (1958) explica o comportamento anormal dos solos lateríticos como sendo devido a presença de goetita (óxido de ferro hidratado), uma vez êsse "elemento" seja quebrado pela manipulação durante o ensaio, faz com que estes solos alterem suas características, denotando assim uma sensibilidade a metodologia empregada. Gidigas (1974), Newill (1961), Townsend et al. (1969) e Grant e Aitchison (1970) confirmam a vulnerabilidade à degradação das estruturas dos solos lateríticos e portanto sensíveis a metodologia de ensaio.

Pelo exposto, observa-se que os diversos autores que se dedicaram ao estudo dos solos lateríticos, citam a metodologia como um fator importante na determinação das propriedades dos solos lateríticos, sem, no entanto, apresentarem ou desenvolverem/adaptarem uma metodologia para determinação da distribuição granulométrica que fosse mais recomendável para os solos lateríticos.

Desta maneira conclui-se que a metodologia utilizada (bem como as adaptações introduzidas no método original) apresentou-se adequada aos tipos de solos estudados, uma vez que a variação (repetibilidade) encontrada situou-se dentro de uma faixa estreita de variações, e portanto podendo ser utilizada/testada para outras ocorrências de solos lateríticos.



#### 4.3 - Efeito da Indução da Energia Térmica

Observou-se que a influência da energia térmica nos solos estudados, não era uniforme para todos os solos ensaiados e algumas vezes existia, também, variação para um mesmo solo em termos de fração retida na peneira de abertura de 0,074mm (fração graúda) e fração passando nesta peneira (fração fina). Isto mostrou que, quando submetidos a diferentes níveis de energia térmica a fração graúda respondeu diferentemente da fração fina do mesmo solo. Por esta razão para análise dos efeitos da indução da energia térmica, considerou-se duas frações, qualitativa e arbitrária, fração graúda (fração retida na peneira de 0,074 mm) e fração fina (fração passando na peneira de 0,074mm).

A tendência observada, na quase totalidade dos solos estudados, era de que existia agregação das partículas com a secagem, com exceção ao solo MAPA (fração graúda) que apresentou uma desagregação. A variação máxima observada foi em torno de 10%, não se notando variações acentuadas. Portanto procurou-se agrupar as frações dos solos em função de sua sensibilidade a secagem. Escolheu-se arbitrariamente três grupos de influência, sendo dois grupos de solos que apresentam tendência à agregação e um terceiro grupo que incluisse a fração graúda do solo MAPA que teve um comportamento totalmente diferente dos demais. Os grupos são os seguintes:

- GRUPO A - Pouca a nenhuma influência: Foram considerados neste grupo as frações dos solos que apresentaram variações com tendência à agregação dentro da faixa de repetibilidade do ensaio que, como foi visto no sub-capítulo 4.2, situou-se de 0% à 5%.
- GRUPO B - Influência média negativa: Foram considerados neste grupo as frações dos solos que apresentaram variações entre 5% - 10%, havendo diminuição das percentagens passando, ou seja, a energia térmica causou agregação das partículas.

- GRUPO C - Influência média positiva: Foi considerado neste grupo a fração graúda do solo MAPA, que apresentou variação entre 5% e 10%, devido a indução da energia térmica, havendo aumento das percentagens passando, ou seja, a energia térmica causou desagregação das partículas.

Como pode ser observado na Tabela 4.3.a, para a maioria dos solos estudados a influência da indução da energia térmica na distribuição granulométrica, apresentou variações dentro da faixa de repetibilidade do ensaio granulométrico encontrado nesta pesquisa, havendo apenas pequena tendência à agregação das partículas, com exceção aos solos JPPB (fração fina), SPPB (fração graúda), ARPB (fração fina), GIPI (fração fina), MAPA (fração graúda) e VGMA (fração graúda), que apresentaram maior sensibilidade.

Como se constata existe uma influência da energia térmica na distribuição granulométrica dos solos estudados, embora seja uma "influência discreta" para a maioria dos solos.

Vários autores se referem a influência da energia térmica nos solos lateríticos em termos qualitativos, sem no entanto quantificá-los, desta maneira não se poderá comparar quantitativamente os resultados obtidos nesta pesquisa com o de outros autores. Existe de qualquer maneira uma concordância entre a grande maioria em afirmarem que a energia térmica causa agregação das partículas, isto de certa forma confirma a tendência observada nos solos estudados, com exceção a fração graúda do solo MAPA, que apresentou tendência inversa, ou seja, tendência para desagregação das partículas com a indução da energia térmica, no entanto trata-se de um ponto isolado e portanto sem significância em relação ao conjunto.

A influência da energia térmica nos solos lateríticos foi explicada por Gidigasu (1974) e Terzaghi (1958) como sendo provavelmente devido a dois fatores: A tendência para formar agregações e a perda de água nos minerais hidratados. Como se sabe a desidratação de minerais conferem uma maior "estabilidade" aos solos lateríticos, assim é de se esperar que a secagem possa conduzir a uma melhoria nas suas propriedades principais, tais como distribuição granulométrica.

INFLUÊNCIA DA ENERGIA TÉRMICA								
GRUPO A			GRUPO B			GRUPO C		
POUCA A NENHUMA INFLUÊNCIA			INFLUÊNCIA MÉDIA(-)			INFLUÊNCIA MÉDIA (+)		
SOLO	FRAÇÃO		SOLO	FRAÇÃO		SOLO	FRAÇÃO	
	G	F		G	F		G	F
JPPB	G	-	JPPB	-	F	-	-	-
SPPB	-	F	SPPB	G	-	-	-	-
ARPB	G	-	ARPB	-	F	-	-	-
CTPB	G	F	-	-	-	-	-	-
TEPB	G	F	-	-	-	-	-	-
CAPI	G	F	-	-	-	-	-	-
GIPI	G	-	GIPI	-	F	-	-	-
SLMA	G	F	-	-	-	-	-	-
MAPA	-	F	-	-	-	MAPA	G	-
MOPA	G	F	-	-	-	-	-	-
PIPI	G	F	-	-	-	-	-	-
TEPI	G	F	-	-	-	-	-	-
BUPI	G	F	-	-	-	-	-	-
VSMA	G	F	-	-	-	-	-	-
VGMA	-	F	VGMA	G	-	-	-	-
PDMA	G	F	-	-	-	-	-	-

Legenda: G - Fração Graúda (maior que 0,074mm)  
 F - Fração Fina (menor que 0,074mm)

Tabela 4.3.a - Influência das Energias Térmicas.

É provável que a sensibilidade à secagem dependa do argilo mineral predominante e da estrutura granular do material, bem como do teor de óxido de ferro livre e o complexo alumínio-ferro, isto sendo comprovado através de estudos feitos por Gidigasú et al. (1972). Queiroz de Carvalho (1979) e Townsend et al. (1971) acham que pode haver influência completa dos sesquióxidos amorfos de ferro e alumínio nas características de comportamento destes solos através da neutralização e aglomeração dos argilos minerais. Como pode ser constatado, na Tabela A.V.t, constante do Apêndice V, são apresentados os elementos amorfos para os solos estudados, onde a %SiO<sub>2</sub> amorfo variou de 6,50 à 15,17, a %Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> amorfo de 2,52 à 9,28 e a %Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> amorfo variou de 0,30 à 4,20, que podem ser considerados como em teores expressivos, segundo estudos de Queiroz de Carvalho (1979).

Como foi visto a sensibilidade a secagem para os solos estudados apresentou uma faixa de variação de 0% à 5%, e portanto, pode-se concluir que os solos estudados e apresentados nesta pesquisa, de uma maneira global, tem uma sensibilidade à secagem até certo ponto discreta, ou seja, pouca ou nenhuma sensibilidade à energia térmica.

#### 4.4 - Efeito da Indução da Energia Mecânica

Observou-se que a influência da energia mecânica era diferente para os diversos solos estudados, assim como, também era diferente para as diversas frações de um mesmo solo. Por isso procurou-se analisar cada solo em termos de frações e analisar o conjunto de solos em grupos de influência, a exemplo do que foi feito para análise da influência da energia térmica. As frações arbitradas para um mesmo solo foram em termos de fração grossa (material retido na peneira de abertura de 0,074mm) e "fração fina" (material passando na peneira de abertura de 0,074mm).

A tendência observada para a totalidade dos solos estudados, foi a de existir desagregação das partículas do solo quando submetidos aos diversos níveis de energia mecânica, ou

de, quanto maior a energia de compactação, maior o grau de desagregação das partículas. Sendo a variação máxima observada em torno de 25%. Portanto procurou-se agrupar as frações dos solos, em função de sua sensibilidade à energia mecânica, em três grupos de influência, escolhidos qualitativamente e arbitrários. Os grupos são os seguintes:

- GRUPO 1 - Pouca a nenhuma influência: Foram considerados neste grupo as frações dos solos estudados, que apresentaram desagregação das partículas, levando a variações na granulometria dentro da faixa de repetibilidade do ensaio. (0% à 5%)
- GRUPO 2 - Influência média: Foram considerados neste grupo as frações dos solos estudados, que apresentaram desagregação das partículas, levando a variações na granulometria na faixa de 5% à 15%.
- GRUPO 3 - Muita Influência: Foram considerados neste grupo as frações dos solos estudados, que apresentaram desagregação das partículas, levando a variações na granulometria na faixa de 15% à 25%.

Na Tabela 4.4.a são apresentadas a influência da energia mecânica para os diversos solos estudados nesta pesquisa. Como pode ser observado, existem solos que apresentam influências diferenciadas entre a fração gráuda e a fração fina, como o solo SPPB e PDMA que apresentam a fração gráuda com muita influência da energia mecânica enquanto a fração fina apresenta uma influência média, sendo este comportamento o inverso do solo ARPB, onde a fração fina deste solo apresenta muita influência e a fração gráuda apresentando uma influência média. A maior defasagem de comportamento, quando sujeito à energia mecânica, observa-se no solo TEPB, onde a fração gráuda (fração retida na peneira de abertura de 2,0 mm) apresentou de pouca a nenhuma influência e sua fração fina apresentando muita influência à energia mecânica. Os solos CTPB, SLMA, MAPA, BUPI e VGMA, para as duas frações, apresentaram pouca a nenhuma influência da

INFLUÊNCIA DA ENERGIA MECÂNICA								
GRUPO 1			GRUPO 2			GRUPO 3		
POUCA E NENHUMA INFLUÊNCIA			INFLUÊNCIA MÉDIA			MUITA INFLUÊNCIA		
SOLO	FRAÇÃO		SOLO	FRAÇÃO		SOLO	FRAÇÃO	
	G	F		G	F		G	F
-			JPPB	G	F	-	-	-
-			SPPB	-	F	SPPB	G	-
-			ARPB	G	-	ARPB	-	F
CTPB	G	F	-	-	-	-	-	-
TEPB	G <sup>1</sup>	-	-	-	-	TEPB	-	F
CAPI	-	F	CAPI	G	-	-	-	-
-	-	-	GIPI	G	F	-	-	-
SLMA	G	F	-	-	-	-	-	-
MAPA	G	F	-	-	-	-	-	-
MOPA	G	-	MOPA	-	F	-	-	-
PIPI	-	F	PIPI	G	-	-	-	-
-	-	-	TEPI	G	F	-	-	-
BUPI	G	F	-	-	-	-	-	-
-	-	-	VSMA	G	F	-	-	-
VGMA	G	F	-	-	-	-	-	-
-	-	-	PDMA	-	F	PDMA	G	-

1 - Apenas a fração de 2,00 mm

Legenda: G - Fração Graúda (maior que 0,074mm)

F - Fração Fina (menor que 0,074mm)

Tabela 4.4.a - Influência das Energia Mecânica.

energia mecânica, enquanto os solos JPPB, GIPI, TEPI e VSMA também apresentaram uniformidade de comportamento para as duas frações (graúda e fina), no entanto apresentando uma influência média, pelo critério arbitrário adotado nesta pesquisa.

Como se constata, existe influência da energia mecânica nos solos estudados, sendo esta influência no sentido de de gradação das partículas e a sensibilidade sendo diferente tanto para um mesmo solo, em termos de frações, como de um solo para o outro.

Verifica-se, através da bibliografia consultada, que vários autores são unânimes em afirmar em que o aumento da energia mecânica causa desagregação das partículas dos solos lateríticos, o que confirma a influência da energia mecânica encontrada para os solos lateríticos estudados nesta pesquisa. No entanto esses autores só apresentam, para a distribuição granulométrica, a influência da energia mecânica em termos qualitativos, o que nos impossibilita de comparar quantitativamente os resultados obtidos nesta pesquisa com a sensibilidade de outros solos lateríticos.

A desagregação/degradação das partículas dos solos estudados, quando sujeitos a o trabalho mecânico, denota uma quebra dos componentes granulares do solo em partículas menores. Este aspecto dos solos lateríticos é confirmado em um estudo de Meireles (1971) com solos lateríticos da região do Catufe em Angola, no qual é evidenciado a natureza friável destes solos, onde ele verificou que o aumento do número de golpes pela compactação dinâmica fornece, principalmente, as seguintes tendências: i) menores dimensões das partículas de solo; ii) aumento no teor da fração tamanho argila; iii) menores índices de consistência.

Esta natureza friável dos solos lateríticos também é estudado por Winterkorn (1939) onde ele diferencia os solos de climas temperados e tropicais, relacionado com o aspecto físico, pelo fato de que alguns solos tropicais pertencem à classe de estruturas meta-estáveis, isto significando que sua estrutura particulada não é estável sob influência de um campo de tensão.

É de se esperar que um aumento da energia mecânica de compactação afete a massa específica seca máxima, que segundo Gidigas et al. (1972), a quebra das partículas pela compactação pode levar a um aumento ou diminuição da massa específica seca máxima, isto porque quando a quebra das partículas conduzir a uma melhor graduação, a massa específica seca máxima deverá aumentar, e quando a quebra das partículas levar a um empobrecimento da graduação, deverá existir uma diminuição da massa específica seca máxima. Isto evidencia uma importância no conhecimento da sensibilidade dos solos lateríticos à energia mecânica de compactação no seu aspecto granulométrico. Para os solos estudados na sua totalidade, houve aumento da massa específica seca máxima para o aumento da energia de compactação, Vasconcelos Costa (1982). No entanto, não sendo o aumento uniforme para todos os solos.

Para os solos estudados, houve degradação/desagregação com o aumento da energia de compactação, no entanto, sendo a sensibilidade diferente para os diversos solos. Isto denota que o grau para o qual a partícula quebra, seja função da resistência das partículas concrecionárias. Hammond (1970) estudando alguns solos lateríticos, afirma que o grau em que o material quebra está relacionado ao teor de óxido de ferro e grau de desidratação do solo, o que é de se esperar, uma vez que a estrutura meta-estável dos solos lateríticos é devido ao óxido de ferro entre outros fatores. Isto pode explicar, em parte, o comportamento não uniforme dos solos estudados.

Pode-se concluir, portanto, que os solos lateríticos, estudados nesta pesquisa, tem sua distribuição granulométrica afetada quando submetidos a um tratamento mecânico. Existindo degradação/desagregação das partículas como consequência deste tratamento mecânico. Não tendo, no entanto, um comportamento uniforme para todos os solos, ou seja, havendo sensibilidade diferente para cada solo.



#### 4.5 - Efeito da Indução da Combinação das Energias Térmica e Mecânica

Como foi visto, os solos lateríticos estudados nesta pesquisa tem pouca sensibilidade a indução da energia térmica, no entanto apresentam uma maior sensibilidade à energia mecânica. Embora a tendência observada para influência das duas energias sejam antagônicas, existirá uma predominância da influência da energia mecânica na distribuição granulométrica. Isto porque a influência da energia mecânica na distribuição granulométrica dos solos estudados apresentou uma faixa de variação de 0% à 25%, enquanto que a influência da energia térmica nesta distribuição granulométrica apresentou uma faixa de variação dentro da repetibilidade encontrada nesta pesquisa para o ensaio granulométrico, ou seja, variação de 0% à 5%.

Assim pode-se concluir que o efeito da indução da combinação das energias térmica e mecânica na distribuição granulométrica, terá predominância do efeito da energia mecânica.

#### 4.6 - Relação Entre o Comportamento Granulométrico e a Composição Mineralógica e Química

A composição mineralógica dos solos estudados e determinada por Carvalho Borba (1981), é apresentada nas Tabelas A.V.a à A.V.h constantes do Apêndice V, sendo quartzo, goetita, hematita e anatásio os minerais mais frequentes. A caulinita é o único argilo-mineral presente.

Existe limitação em se explicar o comportamento dos solos utilizando somente a composição mineralógica uma vez que essa determinação mostra que as frações dos solos estudados apresentam composição semelhantes.

A composição química dos solos é apresentada nas Tabelas A.V.i à A.V.p, constantes do Apêndice V. A Tabela A.V.q, constante do Apêndice V, apresenta a relação  $SiO_2/R_2O_3$  referente à fração tamanho argila. Como se observa, os solos utiliza

dos nesta pesquisa e baseando-se na classificação de Winterkorn et al. (1951), são classificados como solos lateríticos, com exceção dos solos ARPB e GIPI, que são classificados como não lateríticos.

Observa-se que os elementos Si, Fe e Al, considerados os constituintes básicos do processo de laterização, são em realidade os que apresentam os maiores percentuais na composição dos solos estudados. Os outros elementos tais como: Ti, Mg, Ca, K, Na e Mn, representam uma parcela mínima na composição dos solos. As Tabelas A.V.i à A.V.p constantes do Apêndice V, mostram que os solos JPPB, SPPB, MAPA e MOPA, tem percentuais de incidência de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  bastante próximos mas, no entanto, apresentam comportamento granulométrico diferentes após tratamento com os níveis de energia térmica e mecânica utilizados. Os solos SLMA e CTPB apresentam comportamento e percentuais de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  bastante próximos. O solo MAPA tem comportamento granulométrico idêntico a CTPB e SLMA e no entanto apresenta composição química diferente. Desta maneira vê-se o caráter complexo dos solos lateríticos, apesar de se saber que a composição química pode influenciar determinadas propriedades destes solos. Para os solos estudados não foi possível distinguir/mostrar uma relação nítida entre o comportamento granulométrico e a composição química, isto, provavelmente, devido a faixa de variação da composição química ser estreita em relação a faixa de variação da repetibilidade/variação do ensaio granulométrico.

Outro aspecto dos solos lateríticos que poderia influenciar o seu comportamento granulométrico quando sujeitos aos diversos níveis de energia térmica e mecânica utilizados, é o teor de matéria orgânica, no entanto, os solos estudados apresentam um baixo teor de matéria orgânica, variando de 0,56% à 1,41%. Estes valores estão apresentados na Tabela A.V.r constante do Apêndice V. Desta maneira devido aos baixos teores e a pequena faixa de variação desses teores de matéria orgânica (0,56% à 1,41%), não se conseguiu uma relação ou um agrupamento de comportamento granulométrico dos solos estudados e seus teores de matéria orgânica.

Com relação ao pH, apresentados na Tabela A.V.s constante do Apêndice V, observa-se uma faixa estreita de variação (para a maioria dos solos estudados é de 3,75 à 4,80) e portanto não se conseguindo uma correlação com o comportamento granulométrico.

Finalmente os constituintes amorfos, em termos de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$  apresentados na Tabela A.V.t constante do Apêndice V. O percentual de  $\text{SiO}_2$  amorfo varia de 6,50% à 15,17% enquanto  $\text{Al}_2\text{O}_3$  amorfo apresenta valores de 2,52% à 9,28% e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  amorfo de 0,30% à 4,20%. E desta maneira são em uma quantidade considerável. De acordo com a bibliografia, Queiroz de Carvalho (1979 e 1981), é de se esperar que estes constituintes amorfos contribua para agregação/cimentação das partículas. Portanto o comportamento granulométrico dos solos estudados quando submetidos a diferentes níveis de energia térmica e mecânica, provavelmente terá alguma relação com os constituintes amorfos. Procurou-se relacionar os constituintes amorfos com o comportamento granulométrico dos solos, quando submetidos aos diferentes níveis de energia térmica e mecânica, não se encontrando no entanto, uma correlação nítida, isto, provavelmente, devido a faixa de variação das influências ser estreita em relação a faixa de variação do ensaio granulométrico, que foi de 0% à 5%, encontrada para esta pesquisa. Por exemplo, os solos JPPB e MAPA apresentam percentuais de constituintes amorfos muito próximos (JPPB:  $\text{SiO}_2 = 11,6\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 7,15\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,1\%$ ; MAPA:  $\text{SiO}_2 = 13,91\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 8,0\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,25\%$ ) e, no entanto, apresentam comportamento granulométrico diferente (Tabelas 4.3.a e 4.4.a), outro exemplo seria os solos ARPB e CTPB que também apresentam comportamento granulométrico diferente (Tabelas 4.3.a e 4.4.a) e, no entanto, tem percentuais de constituintes amorfos com valores bastante próximos (ARPB:  $\text{SiO}_2 = 10,3\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 4,32\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,49\%$ ; CTPB:  $\text{SiO}_2 = 12,2\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 4,17\%$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,80\%$ ).

Desta maneira, nesta pesquisa, não foi possível, a luz dos dados disponíveis se chegar a uma relação nítida entre a composição química e mineralógica e o comportamento granulométrico dos solos estudados, quando submetidos aos diferentes níveis de energia térmica e mecânica utilizados.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitiram concluir que:

1. Com relação a Metodologia.

A metodologia empregada, com as adaptações introduzidas, mostrou-se adequada aos tipos de solos estudados, uma vez que a variação (repetibilidade) encontrada situou-se dentro de uma faixa estreita de variação, aceitável do ponto de vista de engenharia civil.

2. Com relação ao Efeito da Energia Térmica.

O aumento ou indução da energia térmica causou uma diminuição no teor de finos da distribuição granulométrica dos solos, sendo que a maioria dos solos apresentaram uma diminuição de até 5%. No entanto as frações fina dos solos JPPB, ARPB e GIPI e as frações graúda dos solos SPPB e VGMA, apresentaram diminuições de 5% à 10%.

3. Com relação ao Efeito da Energia Mecânica.

O aumento da indução da energia mecânica causou um aumento no teor de finos da distribuição granulométrica dos solos, sendo que as frações fina dos solos CTPB, CAPI, SLMA, MAPA, PIPI, BUPI e VGMA, e

as gráuda dos solos CTPB, TEPB, SLMA, MAPA, MOPA, BUPI e VGMA, apresentaram um aumento de até 5%. No entanto as frações fina dos solos JPPB, SPPB, GIPI, MOPA, TEPI, VSMA e PDMA, e as frações gráuda dos solos JPPB, ARPB, CAPI, GIPI, PIPI, TEPI e VSMA, apresentaram aumento de finos de 5% à 15%. E as frações finas dos solos ARPB e TEPB, e as frações gráuda dos solos SPPB e PDMA, apresentaram aumento de 15% à 25%.

4. Com relação ao Efeito Combinado das Energias Térmica e Mecânica.

A indução das energias térmica e mecânica combinadas, na distribuição granulométrica, mostrou que existe uma predominancia do efeito da energia mecânica.

5. Com relação ao comportamento granulometria e as principais propriedades químicas e mineralógicas. Não obteve-se uma relação nítida entre a composição química e mineralógica e o comportamento granulométrico dos solos estudados, quando submetidos aos diferentes níveis de energia térmica e mecânica utilizados.

Estas conclusões referem-se aos resultados obtidos com os solos estudados nesta pesquisa e são, portanto, limitadas, não devendo ser extrapoladas indiscriminadamente para outros solos.

## CAPÍTULO VI

### SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Com base nos resultados obtidos e visando responder a algumas interrogações surgidas nesta pesquisa, sugere-se:

1. Estudar a influência do defloculante, qualitativamente e quantitativamente, na distribuição granulométrica dos solos lateríticos.
2. Determinar outros parâmetros dos solos, visando conseguir uma relação nítida com os efeitos das energias térmica e mecânica na distribuição granulométrica dos solos lateríticos.
3. Estender este estudo a outras ocorrências de solos lateríticos, comparando os resultados com os obtidos nesta pesquisa.

## BIBLIOGRAFIA

- BRITISH STANDARD BS 1377:1975. Methods of Testing Soils for Civil Engineering Purposes, London, 143p.
- BHATIA, H.S. and HAMMOND, A.A., 1970, Durability and Strength Properties of Laterite Aggregates of Ghana, Project Rept. 9, Building and Road Research Institute, Kumasi, Ghana, 15 p.
- CARVALHO BORBA, S., 1981, Estudo das Propriedades Químicas e Mineralógicas de Solos Vermelhos Tropicais do Norte e Nordeste do Brasil, Tese M.Sc., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 149p.
- COLEMAN, J.D., FARRAR, D.M. and MARSH, A.D., 1964, The Moisture Characteristics, Compostion and Structural Analysis of a Red Clay Soil from Nyeri, Kenya, Geotechnique, 14:3, pp.262-274
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL, 1974, Levantamento de Recursos Naturais, Projeto RADAM, Brasil.
- DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem), 1977, Materiais para Obras Rodoviárias, Métodos e Instruções de Ensaio, Brasil.
- FLORENTIN, J., L'HERITEAU, G. and FARHI, M., 1957 Etude de Quelques Propriétés Physico - Mécaniques d'Echantillons de Laterites Eluviales, Proc. 4th Int. Conf. Soils Mech. Found. Eng., London, Vol. 1, pp. 28-31.
- GALVÃO, M.V., 1976, Regiões Bioclimáticas do Brasil, Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, Brasil.
- GIDIGASU, M.D., 1971, A Contribution to the Study of the Physicochemical Implications of Tropical Weathering and Lateritisation. Jour. Southeast Asian Society of Soil Engineering, Vol. 2, pp. 131-149.

- GIDIGASU, M.D. and Yeboa, S.L., 1972, Significance of Pretesting Preparations in Evaluating Index Properties of Laterite Materials, Highway Res. Rec. nº 405, pp. 105-116.
- GIDIGASU, M.D., 1974, Identification of Problem Laterite Soils in Highway Engineering: A Review, Transportation Research Record, Washington, pp. 96-111.
- GIDIGASU, M.D., 1974a, Degree of Weathering in the Identification of Laterite Materials for Engineering Purposes - a Review, Eng. Geol., 8, Amsterdam, pp. 213-266.
- GRAFT-JONHSON, J.W.S., BHATIA, H.S. and HAMMOND, A.A., 1972, Lateritic Gravel Evaluation for Road Construction, Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division American Society of Civil Engineers, 98, pp. 1245-1265.
- GRANT, K. and AITCHISON, G.D., 1970, The Engineering Significance of Silcrete and Ferricrete in Austrália. Eng. Geol., Amsterdam, Vol. 4, pp. 93-120.
- HAMMOND, A.A., 1970, A Study of the Engineering Properties of Some Lateritic Gravels From Kumasi District, Project Rept. SM5, Building and Road Research Institute, Kumasi, Ghana, 17 p.
- HASHIMOTO, I. and JACKSON, M.L., 1960, Rapid Dissolution of Allophane and Kaolinite-Halloysite After Dehydration, Clays and Clay Minerals, Proc. 7th National Conf. on Clays and Clay Minerals, Vol. 7, Pergamon Press, New York, pp. 102-113.
- LAMBE, T.W., 1967, Soil Testing for Engineers. John Wiley, New York, pp. 15-43.
- LNEC (Lisboa), L.E.A. (Luanda), L.E.M.M.S. (Lourenço Marques), 1959, As Lateritas do Ultramar Português, Memória nº 141, 157 p.



LUCENA, F.B., 1976, A Natureza e Propriedades de Solos Vermelhos do Estado da Paraíba, Tese M.Sc., UFRj, 194p.

LYON ASSOCIATES INC. AND BRAZILIAN NATIONAL HIGHWAY DEPARTMENT BY W.J. MORIN and PETER C. TODOR, 1975, Laterite and Lateritic Soils and Other Problem Soils of the Tropics, Vol. I, 369 p.

MALOMO, S.S., 1974, Engineering Characteristics of Laterites, M.Sc. Thesis, Department of Earth Sciences, University of Leeds, England, 89p.

MEIRELES, J.M.F., 1971, Mechanical Effect on Geotechnical Properties of Lateritic Soils, Fifth Regional Conference for Africa on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Luanda, Angola, 3 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA e SUDENE, 1972, Levantamento Exploratório Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba, Boletim Técnico nº 15, Série Edafologia nº 8, Rio de Janeiro, Brasil

MONTEIRO VASCONCELOS, E., 1972, Study of Laterite Soils, Purdue University, p.32.

NEWILL, D., 1961, A Laboratory Investigation of Two Red Clays From Kenya, Geotechnique, London, Vol. 2, pp. 308-318.

NIXON, L.K. and SKIPP, B.O., 1957, Airfield Construction on Overseas Soils: Part 5-Laterite. Proc. Institution of Civil Engineering, London, Vol. 8, pp. 253-292.

NOVAIS FERREIRA, H. and MEIRELES, J.M.F., 1972, Influência nas Propriedades Geotécnicas de Solos Lateríticos, do Umedecimento e da Temperatura, Laboratório de Engenharia de Angola, Publicação nº 164, Luanda, pp. 251-259.

- QUEIROZ DE CARVALHO, J.B., 1979, Soil Properties Affecting the Lime Stabilization of Red Tropical Soils from North-East Brazil, Ph.D. Tesis, Universidade de Leeds, Inglaterra, 344p
- QUEIROZ DE CARVALHO, J.B., 1979a, Um Método Simples para Avaliar a Reatividade à Cal dos Solos Vermelhos Tropicais, Anais do VI Congresso Panamericano de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Lima, Perú, Vol. II, pg. 495-501
- QUEIROZ DE CARVALHO, J.B., 1981, Amorphous Materials and Lime Stabilized Soils, Anais do X Congresso Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, Estocolmo, Suécia, V. III, pg. 761-764
- SUDENE, 1974a, Capacidade de Uso das Terras, Série Edafologia, nº 4, Recife, Brasil.
- SUDENE, 1974b, Departamento de Solos, Mapa de Regiões Bioclimáticas e Mapa de Isoietas, Recife, Brasil.
- SUDENE, 1977, Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, Recife, Brasil.
- TATEISHI, H., 1967, Basic Engineering Characteristics of High Moisture Tropical Soils, Proc. W.A.S.H.O. Conf., Honolulu, 19p.
- TERZAGHI, K., 1958, Design and Performance of Sasumua Dam, Proc. Institution of Civil Engineers, London, Vol. 9, pp. 369-395.
- TOWNSEND, F.C., MANKE, G.P. and PARCHER, J.V., 1969, Effect of Remolding on the Properties of a Lateritic Soils, Highway Research Record 284, pp. 76-84.
- TOWNSEND, F.C., MANKE, P.G. and PARCHER, J.V., 1971, The Influence of Sesquioxides on Lateritic Soil Properties, H. R.B. nº 374, pp. 80-92.

- TOWNSEND, F.C. and REED, L.W., 1971a, Effects of Amorphous Constituents on Some Mineralogical and Chemical Properties of a Panamerican Latosol, Clays and Clay Minerals, Vol. 19, pp. 303-310.
- VALLERGA, B.A., SHUSTER, J.A., LOVE, A.L. and VAN TIL, C.J., 1969, Engineering Study of Laterite and Lateritic Soils in Connection With Construction of Roads, Highways and Airfields, U.S. Agency for International Development, 165 pp.
- VASCONCELOS COSTA, C.R., 1982, Variação do Ensaio Índice de Suporte Califórnia (CBR) com e sem Imersão e sua Relação com Mudanças de Energias Térmicas e Mecânicas, Tese M.Sc., Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Brasil, à Publicar.
- WALLACE, K.B., 1973, Structural Behaviour of Residual Soil of the Continually Wet Highlands of Papua New Guinea, Geotechnique, Vol. 23 nº 2, London, pp. 203-218.
- WILLIS, E.A., 1947, Discussion of "A Study of Lateritic Soils" by Fruhauf, B., HRB Proc., Vol. 26, pp. 589-590.
- WINTERKORN, H.F., 1939, Macromeritic Liquids ASTM.
- WINTERKORN, H.F., and CHANDRASEKHARAN, E.C., 1951, Laterite Soils and Their Stabilization, HRB Bull. 44, pp. 10-29.

## APÊNDICE I

MÉTODO PARA A DETERMINAÇÃO DA  
DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA

## APÊNDICE 1

## DETERMINAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA

## Método de Peneiramento Úmido

## 1 - Introdução

Esse método abrange a determinação quantitativa dos tamanhos das partículas em um solo até fração areia fina.

O processo envolve o peneiramento com lavagem contínua através das peneiras, para remover as partículas de tamanho silte e argila.

## 2 - Aparelhagem

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) Peneiras de 75-50-38-25-19-9,5-4,8-2,0-1,2-0,6-0,42 0,30-0,15 e 0,074mm, de acordo com as especificações "Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos" ABNT EB-22R
- b) Balança com capacidade de 5 kg, sensível a 0,1 g
- c) Balança com capacidade de 200 g, sensível a 0,01 g
- d) Quarteador de Amostra
- e) Uma estufa controlada termostaticamente capaz de manter a temperatura de 105<sup>o</sup>C a 110<sup>o</sup>C
- f) Cápsulas, com capacidade para 300 ml
- g) Bandeja, com no mínimo 300 mm de diâmetro
- h) Bandejas ou Bacias, impermeáveis de metal ou plástico, com capacidade mínima de 10 litros
- i) Escovas de peneiras
- j) Hexametáfosfato de sódio
- l) Tubos de borracha de 10 mm de diâmetro.

## 3 - Processo

O processo é o seguinte:

- 3.1 - A amostra seca ao ar, será quarteada, até se obter uma amostra com cerca de 1000 g e pesada com precisão de 0,1 g ( $m_1$ )
- 3.2 - Determina-se a umidade higroscópica do material, pela fórmula:

$$h = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100, \text{ em que:}$$

h - teor de umidade, em porcentagem

$P_h$  - peso do material úmido

$P_s$  - Peso do material seco em estufa a  $105^{\circ} - 110^{\circ}\text{C}$  até constância de peso: Fazem-se as pesagens com a aproximação de 0,01 g

- 3.3 - A amostra, como obtida no item 3.1 será então espalhada numa bandeja ou numa bacia e coberta com água. Será adicionado Hexametáfosfato de Sódio na proporção de 2 g/litro de água e então será mexido bem para molhar o solo. O solo será deixado em imersão por uma hora nessa solução sendo mexido frequentemente.
- 3.4 - O material será colocado, na peneira de maior abertura da série e então será estabelecido uma corrente de água através das peneiras colocada uma sobre a outra, sendo coletada, depois da última peneira, tudo que passar, ou seja, água mais solo, para ser usado na sedimentação. A lavagem estará concluída quando a água que passar na última peneira estiver virtualmente limpa.

Todo o material retido nas peneiras será secado em estufa a  $105^{\circ}$  a  $110^{\circ}\text{C}$ .

Após a secagem a quantidade retida em cada peneira será pesada e registrada.

- 3.5 - A massa do material retido em cada uma das peneiras,

será calculada como uma percentagem do peso da amostra total seca ( $m_2$ ), calculada como a seguir

$$m_2 = m_1 \times \frac{100}{100 + h}, \quad \text{onde}$$

$m_2$  = peso da amostra total seca

$m_1$  = peso da amostra total úmida

$h$  = teor de umidade; em percentagem

Calcula-se as percentagens acumuladas do peso que passa em cada uma das peneiras.

3.6 - Os resultados obtidos serão apresentados em um gráfico semi-logaritmico, onde os diâmetros são representados no eixo horizontal em escala logaritmica e as ordenadas em escala decimal representando as percentagens acumuladas do peso passando em cada peneira. Poderá ser apresentado ainda em tabelas.

Nota 1 - A escolha das peneiras a ser usada no ensaio devem cobrir adequadamente os vários tamanhos das partículas contidas no solo a ser ensaiado, não sendo necessário o uso de toda a série normal de peneiras.

## APÊNDICE II

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DOS  
SOLOS ESTUDADOS (MÉTODO DNER)



SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm)				PERCENTAGEM PASSANDO				
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
JPPB	25	S/TRAT.	100,0	78,8	68,3	62,3	52,4	38,4	27,8	24,2	20,6
			100,0	78,7	69,5	63,6	54,2	40,7	30,4	26,8	23,1
			100,0	83,4	75,0	68,5	57,8	42,9	31,7	28,3	24,3
SPPB	25	S/TRAT.	100,0	74,5	58,5	49,1	44,3	34,1	26,7	22,2	18,4
			100,0	76,0	58,9	49,3	44,3	34,8	27,2	22,2	18,9
			100,0	70,6	52,6	44,4	39,8	31,4	24,9	20,4	17,0
ARPB	25	S/TRAT.	100,0	85,0	71,5	63,2	54,9	46,6	40,9	37,0	33,0
			100,0	83,9	70,2	61,1	52,4	44,5	39,5	35,2	31,9
			100,0	87,2	71,2	61,3	52,5	44,8	39,1	35,3	32,5
CTPB	25	S/TRAT.	100,0	84,0	70,6	58,6	49,9	38,4	28,5	25,1	22,2
			100,0	82,8	67,5	53,8	43,5	34,1	25,3	21,7	19,5
			100,0	78,9	64,7	51,1	43,1	33,1	25,7	22,3	20,4
TEPB	25	S/TRAT.	100,0	99,1	96,8	93,9	87,7	73,1	65,0	55,3	46,2
			100,0	99,6	97,4	94,3	88,1	74,9	65,2	55,5	47,9
			100,0	99,4	96,9	94,1	88,3	74,1	65,1	53,8	47,8
CAPI	25	S/TRAT.	100,0	91,6	78,4	67,9	62,3	40,7	27,4	20,6	17,6
			100,0	84,2	68,2	57,2	49,4	32,2	22,1	16,4	13,9
			100,0	84,7	67,5	57,5	51,1	33,2	23,2	17,4	14,9
GIPI	25	S/TRAT.	100,0	90,2	82,4	80,5	80,1	79,1	65,6	29,5	8,6
			100,0	92,8	86,5	84,7	84,3	83,0	69,0	23,7	8,7
			100,0	93,1	88,8	87,8	87,4	85,8	70,0	27,0	9,3
SLMA	25	S/TRAT.	100,0	83,6	72,9	66,1	59,4	25,4	12,7	9,4	7,1
			100,0	81,0	70,0	63,7	56,9	24,4	13,3	9,1	7,4
			100,0	79,9	68,8	63,2	57,2	24,1	13,2	9,0	6,8

Tabela A.II.a - Distribuição Granulométrica - Método DNER.

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm)				PERCENTAGEM PASSANDO				
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
MAPA	25	S/TRAT.	100,0	88,6	70,8	58,3	51,7	38,4	28,4	24,4	22,1
			100,0	85,8	66,7	53,0	45,1	33,9	25,4	21,3	19,5
			100,0	87,1	68,5	56,2	49,0	36,4	27,4	23,1	21,1
MOPA	25	S/TRAT.	100,0	86,0	77,7	72,8	70,6	55,5	42,1	39,7	35,9
			100,0	83,0	73,4	67,7	65,6	51,7	40,5	37,1	34,5
			100,0	81,9	70,2	65,0	63,0	49,6	38,9	35,1	32,6
PIPI	25	S/TRAT.	100,0	88,3	62,3	45,8	39,9	28,7	15,4	10,5	8,8
			100,0	82,5	54,0	37,7	32,1	22,8	13,3	8,3	7,0
			100,0	85,1	50,3	32,8	28,1	20,0	12,1	7,2	6,1
TEPI	25	S/TRAT.	100,0	94,6	90,0	86,7	83,0	57,2	46,7	39,2	33,5
			100,0	95,3	89,7	85,9	82,6	56,4	47,0	38,9	33,2
			100,0	92,9	88,5	85,4	81,8	56,2	46,0	39,4	33,0
BUPI	25	S/TRAT.	100,0	90,7	81,5	74,7	72,0	50,2	32,8	22,2	17,9
			100,0	90,0	80,3	73,4	71,4	49,0	33,3	21,1	17,0
			100,0	89,7	80,0	74,0	71,5	51,1	32,5	20,1	15,9
PDMA	25	S/TRAT.	100,0	89,7	74,8	60,0	53,1	43,1	36,0	28,4	23,7
			100,0	87,8	74,2	61,5	54,6	44,2	35,9	28,6	24,3
			100,0	88,5	70,2	57,8	51,2	42,1	34,3	27,9	23,3
VSMA	25	S/TRAT.	100,0	85,5	73,2	66,3	62,8	40,2	28,1	22,5	20,3
			100,0	79,7	66,4	59,7	56,2	36,2	25,3	19,8	17,3
			100,0	82,4	66,7	59,6	56,4	35,8	25,2	19,8	17,7
VGMA	25	S/TRAT.	100,0	89,6	69,4	53,2	48,7	41,9	27,7	19,8	16,6
			100,0	86,7	68,0	52,2	47,4	40,8	27,2	19,4	16,3
			100,0	92,3	73,4	56,5	51,3	43,8	30,4	21,0	17,6

Tabela A.II.b - Distribuição Granulométrica - Método DNER.

## APÊNDICE III

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DOS  
SOLOS ESTUDADOS (MÉTODO B.S. MODIFICADO)

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) - % PASSANDO								
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
JPPB	25	S/TRAT.	100,0	91,6	80,3	62,5	45,8	18,8	16,7	14,3	11,5
			100,0	90,4	76,0	60,0	45,4	22,6	16,8	14,4	11,5
			100,0	89,0	76,7	63,5	46,6	25,6	17,1	14,0	11,5
		PN	100,0	96,9	88,0	73,1	53,6	31,4	26,4	20,6	17,8
			100,0	94,1	86,4	73,3	52,6	30,8	26,5	22,4	18,8
			100,0	93,8	84,9	72,5	52,2	30,7	26,4	21,6	18,8
		PI	100,0	91,1	83,5	69,8	50,9	30,9	23,8	19,8	15,7
			100,0	90,0	81,3	68,1	49,7	29,7	23,8	20,6	15,8
			100,0	90,4	79,7	66,8	48,5	28,9	22,1	20,5	14,1
	PM	100,0	95,5	89,0	77,4	57,6	35,5	28,8	23,2	20,3	
		100,0	97,1	89,6	78,5	58,9	36,7	26,8	23,0	18,8	
		100,0	96,6	90,5	77,9	57,3	34,9	27,8	24,0	19,4	
	60	PN	100,0	87,6	74,2	61,4	42,9	24,0	21,1	17,4	13,3
			100,0	88,2	74,4	61,9	44,0	25,1	20,2	17,0	11,3
			100,0	88,4	76,6	63,4	45,0	26,3	20,4	14,9	11,3
		PI	100,0	95,3	86,4	74,2	55,4	35,1	28,3	23,7	20,3
			100,0	94,4	85,7	73,8	54,2	34,5	27,2	23,5	18,4
			100,0	94,0	85,9	73,5	55,3	35,3	28,5	25,5	20,3
		PM	100,0	94,9	88,3	77,0	57,1	35,0	27,2	22,7	18,8
			100,0	94,9	88,9	77,6	57,5	35,9	27,4	23,9	19,7
			100,0	93,3	86,2	74,0	54,2	33,3	26,3	21,9	17,9
	110	PN	100,0	91,8	81,2	68,8	46,9	26,7	20,2	11,6	8,7
			100,0	91,3	80,5	67,5	45,6	24,1	20,4	16,2	14,4
			100,0	90,6	79,6	67,7	46,2	25,7	19,6	13,3	8,0
		PI	100,0	93,7	86,4	76,2	54,9	33,0	22,4	18,6	13,6
			100,0	94,4	86,0	75,9	53,8	35,4	22,2	15,7	12,0
			100,0	94,0	86,4	75,2	53,9	31,8	22,5	18,9	14,6
PM		100,0	94,1	86,9	76,6	54,7	31,9	22,4	15,8	10,4	
		100,0	94,0	87,3	76,3	53,8	30,7	22,9	16,6	12,1	
		100,0	95,0	87,7	77,1	55,6	32,5	21,7	13,3	10,2	

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.a - Distribuição Granulométrica do Solo JPPB (Método B.S. Modificado).

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) - % PASSANDO									
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002	
SPPB	25	S/TRAT.	100,0	78,2	64,3	49,1	30,1	-	12,5	8,7	6,7	
			100,0	87,2	70,9	50,6	34,0	17,5	12,6	8,1	6,7	
			100,0	85,4	68,9	51,1	33,1	14,5	12,6	9,9	7,6	
		PN	100,0	84,2	72,5	62,9	48,8	26,8	20,8	15,7	12,8	
			100,0	86,1	75,6	65,6	50,7	28,8	16,6	10,9	8,0	
			100,0	91,2	74,7	67,8	52,6	29,5	20,5	12,5	8,0	
		PI	100,0	89,3	78,7	70,2	55,1	28,8	21,1	16,0	11,1	
			100,0	83,1	73,9	63,8	51,1	26,1	22,0	19,1	14,9	
			100,0	87,6	78,4	68,3	54,3	26,8	22,6	17,4	13,5	
		PM	100,0	83,1	72,0	65,2	54,0	42,5	18,5	15,1	11,7	
			100,0	86,4	76,1	68,2	56,4	28,2	17,4	13,0	10,2	
			100,0	85,0	75,3	68,1	42,7	-	19,2	15,5	12,3	
	60	PN	100,0	85,9	74,6	63,0	46,1	23,2	15,9	10,9	9,3	
			100,0	81,4	69,4	58,9	43,7	21,8	16,3	13,4	11,2	
			100,0	83,4	70,8	60,8	45,2	22,5	16,5	12,2	10,8	
			PI	100,0	81,9	71,1	60,2	46,3	24,2	17,3	11,9	10,0
				100,0	83,3	70,9	62,1	47,9	25,2	18,8	12,7	11,4
				100,0	83,4	72,2	63,1	48,2	25,0	18,7	11,9	10,7
		PM	100,0	84,5	72,8	65,8	53,6	29,7	20,1	12,9	11,1	
			100,0	83,3	72,1	64,5	51,9	28,6	20,2	15,6	11,9	
			100,0	84,5	73,8	66,5	54,2	32,4	21,3	16,4	14,3	
		110	PN	100,0	85,3	74,5	63,2	43,1	18,2	13,7	9,9	8,7
				100,0	85,8	74,8	63,0	42,8	18,7	13,3	10,1	8,3
				100,0	85,8	74,1	62,5	42,7	17,6	13,7	7,9	6,7
PI	100,0			80,3	68,2	59,0	43,3	21,1	19,1	14,3	10,2	
	100,0			83,1	71,3	61,7	45,7	22,4	19,3	15,7	11,4	
	100,0			81,9	69,4	59,4	43,1	19,6	19,1	11,9	10,2	
PM	100,0		82,7	71,6	63,7	49,6	26,9	23,1	17,3	13,7		
	100,0		81,5	70,2	61,6	48,3	26,2	22,8	15,4	12,3		
	100,0		82,3	70,5	62,3	47,8	25,0	23,1	16,6	13,0		

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.b - Distribuição Granulométrica do Solo SPPB (Método B.S. Modificado).

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) - % PASSANDO									
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002	
ARPB	25	S/TRAT.	100,0	87,5	71,9	51,7	38,3	23,7	15,5	13,1	11,3	
			100,0	86,0	69,1	53,3	35,4	18,1	15,5	13,1	11,3	
			100,0	85,2	70,3	53,3	37,7	18,0	15,0	13,0	11,4	
		PN	100,0	83,5	64,2	48,5	28,5	-	26,7	23,6	22,0	
			100,0	85,4	68,2	50,4	39,5	28,7	27,5	24,2	21,8	
			100,0	86,7	67,4	50,2	40,0	29,0	25,9	22,6	20,4	
		PI	100,0	85,8	67,2	50,3	38,5	26,7	24,2	20,8	19,5	
			100,0	86,5	68,6	53,8	41,5	28,8	20,8	16,1	15,1	
			100,0	90,9	76,4	57,8	44,7	30,4	25,2	21,9	20,5	
		PM	100,0	89,4	73,9	57,5	47,4	37,0	27,8	22,8	19,6	
			100,0	86,9	71,9	55,0	44,4	34,2	30,2	26,2	23,6	
			100,0	89,9	74,4	58,7	48,3	37,6	29,0	24,0	21,2	
	60	PN	100,0	83,5	67,2	52,7	39,4	23,8	19,3	17,1	15,6	
			100,0	86,5	67,7	52,1	38,3	21,8	19,2	16,7	15,1	
			100,0	87,3	70,2	55,0	41,4	23,9	18,7	16,5	15,0	
			PI	100,0	89,8	75,9	62,5	49,0	24,5	27,5	23,1	20,5
				100,0	90,9	77,2	64,3	50,3	34,8	27,5	23,8	21,1
				100,0	86,3	71,5	58,6	45,8	32,1	27,7	24,9	21,4
		PM	100,0	89,7	73,8	60,7	47,6	35,6	30,4	28,0	24,5	
			100,0	90,0	74,7	60,7	48,4	36,0	28,0	23,3	20,4	
			100,0	90,1	75,1	60,5	47,9	35,6	31,3	28,2	24,7	
		110	PN	100,0	84,6	66,5	51,1	35,3	18,7	15,2	13,7	11,0
				100,0	83,3	66,0	50,6	34,8	18,5	16,0	13,8	12,5
				100,0	84,0	65,5	49,3	33,4	17,6	15,2	12,7	11,0
PI	100,0		90,0	72,1	57,5	41,8	24,2	19,0	15,2	12,3		
	100,0		90,6	71,4	56,2	39,5	21,6	20,3	16,7	14,9		
	100,0		89,6	70,8	55,4	40,0	23,1	19,8	15,8	13,1		
PM	100,0		91,9	78,5	65,9	47,7	25,6	22,4	19,4	16,5		
	100,0		93,1	81,0	68,1	49,4	25,6	20,8	16,5	13,3		
	100,0		92,9	80,3	67,4	48,1	24,1	21,7	18,9	16,0		

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.c - Distribuição Granulométrica do Solo ARPB (Método B.S. Modificado).

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) - % PASSANDO									
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002	
CTPB	25	S/TRAT.	100,0	91,1	76,2	56,5	43,4	21,4	16,5	12,9	10,7	
			100,0	94,6	84,6	69,9	51,1	24,0	17,0	13,5	10,7	
			100,0	88,6	76,8	58,9	43,5	18,8	17,0	12,1	10,9	
		PN	100,0	86,1	70,4	52,3	40,1	25,1	19,1	15,6	13,9	
			100,0	89,4	72,1	52,7	38,6	21,8	16,9	13,2	10,2	
			100,0	89,1	73,5	52,6	40,2	23,8	15,0	11,7	9,7	
		PI	100,0	87,8	71,8	52,7	41,1	26,3	21,1	18,1	14,2	
			100,0	89,9	72,7	54,4	41,9	26,5	20,3	17,3	13,9	
			100,0	88,8	73,3	55,6	42,6	26,5	18,7	12,9	10,2	
		PM	100,0	93,0	78,1	62,3	48,5	31,1	22,1	18,7	16,0	
			100,0	93,2	77,2	60,1	45,2	25,7	22,6	16,6	14,3	
			100,0	91,1	78,1	61,7	47,3	29,0	20,0	14,9	11,9	
	60	PN	100,0	88,9	69,8	51,1	39,1	24,0	18,1	13,4	11,3	
			100,0	88,0	68,7	50,1	27,4	22,4	17,6	13,5	11,9	
			100,0	88,4	69,4	50,6	38,7	24,6	18,1	14,0	11,5	
			100,0	90,4	72,3	55,5	43,1	27,9	19,5	12,3	9,2	
			100,0	89,4	70,1	55,3	42,9	28,1	22,2	18,0	14,7	
			100,0	90,1	71,3	54,7	42,5	27,5	18,9	12,1	10,0	
		PI	100,0	92,9	79,2	63,1	48,5	23,0	25,1	19,9	17,4	
			100,0	92,8	78,5	61,8	47,7	31,9	24,7	18,8	13,1	
			100,0	93,1	79,1	62,3	48,8	33,3	24,2	16,3	14,3	
		110	PN	100,0	89,2	74,7	57,4	42,0	22,6	17,3	14,3	12,1
				100,0	89,9	74,6	57,7	42,8	23,1	17,7	14,7	13,3
				100,0	89,8	74,3	56,8	41,6	22,3	17,3	14,4	12,9
100,0	92,4			76,9	59,7	45,8	27,9	21,5	18,6	15,5		
100,0	92,2			76,5	59,8	45,4	27,5	18,9	14,5	11,5		
100,0	91,5			75,6	58,2	43,6	25,5	20,8	16,2	13,9		
PI	100,0		94,0	82,1	67,2	53,2	34,7	27,0	22,6	18,7		
	100,0		94,3	83,0	68,2	54,2	36,3	30,6	25,5	22,6		
	100,0		94,6	83,0	67,9	52,9	34,7	28,2	22,4	20,0		

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.d - Distribuição Granulométrica do Solo CTPB (Método B.S. Modificado).

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Interiores  
 Coordenação Setorial de Pós-Graduação  
 Rua Aprício Veloso, 882 - Tel. (083) 321-7222-R 355  
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRA (mm) - % PASSANDO									
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002	
TEPB	25	S/TRAT.	100,0	99,4	97,0	78,4	59,9	29,7	21,5	18,2	16,4	
			100,0	99,8	97,0	85,5	54,5	30,4	19,9	18,2	14,6	
			100,0	99,7	97,9	87,0	57,7	27,7	23,2	18,2	16,7	
		PN	100,0	98,9	95,5	87,1	72,5	43,6	38,9	30,8	25,2	
			100,0	98,9	94,4	85,4	71,3	42,8	39,4	28,8	22,8	
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		PI	100,0	99,8	96,8	89,7	78,9	50,5	37,3	28,4	23,8	
			100,0	99,8	96,3	89,2	77,5	48,2	39,2	32,0	27,9	
			100,0	99,5	97,0	90,4	76,2	46,0	38,5	27,4	25,2	
		PM	100,0	99,7	97,7	93,1	83,6	52,3	45,7	34,8	29,4	
			100,0	99,8	98,0	93,2	82,9	52,1	46,0	42,3	34,3	
			100,0	99,8	98,2	92,9	81,6	50,7	46,3	39,4	33,7	
	60	PN	100,0	98,8	94,1	84,9	66,9	38,3	31,8	26,8	22,1	
			100,0	99,0	94,8	86,9	69,3	36,7	32,7	25,3	20,7	
			100,0	99,2	95,3	87,6	72,0	37,4	31,8	27,4	23,8	
			PI	100,0	99,6	96,9	91,1	75,5	35,0	28,7	22,6	17,5
				100,0	99,8	97,4	91,9	79,3	44,9	29,6	24,1	19,4
				100,0	99,1	95,1	88,8	75,2	32,5	28,5	22,6	17,5
		PM	100,0	99,7	97,0	93,7	83,6	53,7	45,2	36,3	29,4	
			100,0	99,6	97,5	93,7	82,7	52,1	43,4	31,2	27,3	
			100,0	99,7	96,7	91,8	81,5	53,2	44,9	35,4	30,6	
		110	PN	100,0	98,9	93,7	85,2	67,7	38,3	28,2	17,4	10,8
				100,0	98,6	93,3	85,0	67,7	38,7	30,3	21,3	14,8
				100,0	99,1	93,3	85,2	68,0	39,1	28,0	17,0	11,2
PI	100,0			99,4	94,9	88,6	73,5	45,7	38,6	30,6	22,8	
	100,0			99,3	95,0	88,8	73,4	45,9	35,6	23,1	16,5	
	100,0			99,5	95,1	89,1	74,0	45,6	38,1	30,6	21,6	
PM	-		100,0	97,7	93,2	82,3	54,4	42,3	27,2	21,1		
	-		100,0	97,6	93,2	82,4	53,2	44,1	36,2	30,2		
	-		100,0	97,1	93,0	82,3	55,3	43,5	30,2	22,9		

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.e - Distribuição Granulométrica do Solo TEPB (Método B.S. Modificado).



SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRA (mm) - % PASSANDO									
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002	
CAPI	25	S/TRAT.	100,0	83,0	57,3	42,2	38,4	21,9	14,9	11,2	13,5	
			100,0	80,4	57,8	45,4	39,2	22,3	14,7	11,6	9,9	
			100,0	80,7	55,5	41,7	35,7	20,0	14,7	12,4	9,7	
		PN	100,0	78,9	56,3	41,9	33,4	13,4	11,5	8,6	7,1	
			100,0	78,1	57,5	43,8	35,7	15,6	11,5	9,7	7,9	
			100,0	79,4	58,0	45,5	38,0	19,3	12,7	8,4	6,4	
		PI	100,0	86,9	66,5	53,2	45,6	23,8	17,5	14,7	11,8	
			100,0	87,1	67,2	53,1	44,7	23,5	18,3	14,5	10,4	
			100,0	86,5	67,6	54,7	47,3	26,0	17,4	13,0	11,0	
		PM	100,0	87,5	68,9	55,9	47,3	26,3	19,6	16,4	12,8	
			100,0	90,0	71,5	57,8	48,7	26,7	20,5	12,6	11,6	
			100,0	90,7	70,9	57,5	49,2	28,0	20,9	15,8	13,2	
	60	PN	100,0	83,3	59,4	45,8	37,5	28,0	22,1	16,5	12,1	
			100,0	84,7	61,9	48,1	39,2	28,5	22,5	17,3	13,8	
			100,0	84,3	61,0	47,2	38,8	29,0	22,2	16,7	14,0	
			PI	100,0	88,2	67,5	55,0	46,2	24,1	17,5	13,1	10,1
				100,0	88,3	68,1	54,8	45,6	21,8	16,8	11,0	8,8
				100,0	87,4	66,7	53,5	45,0	23,2	17,0	10,8	8,6
		PM	100,0	90,3	72,4	59,1	49,9	26,7	18,3	11,3	7,9	
			100,0	90,1	71,1	59,0	50,2	28,0	19,1	11,0	8,5	
			100,0	89,9	69,3	56,1	47,8	26,5	19,4	11,6	9,1	
		110	PN	100,0	85,7	57,8	44,5	37,2	20,1	15,2	11,2	9,1
				100,0	85,8	58,6	45,0	37,6	20,9	14,6	10,6	9,3
				100,0	85,4	57,8	44,6	37,3	30,6	14,4	11,5	10,6
PI	100,0		87,5	67,2	53,6	44,3	24,1	16,0	11,8	9,8		
	100,0		87,7	66,9	53,5	44,4	24,2	16,4	10,9	10,0		
	100,0		87,9	67,4	54,3	44,7	24,5	16,5	10,8	9,6		
PM	100,0		85,1	60,5	46,9	38,4	19,0	12,7	9,7	8,0		
	100,0		84,8	60,5	46,9	38,3	20,0	12,7	9,3	7,8		
	100,0		85,0	60,0	45,8	37,6	18,5	12,7	9,5	8,3		

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.f - Distribuição Granulométrica do Solo CAPI (Método B.S. Modificado)

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRA (mm) - % PASSANDO								
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
GIPI	25	S/TRAT.	100,0	82,6	68,6	60,8	56,0	51,2	44,1	17,8	3,8
			100,0	87,1	75,6	66,4	60,7	56,2	44,1	14,9	2,9
			100,0	87,0	74,6	65,0	56,8	51,6	47,0	12,3	4,4
		PN	100,0	94,3	88,3	79,0	73,5	68,9	59,4	21,5	11,7
			100,0	94,6	88,0	80,7	75,0	70,5	79,8	21,1	12,5
			100,0	93,8	85,6	76,1	70,6	66,7	59,8	23,4	12,1
		PI	100,0	82,5	69,8	63,6	60,6	57,8	50,3	20,5	8,7
			100,0	83,1	70,6	64,9	62,0	59,3	48,3	16,1	7,0
			100,0	83,0	70,7	66,1	63,0	60,3	47,6	20,8	7,0
	PM	100,0	87,8	77,7	71,0	67,6	64,9	52,0	15,3	6,9	
		100,0	87,5	76,2	70,4	66,5	63,2	51,6	16,4	7,6	
		100,0	88,0	76,7	70,9	67,2	64,3	52,0	17,8	7,3	
	60	PN	100,0	90,8	80,0	71,1	64,7	60,0	44,9	14,8	6,8
			100,0	90,9	81,0	72,3	65,3	60,9	38,5	13,2	5,1
			100,0	91,1	80,1	71,2	63,1	58,5	46,6	16,2	5,1
		PI	100,0	90,7	81,7	71,8	62,7	58,4	45,8	8,0	3,9
			100,0	91,2	81,6	74,4	68,0	63,3	45,8	6,3	2,5
			100,0	91,7	81,5	72,6	65,4	60,7	45,8	5,6	1,8
		PM	100,0	93,1	82,9	75,4	69,3	66,5	53,5	17,6	3,8
			100,0	92,9	83,5	76,0	70,2	67,2	52,9	16,1	5,0
			100,0	92,8	83,4	75,4	69,3	66,0	52,4	15,7	4,2
	110	PN	100,0	85,4	73,4	66,9	61,7	57,5	46,5	4,3	1,3
			100,0	85,2	74,5	68,9	64,2	60,1	45,8	5,3	3,7
			100,0	84,4	73,4	66,1	60,3	55,9	44,1	3,0	0,7
		PI	100,0	89,4	80,7	72,4	64,6	60,0	47,4	10,8	4,1
			100,0	90,0	80,3	71,5	63,5	59,1	48,8	7,8	3,4
			100,0	89,9	80,2	71,0	62,8	58,8	45,4	9,8	4,4
PM		100,0	92,3	80,1	72,2	67,6	64,1	52,7	19,8	10,6	
		100,0	92,1	80,3	72,4	67,7	64,3	53,8	19,8	8,8	
		100,0	92,3	80,2	71,8	66,6	62,9	54,1	19,8	9,5	

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.g - Distribuição Granulométrica do Solo GIPI (Método B.S. Modificado).

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRA (mm) - % PASSANDO									
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002	
SLMA	25	S/TRAT.	100,0	90,2	77,3	68,3	62,1	24,5	17,0	10,6	8,5	
			100,0	87,2	73,8	64,5	59,0	21,7	17,0	11,5	8,6	
			100,0	87,0	74,3	66,2	60,6	23,7	17,0	10,6	8,5	
		PN	100,0	86,9	74,3	66,4	60,2	21,7	13,0	9,4	6,9	
			100,0	89,0	75,8	67,7	61,1	20,9	11,9	7,4	5,7	
			100,0	86,1	73,5	65,5	59,2	21,6	12,6	8,9	7,6	
		PI	100,0	89,8	76,3	68,6	62,0	21,6	13,6	9,9	8,2	
			100,0	90,3	76,4	68,7	62,3	20,2	13,4	9,8	7,6	
			100,0	90,1	77,5	69,6	62,7	21,8	13,7	10,2	8,4	
		PM	100,0	89,4	76,8	69,3	62,9	21,9	13,7	9,9	7,6	
			100,0	88,8	76,4	69,0	62,5	21,6	16,2	10,6	8,7	
			100,0	89,4	77,1	70,1	63,7	22,6	13,7	9,2	7,6	
	60	PN	100,0	88,4	76,0	68,5	62,7	23,9	14,3	8,7	7,1	
			100,0	88,9	75,7	67,8	61,6	21,7	13,7	8,8	7,2	
			100,0	88,5	75,7	67,5	61,4	22,2	14,7	10,0	7,4	
		PI	100,0	87,9	76,3	69,6	63,6	24,1	14,3	9,8	7,7	
			100,0	87,6	75,0	67,4	61,3	19,8	12,5	10,3	8,1	
			100,0	88,3	76,2	69,1	62,9	20,6	13,9	10,7	8,7	
		PM	100,0	87,7	76,2	69,1	61,2	24,7	19,0	15,1	12,9	
			100,0	87,8	76,7	69,1	61,1	24,3	18,1	12,6	11,1	
			100,0	88,0	76,8	69,1	60,8	24,1	18,2	11,4	11,0	
		110	PN	100,0	88,1	77,5	70,3	60,8	19,0	13,3	9,1	6,7
				100,0	87,4	76,9	70,1	61,7	20,8	14,1	8,6	7,3
				100,0	87,5	76,8	70,0	61,4	19,7	14,5	8,4	6,5
PI	100,0		89,1	75,6	67,5	58,8	20,7	14,3	10,9	9,3		
	100,0		88,8	75,6	67,3	59,0	20,9	14,1	10,2	8,8		
	100,0		88,9	75,3	66,8	58,0	20,1	14,9	10,5	9,5		
PM	100,0		91,2	79,7	72,1	62,6	22,3	14,3	11,5	8,9		
	100,0		90,5	78,1	70,2	60,7	19,0	12,4	11,5	9,1		
	100,0		89,9	78,7	70,6	60,7	20,5	13,7	11,7	10,1		

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.h - Distribuição Granulométrica do Solo SLMA (Método B.S. Modificado).

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRA (mm) - % PASSANDO									
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002	
MAPA	25	S/TRAT.	100,0	89,3	65,0	46,6	38,0	-	20,9	18,5	17,8	
			100,0	87,9	63,9	47,3	40,1	24,6	20,9	18,5	17,5	
			100,0	89,6	65,1	48,4	41,3	24,5	20,9	18,1	16,6	
		PN	100,0	87,8	64,4	45,5	38,8	25,9	20,3	15,6	13,3	
			100,0	86,9	65,3	47,5	40,4	27,2	20,6	16,2	14,1	
			100,0	87,8	63,7	42,3	34,8	22,5	20,2	15,8	13,6	
		PI	100,0	89,7	69,4	49,1	41,6	28,9	22,1	18,8	16,6	
			100,0	89,6	70,7	49,7	42,2	28,8	22,4	17,6	15,8	
			100,0	89,7	71,4	49,4	42,4	28,7	22,1	18,8	16,3	
		PM	100,0	89,9	70,4	50,3	40,6	28,4	21,7	18,3	17,0	
			100,0	90,6	72,6	53,0	43,2	30,8	22,9	20,7	18,7	
			100,0	90,2	70,8	52,3	41,9	29,1	24,5	21,4	20,0	
	60	PN	100,0	93,7	76,9	58,9	49,0	28,2	22,3	17,5	15,6	
			100,0	95,0	78,2	61,0	50,8	27,7	22,6	18,8	18,8	
			100,0	93,4	76,3	59,4	48,8	27,1	22,8	17,2	15,8	
			PI	100,0	94,0	75,2	58,2	50,5	32,7	22,8	17,8	15,6
				100,0	93,9	75,8	59,9	52,1	35,3	22,4	17,7	15,4
				100,0	93,0	75,1	59,2	51,2	33,8	23,4	19,3	17,2
		PM	100,0	95,0	76,0	56,2	45,7	30,2	24,2	18,7	16,7	
			100,0	93,8	74,9	55,8	45,8	30,5	24,2	17,4	15,8	
			100,0	91,7	72,6	53,1	44,2	29,4	24,7	21,1	19,2	
		110	PN	100,0	90,1	72,5	56,5	46,7	24,2	19,5	15,8	13,4
				100,0	89,6	72,2	55,7	46,2	24,2	19,4	16,2	14,2
				100,0	90,6	73,5	56,9	47,0	24,2	19,3	15,3	12,8
PI	100,0		91,3	71,4	54,0	36,4	-	21,3	17,4	15,4		
	100,0		91,3	71,9	53,0	43,4	23,9	21,2	17,8	16,0		
	100,0		91,3	72,9	55,7	46,0	25,9	21,3	16,5	14,8		
PM	100,0		94,7	77,4	60,9	51,6	31,9	26,8	22,5	19,4		
	100,0		94,9	77,9	61,3	52,4	31,8	26,5	20,6	17,2		
	100,0		94,4	78,1	60,4	51,4	31,7	26,3	20,5	17,9		

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.i - Distribuição Granulométrica do Solo MAPA (Método B.S. Modificado).

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRA (mm) - % PASSANDO								
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
MOPA	25	S/TRAT.	100,0	91,2	80,0	73,5	67,6	47,2	36,4	26,2	21,5
			100,0	89,9	75,6	69,3	63,5	41,9	34,5	26,9	20,8
			100,0	89,0	73,8	67,6	62,7	44,2	36,9	27,2	22,3
		PN	100,0	86,4	75,1	68,7	62,7	45,7	37,8	34,1	29,9
			100,0	85,6	72,1	65,9	60,9	44,7	38,1	32,9	30,7
			100,0	85,2	70,6	65,1	59,3	43,3	38,1	32,9	30,9
		PI	100,0	92,1	81,4	76,8	70,1	50,8	43,9	39,0	35,8
			100,0	92,8	83,0	79,1	73,5	55,3	41,6	36,7	34,4
			100,0	90,4	79,5	75,4	70,4	50,4	41,6	36,7	35,2
	PM	100,0	90,2	77,3	72,8	67,3	49,7	45,6	40,8	38,6	
		100,0	92,4	81,0	75,9	71,3	52,0	44,8	39,7	38,3	
		100,0	93,8	80,5	75,8	70,4	51,3	43,9	39,7	38,3	
	60	PN	100,0	89,3	77,3	70,1	61,3	40,0	37,4	31,9	30,7
			100,0	89,5	79,3	71,9	64,9	43,8	36,9	31,9	31,4
			100,0	88,3	77,0	68,6	61,1	42,0	37,4	31,4	31,0
		PI	100,0	92,2	81,5	76,5	69,0	49,3	44,7	40,8	38,0
			100,0	91,8	81,9	77,4	70,9	50,7	44,4	39,1	35,8
			100,0	93,9	83,4	78,1	71,2	50,8	43,3	37,7	36,1
		PM	100,0	96,0	86,5	80,5	72,8	52,6	44,4	41,3	38,1
			100,0	94,4	84,9	79,3	72,7	53,2	44,1	40,7	36,9
			100,0	95,3	85,5	79,7	72,2	52,1	44,4	40,4	37,5
	110	PN	100,0	92,3	82,9	77,3	69,5	47,5	41,8	39,4	35,0
			100,0	91,4	81,9	76,3	68,4	47,3	42,3	39,7	36,8
			100,0	92,5	82,7	26,2	68,2	47,1	43,1	39,9	37,8
		PI	100,0	89,3	75,3	68,0	58,8	41,3	46,0	32,5	29,4
			100,0	89,4	75,3	67,7	58,6	41,5	36,6	32,8	29,6
			100,0	89,6	75,5	68,0	59,0	41,5	34,4	30,5	27,5
PM		100,0	94,2	82,8	76,5	67,1	46,9	39,6	34,2	31,3	
		100,0	94,7	82,3	75,6	67,7	47,0	39,6	34,4	31,3	
		100,0	94,5	82,5	76,1	67,0	47,1	38,8	39,9	29,5	

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.j - Distribuição Granulométrica do Solo MOPA (Método B.S. Modificado).

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) - % PASSANDO								
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
PIPI	25	S/TRAT.	100,0	85,4	51,4	31,3	27,9	20,9	13,6	8,6	5,8
			100,0	85,5	51,5	32,3	28,0	17,3	13,6	8,1	5,7
			100,0	84,4	53,6	34,8	31,2	23,0	13,6	8,5	6,4
		PN	100,0	81,7	52,0	34,6	30,0	17,1	12,1	7,1	5,3
			100,0	85,2	55,5	37,1	31,7	18,8	13,1	7,3	5,1
			100,0	83,3	53,0	35,6	31,0	18,4	12,4	7,2	5,4
		PI	100,0	86,2	55,9	36,7	31,2	19,4	11,9	7,2	5,1
			100,0	86,7	56,5	35,8	29,6	17,6	12,8	7,2	5,1
			100,0	87,0	57,5	37,4	31,4	19,6	11,9	7,2	5,1
	PM	100,0	92,7	68,8	48,4	40,3	23,5	15,9	6,0	4,9	
		100,0	92,8	69,4	49,4	41,0	24,9	16,8	10,9	7,9	
		100,0	92,9	69,3	50,0	42,1	26,1	16,1	9,5	7,3	
	60	PN	100,0	84,6	48,6	30,0	24,2	13,7	8,3	4,5	2,7
			100,0	83,9	48,1	28,8	23,6	13,3	9,2	5,2	3,1
			100,0	84,3	47,7	28,7	23,5	13,2	9,2	4,7	3,5
		PI	100,0	83,4	52,3	33,0	27,2	16,3	10,0	5,7	4,1
			100,0	83,6	52,9	35,1	29,2	17,9	9,6	6,0	4,3
			100,0	83,5	53,0	33,3	26,5	15,6	9,9	5,1	3,9
		PM	100,0	86,8	57,3	38,1	30,3	17,7	10,9	6,5	4,4
			100,0	86,5	66,1	46,9	39,1	26,5	10,9	6,5	4,5
			100,0	86,3	57,4	38,1	30,0	16,3	11,7	6,9	4,0
	110	PN	100,0	89,1	57,9	37,7	31,7	19,4	11,3	6,2	4,4
			100,0	89,3	58,2	38,1	31,9	19,8	11,6	6,4	3,9
			100,0	89,0	57,7	37,4	31,3	19,2	11,4	6,2	4,7
		PI	100,0	85,6	54,8	36,0	30,7	18,3	11,8	5,9	4,1
			100,0	85,6	54,9	35,8	29,9	17,9	11,3	6,5	4,8
			100,0	85,9	55,5	36,6	30,9	18,7	11,8	6,7	5,2
PM		100,0	88,3	62,2	42,7	35,6	22,0	15,4	10,7	8,8	
		100,0	89,0	62,9	43,3	36,0	21,8	14,7	8,4	7,0	
		100,0	89,1	63,3	44,2	36,8	22,8	15,1	8,4	6,7	

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.1 - Distribuição Granulométrica do Solo PIPI (Método B.S. Modificado).

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) - % PASSANDO									
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002	
TEPI	25	S/TRAT.	100,0	95,4	85,7	75,0	63,8	30,4	24,3	19,1	16,0	
			100,0	96,5	89,1	78,5	65,1	32,3	24,3	20,0	17,1	
			100,0	96,0	88,7	77,7	64,3	30,2	24,0	19,0	16,0	
		PN	100,0	91,3	84,1	76,7	66,8	36,1	28,2	19,8	16,1	
			100,0	91,9	85,0	77,6	67,3	37,3	28,2	18,8	16,1	
			100,0	92,0	85,2	77,5	67,3	37,3	28,4	20,4	18,2	
		PI	100,0	94,8	88,5	81,0	70,8	40,4	27,6	16,1	13,1	
			100,0	95,2	89,0	81,5	71,7	41,2	30,0	25,3	21,2	
			100,0	95,1	88,6	81,1	71,4	41,0	30,0	19,6	16,6	
		PM	100,0	97,0	91,1	84,4	75,6	45,0	32,9	27,0	23,3	
			100,0	97,0	91,2	84,5	75,8	45,0	35,4	25,2	22,2	
			100,0	97,4	91,8	85,3	76,9	46,0	34,1	24,0	20,5	
	60	PN	100,0	93,4	86,8	78,5	68,8	38,0	28,0	19,5	14,6	
			100,0	94,0	87,3	79,3	68,5	37,5	27,8	17,8	13,5	
			100,0	94,8	88,2	80,4	70,1	39,5	28,7	20,6	16,8	
		PI	100,0	97,4	91,8	84,8	75,3	43,9	34,7	27,9	21,8	
			100,0	97,1	91,3	84,9	75,6	44,8	34,0	27,3	20,0	
			100,0	97,2	92,0	85,4	75,6	44,4	35,2	27,8	20,8	
		PM	100,0	96,4	90,3	82,6	72,4	40,8	33,4	25,9	20,2	
			100,0	96,4	90,2	83,3	73,9	40,8	32,9	23,8	20,2	
			100,0	96,5	90,1	83,1	72,7	41,0	35,9	31,0	27,9	
		110	PN	100,0	92,6	86,0	77,8	66,9	35,2	26,8	18,0	16,0
				100,0	92,8	86,4	78,4	67,5	35,8	26,2	18,4	15,0
				100,0	93,1	86,1	78,4	67,2	35,8	27,0	19,0	16,0
PI	100,0		95,6	89,1	81,2	71,0	39,6	31,3	24,6	20,4		
	100,0		96,0	90,3	82,8	72,5	41,0	30,4	22,7	20,4		
	100,0		95,8	90,0	82,4	72,9	41,8	30,6	24,3	20,8		
PM	100,0		96,7	91,6	84,6	75,3	43,3	34,3	27,4	23,2		
	100,0		96,2	91,0	84,1	74,5	43,7	34,5	27,2	24,2		
	100,0		96,2	90,9	83,7	74,3	43,5	34,3	25,4	24,5		

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.m - Distribuição Granulométrica do Solo TEPI (Método B.S. Modificado).

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS 9mm) - % PASSANDO								
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
BUPI	25	S/TRAT.	100,0	90,1	75,5	67,6	64,4	37,3	24,6	16,0	12,9
			100,0	89,0	74,6	65,3	61,9	35,9	25,2	16,0	13,1
			100,0	86,5	71,0	62,6	59,2	33,0	24,6	15,0	12,7
		PN	100,0	86,0	73,9	65,5	62,5	36,5	24,0	11,0	9,4
			100,0	86,4	74,3	65,9	62,9	37,2	21,0	7,4	5,4
			100,0	85,8	73,7	65,6	62,8	36,8	21,0	6,9	5,4
		PI	100,0	90,2	78,3	69,8	66,7	39,5	17,4	10,3	7,5
			100,0	90,2	68,3	59,7	56,3	28,4	17,4	11,1	7,1
			100,0	90,2	68,3	60,0	56,7	29,7	17,4	10,7	7,5
	PM	100,0	90,1	77,6	68,9	65,3	38,1	22,9	12,4	9,5	
		100,0	89,8	77,2	68,1	64,5	37,7	25,8	11,7	9,1	
		100,0	90,0	77,5	68,7	65,4	38,5	25,2	11,1	8,5	
	60	PN	100,0	87,1	74,9	67,5	63,3	38,5	22,9	13,5	9,8
			100,0	86,8	74,8	65,7	62,2	38,2	23,9	14,5	10,8
			100,0	87,0	74,3	65,6	62,3	37,8	25,6	15,2	11,9
		PI	100,0	89,5	76,4	66,9	63,4	37,8	23,4	12,7	7,8
			100,0	90,0	76,9	67,8	64,3	39,0	23,5	12,7	7,4
			100,0	90,1	76,9	67,9	64,6	39,8	23,3	12,7	7,8
		PM	100,0	88,3	74,7	65,5	62,4	38,2	26,0	14,7	11,9
			100,0	88,8	75,3	65,8	62,1	38,0	27,1	17,9	15,2
			100,0	88,8	75,6	66,2	62,6	38,3	27,1	16,8	13,7
	110	PN	100,0	85,3	70,6	62,0	58,9	35,7	22,8	13,6	10,9
			100,0	85,1	70,2	61,4	58,2	34,6	23,0	14,3	9,9
			100,0	85,5	70,7	61,9	58,6	34,5	24,7	13,4	9,0
		PI	100,0	90,7	79,3	69,9	66,7	40,8	24,7	13,9	9,4
			100,0	89,9	78,7	69,6	66,1	40,2	26,6	17,3	12,8
			100,0	92,5	79,8	69,9	66,0	40,5	29,0	20,5	16,2
PM		100,0	92,5	79,8	69,9	65,0	40,5	28,5	15,4	11,5	
		100,0	92,5	79,5	69,7	65,8	40,4	28,7	15,4	13,7	
		100,0	92,8	80,1	70,5	66,3	40,4	28,5	14,3	12,6	

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.n - Distribuição Granulométrica do Solo BUPI (Método B.S. Modificado).



SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) - % PASSANDO								
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
VSMA	25	S/TRAT.	100,0	84,3	65,7	56,4	51,1	26,2	22,6	15,0	13,2
			100,0	84,1	63,6	53,9	48,8	26,8	23,3	16,1	13,8
			100,0	86,7	68,4	58,3	52,6	28,0	20,9	15,9	14,0
		PN	100,0	83,2	69,8	61,8	57,6	32,1	22,6	14,4	9,9
			100,0	83,2	70,3	62,3	58,2	32,5	23,2	14,9	11,3
			100,0	84,1	70,7	63,1	58,7	32,9	23,3	14,6	11,5
		PI	100,0	84,9	70,8	62,5	58,6	31,8	24,0	17,7	13,5
			100,0	84,8	71,1	62,5	58,8	32,0	23,3	14,0	9,3
			100,0	84,8	71,5	63,1	59,7	33,4	22,3	14,7	10,8
	PM	100,0	85,5	73,1	65,1	61,0	34,3	27,2	21,4	18,2	
		100,0	85,9	73,5	65,0	61,1	34,6	25,6	16,5	14,4	
		100,0	85,4	73,3	65,5	61,8	35,6	25,0	15,6	13,5	
	60	PN	100,0	79,4	66,8	58,8	51,1	30,5	21,8	16,2	12,8
			100,0	79,4	66,1	57,7	54,2	30,6	22,6	16,0	13,7
			100,0	79,2	65,8	57,6	53,7	29,1	22,9	16,4	13,7
		PI	100,0	84,7	69,8	62,3	59,0	33,6	23,9	17,5	14,6
			100,0	85,6	70,5	62,5	59,0	34,0	24,3	18,7	15,2
			100,0	85,4	70,8	63,1	59,5	34,4	25,1	18,9	16,1
		PM	100,0	86,6	72,1	63,8	60,0	36,1	28,2	20,9	16,5
			100,0	86,7	72,5	65,2	61,9	39,2	27,7	19,8	17,6
			100,0	86,4	72,3	64,2	60,7	37,1	28,2	21,3	18,2
	110	PN	100,0	84,3	69,3	60,5	56,2	31,0	24,4	16,6	14,8
			100,0	84,1	69,0	60,6	56,0	31,5	24,0	17,2	13,6
			100,0	84,5	69,5	60,4	56,2	31,2	24,1	17,2	15,5
		PI	100,0	82,2	65,4	56,7	52,8	30,0	21,5	14,1	11,9
			100,0	82,6	66,9	57,7	53,2	30,1	21,5	15,2	13,4
			100,0	82,7	65,4	56,5	52,6	29,6	22,0	16,4	14,0
PM		100,0	88,0	74,0	65,5	61,0	35,1	25,9	19,8	17,5	
		100,0	87,7	73,7	64,6	60,0	34,4	26,9	19,2	17,7	
		100,0	87,8	74,2	65,4	60,5	34,8	26,9	19,4	17,9	

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.o - Distribuição Granulométrica do Solo VSMA (Método B.S. Modificado).

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA  
 Pró-Reitoria F.D.R.A.L.  
 Coordenação Setorial de Pós-Graduação  
 Edif. Aprigo Veloso, 882, Tel. (031) 321-7222-R 355  
 58.740 - Campina Grande - Paraíba

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) - % PASSANDO								
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
VGMA	25	S/TRAT.	100,0	90,8	66,2	48,1	43,7	33,9	24,8	15,6	12,6
			100,0	90,3	69,4	51,2	46,4	36,4	23,8	15,2	12,6
			100,0	90,1	68,8	49,5	44,6	34,8	23,0	15,2	13,0
		PN	100,0	91,6	72,7	52,1	47,0	36,7	26,6	17,9	16,2
			100,0	91,8	71,9	51,1	46,1	36,1	25,4	15,9	13,1
			100,0	92,0	72,5	52,0	46,7	36,4	25,8	13,9	12,1
		PI	100,0	92,1	72,2	52,5	47,4	36,5	26,1	18,5	15,3
			100,0	92,0	72,3	52,8	47,3	36,8	26,5	18,3	15,7
			100,0	92,1	73,8	54,6	49,3	38,3	26,5	18,3	16,2
	PM	100,0	93,8	77,5	58,7	53,0	41,7	30,4	21,9	18,4	
		100,0	93,3	77,3	58,3	52,8	41,4	29,7	17,8	16,8	
		100,0	93,4	77,6	58,7	53,3	41,9	30,4	18,7	16,8	
	60	PN	100,0	90,0	67,9	46,2	41,0	32,1	22,2	14,2	11,0
			100,0	90,3	68,2	46,9	41,8	32,8	22,8	14,2	11,2
			100,0	89,5	67,8	46,0	40,9	31,9	22,9	14,2	11,9
		PI	100,0	94,4	73,2	52,8	47,4	36,8	22,1	10,2	6,6
			100,0	94,3	73,6	52,6	47,4	35,9	25,7	13,0	10,4
			100,0	93,9	73,3	52,7	47,3	36,6	26,3	14,0	12,4
		PM	100,0	93,9	76,7	55,7	48,7	37,7	26,2	17,1	14,0
			100,0	94,9	77,6	56,4	49,4	38,1	26,2	16,7	13,6
			100,0	94,1	76,7	55,7	49,1	38,2	26,8	16,4	13,1
	110	PN	100,0	87,7	68,0	49,3	44,4	33,5	22,2	10,6	7,8
			100,0	88,2	68,4	50,0	44,8	33,9	22,6	12,2	8,7
			100,0	88,1	68,3	50,1	45,0	34,1	23,5	13,0	9,1
		PI	100,0	92,3	71,8	52,6	47,3	36,3	23,4	16,9	12,5
			100,0	91,7	71,3	51,7	46,1	34,8	23,8	15,3	12,5
			100,0	91,7	70,5	51,9	47,0	36,5	24,2	16,3	13,3
PM		100,0	92,4	74,7	52,9	45,2	33,4	24,2	17,7	15,4	
		100,0	92,3	74,0	52,0	44,6	33,3	22,4	16,8	15,1	
		100,0	92,4	73,7	52,0	44,0	32,6	24,0	16,6	13,6	

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.p - Distribuição Granulométrica do Solo VGMA (Método B.S. Modificado).

SOLO	ENERGIA TÉRMICA (°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) - % PASSANDO								
			19,1	9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
PDMA	25	S/TRAT.	100,0	79,6	51,8	29,6	22,3	15,2	13,4	10,7	8,9
			100,0	80,6	52,4	34,2	27,6	21,2	13,6	10,7	9,2
			100,0	81,3	51,0	29,8	23,5	17,3	13,3	10,5	9,2
		PN	100,0	82,3	63,1	47,0	39,8	28,1	20,3	16,5	10,6
			100,0	82,1	63,3	47,3	39,6	27,8	22,0	14,0	10,4
			100,0	82,9	63,7	47,4	39,9	28,6	22,0	15,7	11,1
		PI	100,0	82,3	60,5	43,9	36,8	27,1	20,9	15,0	11,2
			100,0	82,4	60,3	43,6	36,0	26,1	20,9	16,4	12,7
			100,0	82,9	60,7	43,9	36,6	27,1	20,6	15,5	12,0
	PM	100,0	86,2	70,2	54,2	46,3	34,5	25,2	14,5	10,6	
		100,0	86,2	70,1	53,7	45,8	34,4	27,5	15,6	12,5	
		100,0	86,5	70,3	53,6	45,8	34,6	26,4	16,8	14,4	
	60	PN	100,0	78,3	59,5	43,3	35,8	26,1	19,6	12,1	8,9
			100,0	79,0	60,4	44,8	37,5	28,3	19,3	12,7	10,0
			100,0	79,0	60,8	44,9	37,4	27,8	20,1	14,9	11,6
		PI	100,0	86,3	70,4	55,8	47,4	34,7	24,9	20,9	15,6
			100,0	85,6	69,6	54,6	46,4	34,4	24,7	20,2	14,7
			100,0	85,5	69,7	55,1	46,8	34,6	25,1	19,6	14,7
		PM	100,0	83,5	64,7	48,1	39,2	29,4	22,0	16,9	13,9
			100,0	83,5	65,3	48,7	40,0	29,6	21,4	15,4	12,4
			100,0	83,2	64,4	47,5	38,7	28,2	21,9	16,5	14,0
	110	PN	100,0	78,3	57,5	41,7	34,3	25,2	19,3	13,8	11,0
			100,0	77,4	56,4	40,6	33,0	23,5	19,3	14,0	11,3
			100,0	77,9	57,2	41,3	33,8	25,1	19,6	15,8	12,4
		PI	100,0	85,4	66,5	50,3	41,8	30,9	24,2	18,0	15,6
			100,0	85,5	66,6	49,8	41,4	30,7	23,5	19,0	13,8
			100,0	85,4	66,6	50,1	41,7	31,1	24,1	18,9	15,5
PM		100,0	88,2	72,1	55,0	45,1	33,6	27,3	21,5	18,5	
		100,0	87,6	71,8	54,5	45,1	33,6	26,1	18,7	16,8	
		100,0	87,3	71,8	54,9	44,9	32,7	26,3	20,2	17,7	

Legenda: PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado

Tabela A.III.q - Distribuição Granulométrica do Solo PDMA (Método B.S. Modificado).

## APÊNDICE IV

VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO POR PENEIRA

SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO							
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
JPPB	25	S/TRAT.	2,6	4,3	3,5	1,2	6,8	0,4	0,4	0,0
		PN	3,1	3,1	0,8	1,4	0,7	0,1	1,8	1,0
		PI	1,1	3,8	3,0	2,4	2,0	1,7	0,8	1,7
		PM	1,6	1,5	1,1	1,6	1,8	2,0	1,0	1,5
	60	PN	0,8	2,4	2,0	2,1	2,3	0,9	2,5	2,0
		PI	1,3	0,7	0,7	1,2	0,8	1,3	2,0	1,9
		PM	1,6	2,7	3,6	3,3	2,6	1,1	2,0	1,8
	110	PN	1,2	1,6	1,3	1,3	2,6	0,8	4,6	6,4
		PI	0,7	0,4	1,0	1,1	1,6	0,3	3,2	2,6
		PM	1,0	0,8	0,8	1,8	1,8	1,2	3,3	1,9

PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado.

TABELA A.IV.a - Variação da Percentagem Passando - Solo JPPB

SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO							
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
SPPB	25	S/TRAT.	9,0	6,6	2,0	3,9	3,0	0,1	1,8	0,9
		PN	7,0	3,1	4,9	3,8	2,7	4,2	4,8	4,8
		PI	6,2	4,8	6,4	4,0	2,7	1,5	3,1	3,8
		PM	3,3	4,1	3,0	13,7	14,3	1,8	2,5	2,1
	60	PN	4,5	5,2	4,1	2,4	1,4	0,6	2,5	1,9
		PI	1,5	1,3	2,9	1,9	1,0	1,5	0,8	1,4
		PM	1,2	1,7	2,0	2,3	3,8	1,2	3,5	3,2
	110	PN	0,5	0,7	0,7	0,4	1,1	0,4	2,2	2,0
		PI	2,8	3,1	2,7	2,6	2,8	0,2	3,8	1,2
PM		1,2	1,4	2,1	1,8	1,9	0,3	1,9	1,4	

PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado.

TABELA A.IV.b - Variação da Percentagem Passando - Solo SPPB.

SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO							
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
ARPB	25	S/TRAT.	2,3	2,8	1,6	2,9	5,7	0,5	0,1	0,1
		PN	3,2	4,0	1,9	11,5	0,3	1,6	1,6	1,6
		PI	5,1	9,2	7,5	6,2	3,7	4,4	5,8	5,4
		PM	3,0	2,5	3,7	3,9	3,4	2,4	3,4	4,0
	60	PN	3,8	3,0	2,9	3,1	2,1	0,6	0,6	0,9
		PI	4,6	5,7	5,7	4,5	2,7	0,2	1,8	0,9
		PM	0,4	1,3	0,2	0,8	0,4	3,3	4,9	4,3
	110	PN	1,3	1,0	1,8	1,9	1,1	0,8	1,1	1,5
		PI	1,0	1,3	2,1	2,3	2,6	1,3	1,5	2,6
PM		1,2	2,5	2,2	1,7	1,5	1,6	2,9	2,8	

PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado.

TABELA A.IV.c - Variação da Percentagem Passando - Solo ARPB.

SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO								
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002	
CTPB	25	S/TRAT.	6,0	8,4	13,4	7,7	5,2	0,5	1,4	0,2	
		PN	3,3	3,1	0,4	1,6	3,3	4,1	3,9	4,2	
		PI	2,1	1,5	2,9	1,5	0,2	2,4	5,2	4,0	
			PM	2,1	0,9	2,2	3,3	5,4	2,6	3,8	4,1
	60	PN	0,9	1,1	1,0	1,7	2,2	0,5	0,6	0,6	
		PI	1,0	2,2	0,8	0,6	0,6	3,3	5,9	5,5	
		PM	0,3	0,7	1,3	1,1	1,4	0,9	3,6	4,3	
	110	PN	0,7	0,4	0,9	1,2	0,8	0,4	0,4	1,2	
		PI	0,9	1,3	1,6	2,2	2,4	2,6	4,1	4,0	
		PM	0,6	0,9	1,0	1,3	1,6	3,6	3,1	3,9	

PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado.

TABELA A.IV.d - Variação da Percentagem Passando - Solo CTPB.



SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO							
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
TEPB	25	S/TRAT.	0,4	0,9	8,6	5,4	2,7	3,3	0,0	2,1
		PN	0,0	1,1	1,7	1,2	0,8	0,5	2,9	4,4
		PI	0,3	0,7	1,2	2,7	4,5	1,9	4,6	4,1
		PM	0,1	0,5	0,3	2,0	1,6	0,6	7,5	4,9
	60	PN	0,4	1,2	2,7	5,1	1,6	0,9	2,1	3,1
		PI	0,7	2,3	3,1	4,1	12,4	1,1	1,5	1,9
		PM	0,1	0,8	1,9	2,1	1,6	1,8	5,1	3,3
	110	PN	0,5	0,4	0,2	1,0	0,8	2,3	4,3	4,0
		PI	0,2	0,2	0,5	0,6	0,9	3,0	7,5	6,3
PM		0,0	0,6	0,2	0,1	2,1	1,8	9,0	9,1	

PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado.

TABELA A.IV.e - Variação da Percentagem Passando - Solo TEPB.

SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO							
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
CAPI	25	S/TRAT.	2,6	2,3	3,6	3,5	2,3	0,2	1,2	3,8
		PN	1,3	1,7	3,6	4,6	5,9	1,2	1,3	1,5
		PI	0,6	1,1	1,6	2,6	2,5	0,9	1,7	1,4
		PM	3,2	2,6	1,9	1,9	1,7	1,3	3,8	1,6
	60	PN	1,4	2,5	2,3	1,7	1,0	0,4	0,8	1,9
		PI	0,9	1,4	1,5	1,2	2,3	0,7	2,3	1,5
		PM	0,4	3,1	3,0	2,4	1,5	1,1	0,6	1,2
	110	PN	0,4	0,8	0,5	0,4	0,8	0,6	0,9	1,5
		PI	0,4	0,5	0,8	0,4	0,4	0,5	1,0	0,4
PM		0,3	0,5	1,1	0,8	1,5	0,0	0,4	0,5	

PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado.

TABELA A.IV.f - Variação da Percentagem Passando - Solo CAPI.

SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO								
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002	
GIPI	25	S/TRAT.	4,5	7,0	5,6	4,7	5,0	2,9	5,5	1,5	
		PN	0,8	2,7	4,6	4,4	3,8	0,4	2,3	0,8	
		PI	0,6	0,9	2,5	2,4	2,5	2,7	4,7	1,7	
	60	PM	0,5	1,5	0,6	1,1	1,7	0,4	2,5	0,7	
		PN	0,3	1,0	1,2	2,2	2,4	8,1	3,0	1,7	
		PI	1,0	0,2	2,6	5,3	4,9	0,0	2,4	2,1	
		PM	0,3	0,6	0,6	0,9	1,2	1,1	1,9	1,2	
		110	PN	1,0	1,1	2,8	3,9	4,2	2,4	2,3	3,0
			PI	0,6	0,5	1,4	1,8	1,2	3,4	3,0	1,0
PM	0,2		0,2	0,6	1,1	1,4	1,4	0,0	1,8		

PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado.

TABELA A.III.g - Variação da Percentagem Passando - Solo GIPI.

SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO								
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002	
SLMA	25	S/TRAT.	3,2	3,5	3,8	3,1	2,8	0,0	0,9	0,1	
		PN	2,9	2,3	2,2	1,9	0,8	1,2	2,0	1,9	
		PI	0,5	1,2	1,0	0,7	1,6	0,3	0,4	0,8	
			PM	0,6	0,7	1,1	1,2	1,0	2,5	1,4	1,1
	60	PN	0,5	0,3	1,0	1,3	2,2	1,0	1,3	0,3	
		PI	0,7	1,3	2,2	2,3	4,3	1,8	0,9	1,0	
		PM	0,3	0,6	0,0	0,4	0,6	0,9	3,7	1,9	
	110	PN	0,7	0,7	0,3	0,9	1,8	1,2	0,7	0,8	
		PI	0,3	0,3	0,7	1,0	0,8	0,8	0,7	0,7	
PM		1,3	1,6	1,9	1,9	3,3	1,9	0,2	1,2		

PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado.

TABELA A.IV.h - Variação da Percentagem Passando - Solo SLMA.

SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO							
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
MAPA	25	S/TRAT.	1,7	1,2	1,8	3,3	0,1	0,0	0,4	1,2
		PN	0,9	1,6	5,2	5,6	4,7	0,4	0,6	0,8
		PI	0,1	2,0	0,6	0,8	0,2	0,3	1,2	0,8
		PM	0,7	2,2	2,7	2,6	2,4	2,8	3,1	3,0
	60	PN	1,6	1,9	2,1	2,0	1,1	0,5	1,6	3,2
		PI	1,0	0,7	1,7	1,6	2,6	1,0	1,6	1,8
		PM	3,3	3,4	3,1	1,6	1,1	0,5	3,7	3,4
	110	PN	1,0	1,3	1,2	0,8	0,0	0,2	0,9	1,4
		PI	0,0	1,5	2,7	9,6	2,0	0,1	1,3	1,2
PM		0,5	0,7	0,9	1,0	0,2	0,5	2,0	2,2	

PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado.

TABELA A.IV.i - Variação da Percentagem Passando - Solo MAPA.

SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO							
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
MOPA	25	S/TRAT.	2,2	6,2	5,9	4,9	5,3	2,4	1,0	1,5
		PN	1,2	4,5	3,6	3,4	2,4	0,3	1,2	1,0
		PI	2,4	3,5	3,7	3,4	2,9	2,3	2,3	1,4
		PM	3,6	3,7	3,1	4,0	2,3	1,7	1,1	0,3
	60	PN	1,2	2,3	3,3	3,8	3,8	0,5	0,5	0,7
		PI	2,1	1,9	1,6	2,2	1,5	1,4	3,1	2,2
		PM	1,6	1,6	1,2	0,6	1,1	0,3	0,9	1,2
	110	PN	1,1	1,0	1,1	1,3	0,4	1,3	0,5	2,1
		PI	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	2,2	2,3	2,1
		PM	0,5	0,5	0,9	0,4	0,2	0,8	0,5	1,8

PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado.

TABELA A.IV.j - Variação da Percentagem Passando - Solo MOPA.

SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO							
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
TEPI	25	S/TRAT.	1,1	3,4	3,5	1,3	2,1	0,3	1,0	1,1
		PN	0,7	1,1	0,9	0,5	1,2	0,2	1,6	2,1
		PI	0,4	0,5	0,5	0,9	0,8	2,4	9,2	8,1
		PM	0,4	0,7	0,9	1,3	1,0	2,5	3,0	2,8
	60	PN	1,4	1,4	1,9	1,6	2,0	0,9	2,8	3,3
		PI	0,3	0,7	0,6	0,3	0,9	1,2	0,6	1,8
		PM	0,1	0,2	0,7	1,5	0,2	3,0	7,2	7,7
	110	PN	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,8	1,0	1,0
		PI	0,4	1,2	1,6	1,9	2,2	0,9	1,9	0,4
PM		0,5	0,7	0,9	1,0	0,4	0,2	2,0	1,3	

PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado.

TABELA A.IV.m - Variação da Percentagem Passando - Solo TEPI.

SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO							
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002
BUPI	25	S/TRAT.	3,6	4,5	5,0	5,2	4,3	0,6	1,0	4,0
		PN	0,6	0,6	0,4	0,4	0,7	3,0	4,1	4,0
		PI	0,0	10,0	10,1	10,4	11,1	0,0	0,8	0,4
		PM	0,3	0,4	0,8	0,9	0,8	2,9	1,3	1,0
	60	PN	0,3	0,6	1,9	1,1	0,7	2,7	1,7	2,1
		PI	0,6	0,5	1,0	1,2	2,0	0,2	0,0	0,4
		PM	0,5	0,9	0,7	0,5	0,3	1,1	3,2	3,3
	110	PN	0,4	0,5	0,6	0,7	1,2	1,9	0,9	1,9
		PI	2,6	1,1	0,3	0,7	0,6	4,3	6,6	6,8
PM		0,3	0,6	0,8	1,3	0,1	0,2	1,1	2,2	

PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado.

TABELA A.IV.n - Variação da Percentagem Passando - Solo BUPI.



SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO								
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002	
VSMA	25	S/TRAT.	2,6	4,8	4,4	3,8	1,8	2,4	1,1	0,8	
		PN	0,9	0,9	1,3	1,1	0,8	0,7	0,5	1,6	
		PI	0,1	0,7	0,6	1,1	1,6	1,7	3,7	4,2	
			PM	0,5	0,4	0,5	0,8	1,3	2,2	5,8	4,7
	60	PN	0,2	1,0	1,2	3,1	1,5	1,1	0,4	0,9	
		PI	0,9	1,0	0,8	0,5	0,8	1,2	1,4	1,5	
		PM	0,3	0,4	1,4	1,9	3,1	0,5	1,5	1,7	
	110	PN	0,4	0,5	0,2	0,2	0,5	0,4	0,6	1,9	
		PI	0,5	1,5	1,2	0,6	0,5	0,5	2,3	2,1	
PM		0,3	0,5	0,9	1,0	0,7	1,0	0,6	0,4		

PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado.

TABELA A.IV.o - Variação da Percentagem Passando - Solo VSMA.

SOLO	ENERGIA TÉRMICA(°C)	ENERGIA MECÂNICA	PENEIRAS (mm) VARIAÇÃO DA PERCENTAGEM PASSANDO								
			9,5	4,8	2,0	0,42	0,074	0,05	0,01	0,002	
VGMA	25	S/TRAT.	0,7	3,2	3,1	2,7	2,5	1,8	0,4	0,4	
		PN	0,4	0,8	1,0	0,9	0,6	1,2	4,0	4,1	
		PI	0,1	1,6	2,1	2,0	1,8	0,4	0,2	0,9	
	60	PM	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5	0,7	4,1	1,6	
		PN	0,8	0,4	0,9	0,9	0,9	0,7	0,0	0,9	
		PI	0,5	0,4	0,2	0,1	0,9	4,2	3,8	5,8	
		PM	1,0	0,9	0,7	0,7	0,5	0,6	0,7	0,9	
		110	PN	0,5	0,4	0,8	0,6	0,6	1,3	2,4	1,3
			PI	0,6	1,3	0,9	1,2	1,7	0,8	1,6	0,8
PM	0,1		1,0	0,9	1,2	0,8	1,8	1,1	1,8		

PN - Proctor Normal; PI - Proctor Intermediário; PM - Proctor Modificado.

TABELA A.IV.p - Variação da Percentagem Passando - Solo VGMA.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - PARALIBA  
 P.O. Box 171 - 96201-900 - PARALIBA  
 Rua Aprígio Veloso, 832 - Tel. (083) 321-7222-R 355  
 Coord. de Pós-Graduação em Engenharia de Minas e Metalurgia

## APÊNDICE V

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MINERALÓGICA  
DOS SOLOS ESTUDADOS

SOLO	FRAÇÃO	CONSTITUINTES MINERALÓGICOS	
		DEFINIDO	FRACO
JPPB	3/8"	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 200	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	SILTE	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA, ANATASIO	-
	ARGILA	CAULINITA, GOETITA, ANATASIO	-
SPPB	3/8"	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA, HEMATITA	-
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA, HEMATITA	-
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO	GOETITA, HEMATITA, ANATASIO
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
	Nº 200	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
	SILTE	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
	ARGILA	CAULINITA	QUARTZO, ANATASIO

Tabela A.V.a - Composição Mineralógica dos Solos Estudados.

SOLO	FRAÇÃO	CONSTITUINTES MINERALÓGICOS	
		DEFINIDO	FRACO
ARPB	3/8"	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	-
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	-
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	-
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA	GOETITA
	Nº 200	CAULINITA, QUARTZO	GOETITA, ANATASIO
	SILTE	CAULINITA, QUARTZO	GOETITA
	ARGILA	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
CTPB	3/8"	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 200	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	SILTE	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	ARGILA	CAULINITA, GOETITA,	QUARTZO, ANATASIO

Tabela A.V.b - Composição Mineralógica dos Solos Estudados.

SOLO	FRAÇÃO	CONSTITUINTES MINERALÓGICOS	
		DEFINIDO	FRACO
TEPB	3/8"	QUARTZO, GOETITA	-
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA, HEMATITA	-
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA, HEMATITA, ANATASIO	-
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO	-
	Nº 200	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
	SILTE	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	-
	ARGILA	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	-
MOPA	3/8"	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA	GOETITA
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA	GOETITA, ANATASIO
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA	GOETITA, ANATASIO
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	-
	Nº 200	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
	SILTE	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, ANATASIO	GOETITA
	ARGILA	CAULINITA	GOETITA, QUARTZO

Tabela A.V.c - Composição Mineralógica dos Solos Estudados.

SOLO	FRAÇÃO	CONSTITUENTES MINERALÓGICOS	
		DEFINIDO	FRACO
TEPI	3/8"	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	-
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
	Nº 200	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
	SILTE	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA	GOETITA, ANATASIO
	ARGILA	CAULINITA, GOETITA	ANATASIO, QUARTZO
CAPI	3/8"	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA, ANATASIO	HEMATITA
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	-
	Nº 200	CAULINITA, QUARTZO, ANATASIO	GOETITA
	SILTE	CAULINITA, QUARTZO, ANATASIO, GOETITA	-
	ARGILA	CAULINITA, ANATASIO, GOETITA	QUARTZO

Tabela A.V.d - Composição Mineralógica dos Solos Estudados.

SOLO	FRAÇÃO	CONSTITUINTES MINERALÓGICOS	
		DEFINIDO	FRAÇÃO
MAPA	3/8"	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, ANATASIO	GOETITA
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 200	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
	SILTE	CAULINITA, GOETITA, QUARTZO	ANATASIO
	ARGILA	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA, HEMATITA	ANATASIO
BUPI	3/8"	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA	GOETITA, ANATASIO
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA, MICA	-
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO, MICA, GOETITA, HEMATITA	ANATASIO
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO, MICA, GOETITA, HEMATITA	-
	Nº 200	QUARTZO, GOETITA	CAULINITA
	SILTE	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	-
	ARGILA	CAULINITA	-

Tabela A.V.e - Composição Mineralógica dos Solos Estudados.



SOLO	FRAÇÃO	CONSTITUINTES MINERALÓGICOS	
		DEFINIDO	FRACO
PIPI	3/8"	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA, ANATASIO	-
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA, HEMATITA, ANATASIO	-
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, MICA	GOETITA, ANATASIO
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, MICA	GOETITA, ANATASIO
	Nº 200	CAULINITA, QUARTZO, ANATASIO, GOETITA	-
	SILTE	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA	GOETITA, ANATASIO
	ARGILA	CAULINITA, GOETITA, HEMATITA	QUARTZO, ANATASIO
GIPI	3/8"	QUARTZO, GOETITA	-
	Nº 4	QUARTZO, GOETITA, HEMATITA	-
	Nº 10	QUARTZO, GOETITA	-
	Nº 40	QUARTZO, GOETITA	-
	Nº 200	QUARTZO, GOETITA	-
	SILTE	QUARTZO, GOETITA	-
	ARGILA	QUARTZO, GOETITA, HEMATITA	CAULINITA

Tabela A.V.f - Composição Mineralógica dos Solos Estudados.

SOLO	FRAÇÃO	CONSTITUINTES MINERALÓGICOS	
		DEFINIDO	FRACO
PDMA	3/8"	CAULINIRA, QUARTZO, GOETITA, HEMATITA	ANATASIO
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
	Nº 200	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	ANATASIO
	SILTE	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA, HEMATITA, ANATASIO	-
	ARGILA	CAULINITA, GOETITA, HEMATITA	QUARTZO
VGMA	3/8"	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA, HEMATITA	-
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA, HEMATITA	-
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA	GOETITA
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA, HEMATITA	-
	Nº 200	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	-
	SILTE	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA	GOETITA, ANATASIO
	ARGILA	CAULINITA, HEMATITA, GOETITA	QUARTZO

Tabela A.V.g - Composição Mineralógica dos Solos Estudados.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior  
 (Coordenação Setorial de Pós-Graduação)  
 Rua Aprígio Veloso, 882 Tel (083) 321-7222-R 355  
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

SOLO	FRAÇÃO	CONSTITUINTES MINERALÓGICOS	
		DEFINIDO	FRACO
VSMA	3/8"	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	-
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	-
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	-
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	HEMATITA
	Nº 200	CAULINITA, QUARTZO, GOETITA	-
	SILTE	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	ARGILA	CAULINITA, GOETITA, HEMATITA	QUARTZO, ANATASIO
SLMA	3/8"	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 4	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 10	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	ANATASIO
	Nº 40	CAULINITA, QUARTZO, HEMATITA, GOETITA	-
	Nº 200	QUARTZO	CAULINITA
	SILTE	CAULINITA, QUARTZO, ANATASIO, GOETITA	-
	ARGILA	CAULINITA, GIBSITA, GOETITA	-

Tabela A.V.h - Composição Mineralógica dos Solos Estudados.

SOLO	%SiO <sub>2</sub>	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%TiO <sub>2</sub>	%MnO	%MgO	%CaO	%K <sub>2</sub> O	%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%Na <sub>2</sub> O	%Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
JPPB	25,74	19,52	36,62	2,51	0,00	0,31	0,09	0,06	0,02	0,58	0,09	14,46
CTPB	35,46	17,87	33,93	1,01	0,00	0,28	0,08	0,11	0,05	0,22	0,06	10,93
SPPB	24,53	16,87	42,88	2,12	0,02	0,38	0,09	0,07	0,08	0,74	0,16	12,06
TEPB	99,41	1,03	0,64	0,03	0,00	0,00	0,05	0,09	0,02	0,50	0,02	0,00
ARPB	29,51	21,87	29,52	2,66	0,04	0,35	0,08	0,02	0,08	0,46	0,12	15,29
MOPA	26,62	19,23	39,49	1,02	0,00	0,30	0,09	0,24	0,05	0,52	0,07	12,37
MAPA	36,68	15,40	33,10	0,91	0,00	0,09	0,10	0,05	0,03	0,50	0,08	11,08
TEPI	36,73	17,56	32,10	0,93	0,00	0,23	0,08	0,17	0,02	0,31	0,03	11,84
PIPI	43,59	13,96	32,10	1,51	0,01	0,36	0,08	0,04	0,01	0,38	0,04	7,92
GIPI	75,76	11,29	2,71	0,70	0,04	1,85	0,21	4,71	0,04	0,14	0,00	2,55
BUPI	60,25	11,12	22,29	0,91	0,00	0,31	0,07	0,37	0,00	0,14	0,04	4,50
CAPI	26,34	15,17	43,49	1,40	0,02	0,28	0,09	0,02	0,12	0,64	0,11	12,32
VSMA	41,34	9,54	38,90	0,82	0,02	0,25	0,09	0,06	0,03	0,47	0,16	8,32
VGMA	37,67	12,44	35,15	0,84	1,28	0,50	0,10	0,25	0,02	0,46	0,07	11,22
PDMA	28,71	17,14	38,96	1,11	0,00	0,27	0,11	0,19	0,09	0,36	0,06	13,00
SLMA	40,40	9,51	36,85	0,80	0,00	0,26	0,69	0,02	0,01	0,33	0,10	11,03

Tabela A.V.i - Composição Química dos Solos Estudados

Fração: 2 cm em Diâmetro Método: Fluorescência em Raios-X.

SOLO	%SiO <sub>2</sub>	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%TiO <sub>2</sub>	%MnO	%MgO	%CaO	%K <sub>2</sub> O	%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%Na <sub>2</sub> O	%Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
JPPB	27,67	21,06	32,66	2,73	0,00	0,31	0,09	0,07	0,02	0,61	0,10	14,68
CTPB	38,73	16,43	32,57	0,92	0,00	0,23	0,08	0,09	0,05	0,17	0,04	14,69
SPPB	23,80	16,71	44,40	2,16	0,02	0,42	0,09	0,07	0,07	0,78	0,17	11,31
TEPI	45,38	11,23	32,69	1,06	0,01	0,34	0,08	0,44	0,06	0,37	0,08	8,26
ARPB	33,76	20,17	29,24	2,33	0,03	0,28	0,08	0,01	0,07	0,41	0,12	13,5
MOPA	28,95	20,11	35,82	1,00	0,00	0,26	0,09	0,24	0,03	0,45	0,06	12,99
MAPA	27,30	18,20	39,54	1,17	0,00	0,25	0,09	0,16	0,03	0,50	0,10	12,66
TEPI	47,99	15,61	23,95	0,92	0,00	0,22	0,08	0,17	0,02	0,19	0,04	10,81
PIPI	28,98	15,94	42,74	1,72	0,02	0,46	0,09	0,12	0,04	0,59	0,09	9,21
GIPI	75,43	11,11	3,23	0,66	0,05	2,67	0,23	4,61	0,05	0,19	0,00	1,77
BUPI	48,24	12,30	30,56	1,10	0,00	0,59	0,09	1,19	0,02	0,37	0,08	5,46
CAPI	26,26	15,38	42,12	1,29	0,03	0,30	0,09	0,03	0,24	0,54	0,12	13,6
VSMA	38,16	11,48	38,95	0,82	0,00	0,25	0,10	0,05	0,00	0,37	0,09	9,73
VGMA	34,70	10,87	36,34	0,73	1,37	0,47	0,10	0,29	0,03	0,46	0,06	14,58
PDMA	30,56	18,60	35,91	1,14	0,01	0,29	0,11	0,25	0,07	0,31	0,06	12,69
SLMA	39,85	9,70	38,55	0,72	0,00	0,20	0,09	0,02	0,02	0,33	0,13	10,39

A.V.j - Composição Química dos Solos Estudados

Fração: 4,8 mm em Diâmetro Método: Fluorescência em Raios-X.

SOLO	%SiO <sub>3</sub>	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%TiO <sub>2</sub>	%MnO	%MgO	%CaO	%K <sub>2</sub> O	%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%Na <sub>2</sub> O	%Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
JPPB	30,75	23,68	25,94	3,08	0,00	0,31	0,09	0,08	0,01	0,55	0,07	15,44
CTPB	41,48	18,96	26,13	1,08	0,00	0,24	0,08	0,11	0,04	0,16	0,04	11,68
SPPB	39,96	22,22	21,91	2,54	0,02	0,30	0,08	0,08	0,04	0,35	0,09	12,41
TEPB	52,82	11,20	26,91	0,80	0,00	0,28	0,08	0,65	0,05	0,30	0,07	6,84
ARPB	43,37	18,71	22,66	2,02	0,03	0,23	0,08	0,02	0,05	0,13	0,09	12,61
MOPA	35,42	21,45	26,52	1,17	0,00	0,25	0,08	0,26	0,04	0,22	0,04	14,55
MAPA	26,39	15,69	43,44	1,12	0,00	0,33	0,09	0,14	0,04	0,60	0,13	12,03
TEPI	50,71	20,06	14,79	1,17	0,00	0,18	0,07	0,20	0,01	0,09	0,02	12,70
PIPI	28,83	17,41	42,47	1,66	0,02	0,44	0,09	0,18	0,04	0,56	0,10	8,20
GIPI	75,99	11,20	2,64	0,68	0,05	1,25	0,23	4,65	0,05	0,06	0,00	3,20
BUPI	46,66	13,50	29,60	1,24	0,00	0,45	0,10	0,86	0,02	0,33	0,08	7,16
CAPI	31,46	17,62	34,63	1,46	0,02	0,25	0,09	0,03	0,16	0,40	0,08	13,8
VSMA	39,91	11,34	34,25	0,83	0,00	0,19	0,08	0,04	0,01	0,30	0,09	12,96
VGMA	30,73	12,98	42,70	0,77	0,47	0,49	0,11	0,37	0,02	0,50	0,08	10,78
PDMA	31,96	18,77	33,17	1,15	0,03	0,31	0,11	0,27	0,07	0,30	0,06	13,80
SLMA	40,05	11,76	35,42	0,78	0,00	0,22	0,15	0,08	0,01	0,31	0,10	11,12

Tabela A.V.1 - Composição Química dos Solos Estudados

Fração: 2,0 mm em Diâmetro Método: Fluorescência em Raios-X.

SOLO	%SiO <sub>2</sub>	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%TiO <sub>2</sub>	%MnO	%MgO	%CaO	%K <sub>2</sub> O	%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%Na <sub>2</sub> O	%Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
JPPB	52,15	15,33	20,79	1,88	0,00	0,20	0,10	0,09	0,00	0,15	0,05	9,26
CTPB	47,53	21,72	17,66	1,26	0,00	0,32	0,08	0,14	0,07	0,21	0,03	10,98
SPPB	45,06	26,22	11,58	2,83	0,02	0,24	0,08	0,10	0,02	0,20	0,05	13,6
TEPB	76,49	10,70	6,68	0,44	0,00	0,23	0,07	1,10	0,00	0,17	0,00	4,12
ARPB	61,88	17,28	9,95	1,55	0,02	0,14	0,07	0,06	0,02	0,13	0,02	8,88
MOPA	46,40	20,48	19,36	1,11	0,00	0,16	0,08	0,24	0,03	0,16	0,03	11,95
MAPA	41,85	13,81	32,73	0,99	0,00	0,19	0,09	0,11	0,02	0,41	0,08	9,72
TEPI	60,66	18,36	11,82	1,04	0,00	0,19	0,07	0,18	0,00	0,03	0,02	7,63
PIPI	28,65	17,53	43,611	1,67	0,02	0,51	0,10	0,16	0,04	0,62	0,11	6,98
GIPI	75,57	10,97	2,80	0,67	0,10	1,17	0,24	4,54	0,04	0,08	0,00	3,82
BUPI	51,76	14,42	23,21	1,39	0,00	0,40	0,09	0,64	0,03	0,24	0,05	7,77
CAPI	39,72	23,58	19,65	2,04	0,02	0,25	0,08	0,06	0,07	0,22	0,03	14,28
VSMA	44,02	13,10	29,16	0,09	0,00	0,50	0,30	0,10	0,00	0,30	0,50	12,80
VGMA	34,77	13,21	37,28	0,83	0,95	0,46	0,11	0,39	0,02	0,49	0,08	11,48
PDMA	33,43	19,80	30,68	1,19	0,05	0,26	0,11	0,29	0,06	0,27	0,06	13,80
SLMA	77,77	5,75	12,00	0,36	0,00	0,02	0,05	0,01	0,02	0,50	0,00	3,52

Tabela A.V.m - Composição Química dos Solos Estudados

Fração: 0,42 mm de Diâmetro

Método: Fluorescência em Raios-X.

SOLO	%SiO <sub>2</sub>	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%TiO <sub>2</sub>	%MnO	%MgO	%CaO	%K <sub>2</sub> O	%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%Na <sub>2</sub> O	%Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
JPPB	66,55	12,03	13,24	1,55	0,00	0,19	0,08	0,08	0,00	0,02	0,02	6,24
CTPB	62,55	19,15	7,92	1,18	0,00	0,51	0,08	0,25	0,02	0,09	0,00	8,25
SPPB	49,51	23,63	8,78	2,76	0,02	0,25	0,09	0,10	0,02	0,12	0,03	12,69
TEPB	75,11	10,36	5,23	0,40	0,00	0,20	0,15	2,12	0,01	0,25	0,00	6,17
ARPB	56,48	21,46	6,77	1,66	0,01	0,13	0,08	0,22	0,01	0,19	0,01	12,98
MOPA	83,19	7,28	4,82	0,52	0,00	0,00	0,75	0,12	0,01	0,41	0,00	3,60
MAPA	78,10	11,90	4,01	0,10	0,00	0,05	0,50	0,09	0,00	0,40	0,01	7,80
TEPI	83,52	9,62	3,83	0,65	0,00	0,14	0,06	0,10	0,00	0,29	0,00	1,79
PIPI	78,97	7,61	9,55	1,51	0,01	0,24	0,06	0,08	0,01	0,07	0,00	1,89
GIPI	77,14	10,55	2,70	0,61	0,08	1,07	0,26	4,31	0,04	0,11	0,00	3,13
BUPI	92,89	4,45	2,72	0,62	0,00	0,09	0,06	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
CAPI	77,37	10,62	6,23	1,04	0,00	0,07	0,06	0,02	0,01	0,23	0,00	4,35
VSMA	92,09	3,00	2,65	0,46	0,00	0,00	0,05	0,07	0,01	0,38	0,00	1,29
VGMA	90,60	3,80	4,16	0,36	0,18	0,14	0,06	0,18	0,02	0,33	0,00	0,17
PDMA	82,27	6,14	6,86	0,43	0,02	0,05	0,06	0,10	0,00	0,32	0,00	3,75
SLMA	97,00	1,19	1,32	0,20	0,00	0,02	0,05	0,01	0,02	0,50	0,00	0,00

Tabela A.V.n - Composição Química dos Solos Estudados

Fração: 0,074 mm de Diâmetro Método: Fluorescência em Raios-X.



SOLO	%SiO <sub>2</sub>	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%TiO <sub>2</sub>	%MnO	%MgO	%CaO	%K <sub>2</sub> O	%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%Na <sub>2</sub> O	%Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
JPPB	41,16	28,41	10,18	3,77	0,02	0,29	0,09	0,08	0,02	0,45	0,04	15,49
CTPB	52,05	24,76	8,00	1,62	0,00	0,25	0,08	0,31	0,04	0,47	0,00	12,42
SPPB	40,61	29,35	10,65	3,08	0,02	0,29	0,08	0,10	0,02	0,16	0,04	15,60
TEPB	45,74	24,84	11,93	1,10	0,02	0,58	0,09	2,70	0,02	0,13	0,00	12,85
ARPB	46,17	28,24	7,19	2,24	0,01	0,19	0,07	0,19	0,03	0,04	0,00	15,63
MOPA	48,31	28,10	7,99	1,92	0,00	0,31	0,08	0,36	0,04	0,11	0,02	12,76
MAPA	64,97	17,59	5,79	2,04	0,01	0,28	0,07	0,09	0,00	0,02	0,01	9,13
TEPI	59,95	22,74	6,16	1,59	0,00	0,22	0,07	0,20	0,02	0,07	0,01	8,97
PIPI	71,44	11,28	10,13	2,19	0,02	0,24	0,06	0,08	0,03	0,03	0,00	4,50
GIPI	79,99	9,70	2,11	0,62	0,04	0,92	0,17	4,26	0,03	0,05	0,00	2,11
BUPI	83,92	7,89	4,02	2,27	0,00	0,24	0,06	0,15	0,00	0,03	0,00	1,42
CAPI	65,35	16,17	7,35	2,50	0,01	0,18	0,06	0,05	0,03	0,11	0,00	8,19
VSMA	71,40	11,67	7,63	1,73	0,02	0,25	0,09	0,09	0,02	0,09	0,00	7,01
VGMA	78,51	11,17	3,40	1,49	0,12	0,30	0,07	0,59	0,00	0,12	0,00	4,23
PDMA	60,63	18,81	8,64	1,37	0,06	0,29	0,14	0,46	0,06	0,10	0,00	9,44
SLMA	80,77	66,5	5,52	1,67	0,00	0,11	0,07	0,02	0,01	0,15	0,00	5,03

Tabela A.V.o - Composição Química dos Solos Estudados

Fração: 0,002 mm de Diâmetro

Método: Fluorescência em Raios-X.

SOLO	%SiO <sub>2</sub>	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%TiO <sub>2</sub>	%MnO	%MgO	%CaO	%K <sub>2</sub> O	%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%Na <sub>2</sub> O	%Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	S/R
JPPB	37,35	33,44	7,55	3,70	0,00	0,24	0,08	0,09	0,02	0,37	0,04	17,12	1,66
CTPB	39,25	32,98	7,63	1,77	0,00	0,24	0,08	0,30	0,08	0,02	0,01	17,64	1,76
SPPB	37,91	33,86	9,41	2,30	0,00	0,21	0,55	0,13	0,30	0,40	0,00	15,01	1,61
TEPB	37,76	29,38	12,49	1,29	0,01	0,46	0,10	1,12	0,04	0,04	0,00	17,31	1,72
ARPB	58,14	21,61	6,88	1,64	0,01	0,14	0,09	0,23	0,01	0,10	0,01	11,14	3,80
MOPA	41,76	34,93	5,26	1,63	0,00	0,25	0,08	0,39	0,04	0,11	0,01	15,54	1,85
MAPA	39,27	30,16	10,30	2,00	0,01	0,33	0,10	0,14	0,04	0,13	0,02	17,50	1,82
TEPI	41,43	34,84	8,08	1,72	0,00	0,87	0,16	0,30	0,05	0,15	0,01	12,39	1,76
PIPI	28,79	26,80	16,14	1,58	0,03	0,58	0,37	0,37	0,11	1,01	0,01	24,21	1,32
GIPI	50,77	19,80	6,08	0,73	0,08	2,79	0,74	5,51	0,17	0,49	0,00	12,84	3,66
BUPI	38,81	33,24	9,54	1,84	0,02	0,48	0,11	0,74	0,04	0,10	0,01	15,07	1,68
CAPI	38,06	32,75	8,74	1,85	0,00	0,18	0,08	0,10	0,05	0,06	0,02	18,11	1,69
VSMA	34,31	31,68	11,88	1,92	0,01	0,37	0,12	0,17	0,06	0,16	0,02	19,30	1,48
CGMA	42,38	32,48	5,42	1,18	0,08	0,63	0,14	0,97	0,02	0,05	0,00	16,65	2,01
PDMA	39,01	30,76	9,92	1,37	0,07	0,32	0,13	0,46	0,06	0,00	0,00	17,90	1,79
SLMA	36,19	32,01	8,66	2,01	0,00	0,19	0,11	0,15	0,05	0,06	0,03	20,54	1,64

S/R = Relação Molecular Sílica/Sesquióxidos de Ferro Alumínio

Tabela A.V.p - Composição Química dos Solos Estudados

Fração: Menor que 0,002 mm em Diâmetro Método: Fluorescência em Raios-X.

SOLO	%SiO <sub>2</sub>	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RELAÇÃO SÍLICA/SESQUIÓXIDOS
JPPB	17,39	15,57	3,52	1,66
CTPB	14,49	12,18	2,82	1,76
SPPB	11,20	10,00	2,78	1,61
TEPB	4,21	3,28	1,39	1,72
ARPB	28,22	10,49	3,34	3,80
MOPA	10,93	9,14	1,38	1,85
MAPA	5,12	3,93	1,34	1,82
TEPI	6,34	5,33	1,24	1,76
PIPI	1,68	1,57	0,94	1,32
GIPI	1,26	0,49	0,15	3,66
BUPI	1,10	0,94	0,27	1,68
CAPI	6,02	5,18	1,38	1,69
VSMA	3,33	3,08	1,15	1,48
VGMA	2,84	2,17	0,36	2,01
PDMA	1,75	1,38	0,44	1,79
SLMA	10,23	9,05	2,45	1,64

Tabela A.V.q - Relação SiO<sub>2</sub>/R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> para os Solos Estudados.

SOLO	pH	SOLO	pH
JPPB	4,40	PIPI	4,30
CTPB	3,75	GIPI	7,00
SPPB	4,35	BUPI	4,55
TEPB	4,35	CAPI	4,05
ARPB	4,30	VGMA	5,65
MOPA	4,80	VSMA	4,55
MAPA	4,40	PDMA	6,10
TEPI	4,50	SLMA	4,80

Tabela A.V.s - Valores de pH para os Solos Estudados.

SOLO	%MO	SOLO	%MO
JPPB	0,90	PIPI	1,19
CTPB	1,41	GIPI	0,56
SPPB	1,10	BUPI	0,60
TEPB	0,93	CAPI	1,32
ARPB	1,39	VGMA	1,03
MOPA	0,74	VSMA	1,21
MAPA	1,33	PDMA	1,39
TEPI	0,55	SLMA	1,10

Tabela A.V.r - Teor de Matéria Orgânica (Mo) Presentes nos Solos Estudados.

SOLO	%SiO <sub>2</sub>	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RELAÇÃO MOLECULAR SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
JPPB	11,6	7,15	1,10	2,51
SPPB	11,6	4,79	3,45	2,82
TEPB	9,58	3,20	4,20	2,77
CTPB	12,2	4,17	0,80	4,43
ARPB	10,3	4,32	0,49	3,78
MOPA	13,86	5,29	0,75	4,08
MAPA	13,91	8,00	1,25	2,69
BUPI	12,36	6,43	0,65	3,07
PIPI	15,17	9,28	0,95	2,61
GIPI	6,50	2,52	0,30	4,08
TEPI	12,87	6,28	0,70	3,25
CAPI	10,90	5,17	1,01	3,19
PDMA	13,43	5,01	1,48	3,83
VGMA	9,55	3,61	0,80	3,94
VSMA	14,34	6,11	0,62	3,75
SLMA	11,34	5,58	1,48	2,95

Tabela A.V.t - Constituintes Amorfos Presentes nos Solos Estudados.