



MINISTÉRIO DO INTERIOR

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE

ASSESSORIA ESPECIAL PARA A ÁREA DE DESENVOLVIMENTO RURAL

COORDENADORIA DE RECURSOS HÍDRICOS

**AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
DAS PEQUENAS BACIAS DO NORDESTE
SEMI-ÁRIDO: CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-CLIMÁTICAS**

(PRIMEIRA SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS)

SÉRIE HIDROLOGIA Nº 15

MINISTÉRIO DO INTERIOR

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (SUDENE)

MINISTRO DO INTERIOR

Mário David Andreazza

SUPERINTENDENTE

Valfrido Salmito Filho

SUPERINTENDENTE ADJUNTO DE OPERAÇÕES

Marlos Jacob Tenório de Melo

SUPERINTENDENTE ADJUNTO DE PLANEJAMENTO

José Martins de Oliveira Amado

SUPERINTENDENTE ADJUNTO ADMINISTRATIVO

Fernando Antônio Monteiro Gonçalves

ASSESSOR ESPECIAL PARA A ÁREA DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL E INFRA-ESTRUTURA

Leonides Alves da Silva Filho

DIRETOR DO DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS

Geraldo de Azevedo Gusmão

CHEFE DA DIVISÃO DE HIDROMETEOROLOGIA

Marcelo Nogueira de Menezes

Participação nos trabalhos:

JOSE MARIA GOMES (Engenheiro Agrônomo)

GISNALDO JOSÉ ZELAUETT (Engenheiro Hidrólogo)

PAULO JARBAS VARELA NOBRE (Técnico em Recursos Hídricos)

EDILTON MENDES DAS MERCÊS (Desenhista)

Supervisão Gráfica:SAD/DA/REPROGRAFIA

MINISTÉRIO DO INTERIOR
SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE
ASSESSORIA ESPECIAL PARA A ÁREA DE DESENVOLVIMENTO RURAL
COORDENADORIA DE RECURSOS HÍDRICOS

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DAS PEQUENAS BACIAS DO
NORDESTE SEMI-ÁRIDO: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-CLIMÁTICAS

(Primeira síntese dos resultados obtidos)

- JEAN-CLAUDE LEPRUN
(Pedólogo do ORSTOM)
- MOISÉS SILVA DE ASSUNÇÃO
(Geógrafo da SUDENE)
- ERIC CADIER
(Hidrologo do ORSTOM)

Série: Brasil.SUDENE.Hidrologia, 15

Recife
1983

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), conforme o processo nº 700.3.00.1.0/78.

Trabalho realizado mediante convênio entre a SUDENE e o ORSTOM - França.

Leprun, Jean-Claude

Avaliação dos recursos hídricos das pequenas bacias do Nordeste semi-árido: características físico-climáticas (primeira síntese dos resultados obtidos), por Jean-Claude Leprun, Moisés S. de Assunção e Eric Cadier.

Recife, SUDENE-DRN-Div.Hidrometeorologia, 1983.

71 p. il. mapas (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 15)

Bibliografia

Convênio: SUDENE e ORSTOM

1. Bacias hidrográficas - Nordeste. 2. Permeabilidade dos solos - Nordeste. I. Assunção, Moisés Silva de. II. Cadier, Eric. III. Brasil.SUDENE.ed. IV. Série. V. Título.

CDU 556.51:631.432.3(812/814)

SUDENE-DA-DIV.-Reprografia

SUMÁRIO

Pág.

<u>APRESENTAÇÃO E OBJETIVOS</u>		
<u>RESUMO</u>		5
<u>INTRODUÇÃO</u>		7
1 - CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E MORFOLÓGICAS		7
1.1 - PLUVIOMETRIA MÉDIA ANUAL		7
1.2 - QUADRO - TOTAIS PLUVIOMÉTRICOS EM 24 HORAS		7
1.3 - QUADRO - ELEMENTOS CLIMATOLÓGICOS		7
1.4 - QUADRO - CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS E MORFOLÓGICAS		8
1.5 - INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E MORFOLÓGICAS NOS REGIMES HIDROLÓGICOS		9
1.6 - FIG. - MAPA - LOCALIZAÇÃO DAS BACIAS REPRESENTATIVAS DO NORDESTE BRASILEIRO		10
2 - CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS, SUB-SOLOS E DA VEGETAÇÃO		11
2.1 - RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DE SOLOS, SUB-SOLOS E VEGETAÇÃO		11
2.2 - BACIA REPRESENTATIVA DO RIACHO DO NAVIO		15
2.2.1 - <u>Geologia</u>		15
2.2.2 - <u>Solos: características hidrodinâmicas e cobertura vegetal</u>		15
2.2.2.1 - <u>Associação de Solos Litólicos mais Regossolos e Afloramentos de rocha (50% de Solos Litólicos, 30% de Regossolos e 20% de Afloramentos)</u>		15
2.2.2.2 - <u>Regossolo Eutrófico raso</u>		15
2.2.2.3 - <u>Regossolo Eutrófico</u>		16
2.2.2.4 - <u>Solo Litólico</u>		16
2.2.2.5 - <u>Planossolo Solódico</u>		17
2.2.2.6 - <u>Solo Bruno não Cálcico</u>		17
2.2.3 - <u>Caracterização das sub-bacias</u>		17
2.2.3.1 - <u>Bacia de Salobro</u>		17
2.2.3.2 - <u>Bacia de Oscar Barros</u>		18
2.2.4 - <u>Quadro - Resultados dos testes de permeabilidade na Bacia Representativa de Riacho do Navio</u>		18
2.2.5 - <u>Resultado geral dos testes de permeabilidade na Bacia Representativa de Riacho do Navio</u>		19
2.2.6 - <u>Fig. - Bacia Representativa do Riacho do Navio - Mapa de Solo</u>		23
2.3 - BACIA REPRESENTATIVA DE SUMÉ		24
2.3.1 - <u>Geologia</u>		24
2.3.2 - <u>Solos: características hidrodinâmicas e cobertura vegetal</u>		24
2.3.2.1 - <u>Solo Bruno não Cálcico (59%)</u>		24
2.3.2.2 - <u>Solo Bruno não Cálcico Vértico (14%)</u>		24
2.3.2.3 - <u>Solo Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico (15%)</u>		25
2.3.2.4 - <u>Solos Litólicos (7%)</u>		25
2.3.2.5 - <u>Solos Aluviais (4%) e Afloramento de rochas (1%)</u>		25
2.3.3 - <u>Caracterização das sub-bacias</u>		25
2.3.3.1 - <u>Sub-bacia nº 02 - Umburana (10,7 km²)</u>		25
2.3.3.2 - <u>Sub-bacia nº 04 - Jatobá (26,8 km²)</u>		26
2.3.3.3 - <u>Sub-bacia nº 01 - Gangorre (137,4 km²)</u>		26
2.3.4 - <u>Quadro - Resultado dos testes de permeabilidade na Bacia Representativa de Sumé</u>		27
2.3.5 - <u>Resultado geral dos testes de permeabilidade na Bacia Representativa de Sumé</u>		28
2.3.6 - <u>Fig. Mapa - Bacia Representativa de Sumé - Esboço geológico</u>		30

2.3.7	- Fig. - <u>Bacia Representativa de Sumé - Mapa de solo</u>	31
2.4	- <u>BACIA REPRESENTATIVA DE JUATAMA</u>	32
2.4.1	- Fig. - <u>Toposequência típica da bacia de Juatama</u>	32
2.4.2	- <u>Geologia</u>	32
2.4.3	- <u>Solos: características hidrodinâmicas e cobertura vegetal</u>	32
2.4.3.1	- <u>Afloramento de rocha em associação com solo Litólico</u>	32
2.4.3.2	- <u>Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico</u>	33
2.4.3.3	- <u>Solonetz</u>	33
2.4.3.4	- <u>Planossolo</u>	33
2.4.4	- <u>Caracterização da Bacia</u>	34
2.4.5	- <u>Quadro - Resultado dos testes de permeabilidade na Bacia Representativa de Juatama</u>	34
2.4.6	- <u>Resultado geral dos testes de permeabilidade da Bacia Representativa de Juatama</u>	35
2.4.7	- Fig. - <u>Bacia Representativa de Juatama - Mapa de solo</u> ..	36
2.5	- <u>BACIA REPRESENTATIVA DE IBIPEBA</u>	37
2.5.1	- <u>Geologia</u>	37
2.5.2	- <u>Solos: características hidrodinâmicas e cobertura vegetal</u>	37
2.5.2.1	- <u>Cambissolos Eutróficos com A Moderado e B Vértico</u>	37
2.5.2.2	- <u>Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Eutrófico</u>	38
2.5.2.3	- <u>Solos Litólicos Distróficos, textura arenosa associados a Afloramentos de rochas</u>	38
2.5.2.4	- <u>Areias Quartzosas</u>	39
2.5.2.5	- <u>Associação de Cambissolos Eutróficos + Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico</u> ..	39
2.5.3	- <u>Caracterização das sub-bacias</u>	39
2.5.3.1	- <u>Sub-bacia nº 02 - Lajedo de Baixo (19,1 km²)</u> ..	39
2.5.3.2	- <u>Sub-bacia nº 06 - Passagem (14,8 km²) e Sub-bacia nº 05 - Isabel (46,8 km²)</u>	40
2.5.3.3	- <u>Sub-bacia nº 07 - Lagoa do Canto (61,3 km²)</u> ..	40
2.5.3.4	- <u>Sub-bacia nº 03 - Açude Bom Desejo (38 km²) e sub-bacia nº 04 - Açude Oswaldão (6,64 km²)</u> ..	40
2.5.3.5	- <u>Sub-bacia nº 01 - Lagoa Grande (321,5 km²)</u> ..	41
2.5.4	- <u>Quadro - Resultado dos testes de permeabilidade na Bacia Representativa de Ibipeba</u>	41
2.5.5	- <u>Resultado geral dos testes de permeabilidade na Bacia Representativa de Ibipeba</u>	42
2.5.6	- Fig. - <u>Bacia Representativa de Ibipeba - Mapa de solo</u> ..	45
2.6	- <u>BACIA REPRESENTATIVA DE TAUÁ</u>	46
2.6.1	- <u>Geologia</u>	46
2.6.2	- <u>Solos: características hidrodinâmicas e vegetação</u>	46
2.6.2.1	- <u>Planossolos Solodizados</u>	46
2.6.2.2	- <u>Solonetz</u>	47
2.6.2.3	- <u>Solo Bruno não Cálcico</u>	47
2.6.2.4	- <u>Solos Litólicos</u>	48
2.6.2.5	- <u>Vertissolo</u>	48
2.6.2.6	- <u>Afloramento de rochas</u>	48
2.6.3	- <u>Caracterização das sub-bacias</u>	49
2.6.3.1	- <u>Mundo Novo (20 km²)</u>	49
2.6.3.2	- <u>Açude Moquem (11 km²)</u>	49
2.6.3.3	- <u>Açude João Fragoso (6,6 km²)</u>	49
2.6.3.4	- <u>Caldeirão (aprox. 100 ha)</u>	49

2.6.3.5	- Açude Luzimar (aprox. 10 ha)	49
2.6.3.6	- Açude Chico (aprox. 100 ha)	50
2.6.3.7	- Açudinho (aprox. 100 ha)	50
2.6.3.8	- Pirangi (187 km ²)	50
2.6.4	- Quadro - Resultado dos testes de permeabilidade na Bacia Representativa de Tauá	51
2.6.5	- Resultado geral dos testes de permeabilidade da Bacia Representativa de Tauá	52
2.6.6	- Fig. - Bacia Representativa de Tauá - Mapa de solo	55
3	- CONCLUSÕES GERAIS	56
3.1	- OBJETIVOS VISADOS	56
3.2	- TRABALHOS REALIZADOS	56
3.3	- RESULTADOS OBTIDOS	57
3.3.1	- Tabela - Permeabilidade dos diferentes solos do Nordeste	57
3.4	- LIMITAÇÕES E OBSTÁCULOS À EXTRAPOLAÇÃO DOS RESULTADOS	59
3.5	- CONCLUSÕES	60
4	- RESUME	62
5	- ABSTRACT	62
6	- ANEXO - METODOLOGIA DE MEDIÇÃO - MÜNTZ (CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO)	64
6.1	- FIG. - INFILTRÔMETRO MÜNTZ	65
7	- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
	Relação das publicações editadas da série: Brasil.SUDENE.Hidrologia	

APRESENTAÇÃO E OBJETIVOS

A planificação inicial dos estudos de pequenas Bacias Representativas do Nordeste, realizada em 1974 pelo Departamento de Recursos Naturais da SUDENE, previa o estudo de 22 conjuntos de bacias para cobrir e representar o acervo das variações dos fatores físico-climáticos desta região brasileira.

Em 1982, com a instalação da terça parte das bacias previstas, os resultados obtidos já são consideráveis, especialmente na zona do semi-árido, onde foram concentrados esforços em sete das oito bacias estudadas.

Tornou-se então necessária a realização de uma primeira síntese dos resultados já adquiridos, com a dupla finalidade de fornecer dados mais precisos aos usuários e de se programar os estudos futuros, preenchendo as lacunas atuais do conhecimento do regime hidrológico das pequenas bacias.

Esta primeira síntese é o resultado da comparação de dois estudos diferentes:

- o das características físico-climáticas de cada bacia estudada, que permite definir as zonas de abrangência dos resultados obtidos;
- o das características hidrológicas de cada bacia. Estas características são representadas através de modelos hidropluviométricos de simulação e permitem quantificar os recursos hídricos de todas as bacias estudadas.

Este relatório junta e compara, ao mesmo tempo, as características físico-climáticas dos cinco conjuntos de bacias - RIACHO DO NAVIO, SUMÉ, IBIPEBA, JUATAMA e TAUÁ - perfazendo um total de 23 sub-bacias às quais se têm ajustado modelos hidropluviométricos de simulação. Os resultados obtidos através destas simulações serão objeto do próximo relatório.

Vale salientar que este trabalho é fruto da colaboração do Setor de Bacias Representativas e Experimentais e do Setor de Solos da Divisão de Recursos Renováveis do Departamento de Recursos Naturais da SUDENE.

RESUMO

Este estudo objetiva definir as características físico-climáticas que condicionam os escoamentos de cinco conjuntos de Bacias Hidrográficas Representativas, estudadas pela SUDENE no Sertão nordestino; esta caracterização permitirá, posteriormente, estabelecer as regras para extrapolação dos resultados hidrológicos colhidos desde 1971 nessas bacias. Em relação com o clima e a morfologia, essas bacias são relativamente homogêneas. As pluviometrias médias variam entre 550 e 800 mm por ano, as temperaturas médias entre 24 e 27°C e as evaporações entre 2.100 e 3.200 mm por ano. O relevo das diversas bacias varia entre moderado e bastante forte. Essas diferenças climáticas e morfológicas não justificam as variações muito fortes dos comportamentos hidrológicos que se observam e que deveriam então ser explicadas por diferenças geológicas dos solos e das coberturas vegetais. O estudo da geologia, da cobertura vegetal e sobretudo dos solos e das suas características hidrodinâmicas é o tema da segunda e mais importante parte deste estudo. Os solos de cada bacia e sub-bacia são mapeados; apresentam-se os resultados dos testes de permeabilidade e uma descrição sintética e global do papel das diferentes unidades de solo na geração dos escoamentos. A conclusão mostra que:

- a) Uma grande parte dos solos do Nordeste foi estudada, o que garante a utilidade prática dos resultados.
- b) Estes solos foram ordenados por ordem de permeabilidade decrescente, da forma seguinte: Areias Quartzosas, Latossolos, Cambissolos, Podzolo V. A. Eq. Eutrófico, Regossolos, Planossolos, Solos Bruno Não Cálcico, Vertissolos e Solonetz.
- c) Para melhorar e completar os resultados obtidos, precisa-se:
 - estudar novas bacias compostas de solos pouco ou não estudados;
 - estudar bacias de tamanho menor, mas homogêneas;
 - estudar o papel da cobertura vegetal em Bacias Experimentais;
 - realizar medições de permeabilidade com simuladores de chuva e/ou infiltrômetro de aspersão.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho, como já foi explicitado, define as características físicas e climáticas das bacias de RIACHO DO NAVIO (PE), SUMÉ (PB), TAUÁ e JUATAMA (CE) e IBIPEBA (BA) (ver fig. 1.6).

Não foram apresentadas as características das Bacias de AÇU, por não ter sido observado ainda escoamento notável, e ESCADA por ser localizada fora do semi-árido.

Numa primeira parte apresentam-se as características climáticas e morfológicas das diversas bacias estudadas.

Constata-se que estas características apenas não explicam as enormes variações do comportamento hidrológico observado. Isto sugere ressaltar a importância preponderante do papel do solo, da vegetação e do subsolo nas zonas semi-áridas que será objeto da última e principal parte deste relatório.

1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E MORFOLÓGICAS

1.1 PLUVIOMETRIA MÉDIA ANUAL

Riacho do Navio, Sumé e Tauá : 550 m.

Ibipeba: 600 mm (repartição mensal complexa - 2 estações chuvosas distintas).

Juatama : 800 mm.

QUADRO 1.2

TOTAIS PLUVIOMÉTRICOS EM 24 HORAS

BACIA	ULTRAPASSANDO EM MÉDIA (em mm)			
	5 vezes por ano	1 vez p/ano	1 vez cada 10 anos	1 vez cada 100 anos
RIACHO DO NAVIO SUMÉ IBIPEBA	36	63	106	152
JUATAMA	36	62	103	145
TAUÁ	32	56	95	135

QUADRO 1.3

ELEMENTOS CLIMATOLÓGICOS

BACIA	Período	Temperatura média anual (°C)	Insolação (h/ano)	Evaporação (mm/ano) Tan que clas. A
RIACHO DO NAVIO	70 - 77	24,8	2.812	2.770
SUMÉ	73 - 80	23,9	2.827	2.895
JUATAMA	74 - 77	26,8	2.494	2.734
IBIPEBA	77 - 81	23,1	2.581	2.113
TAUÁ	78 - 82	26,1	2.925	3.255

QUADRO 1.4
CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS E MORFOLÓGICAS

NOME DA BACIA	SUB-BACIA	Superfície (km ²)	Altitude média (m)	Desnível específico (m)	Classe de relevo	Compacidade
RIACHO DO NAVIO	1. MATRIZ	468	528	200	R4/5	1,17
	2. OSCAR BARROS	45,2	580	125	R4/5	1,23
	5. SALOBRO	15,6	604	110	R4/5	1,28
SUMÉ	1. GANGORRA	137,4	592	46	R3/4	1,66
	2. UMBURANA	10,7	651	48	R3/4	1,54
	4. JATOBÁ	26,8	588	26	R3	1,55
JUATAMA	1. CACHOEIRA	19,2	200	142	R5	1,19
IBIPEBA	1. LAGOA GRANDE	321,5	(800)	172	R5	1,58
	2. LAGEDO DE BAIXO	19,1	(950)	160	R5	1,23
	3. AÇUDE BOM DESEJO	38,0	(870)	167	R5	1,43
	4. AÇUDE OSWALDÃO	6,64	(800)	209	R5	1,14
	5. FAZ. ISABEL	46,8	(730)	70	R4	1,41
	6. FAZ. PASSAGEM	14,8	(740)	53	R4	1,31
	7. LAGOA DO CANTO	61,3	(780)	36	R3	1,16
TAUÁ	1. PIRANGI	135	499	25	R2/3	1,49
	2. MUNDO NOVO	20,4	520	14	R2	1,47
	5. MOQUEM	9,4	506	30	R3	1,26
	7. AÇ. MUNDO NOVO	0,54	(500)	-	(R2/3)	-
	8. AÇ. JOÃO FRAGOSO	6,6	(500)	-	(R2/3)	-
	9. AÇUDINHO	1,03	(500)	-	(R2/3)	-
	CALDEIRÃO	(1,0)	(500)	-	(R2/3)	-
	AÇ. LUZIMAR	0,19	(500)	-	(R2/3)	-
	AÇ. CHICO	0,92	(500)	-	(R2/3)	-

O quadro acima apresenta para cada bacia ou sub-bacia estudada os seguintes parâmetros:

- Superfície em km².
- Altitude média (m)
- Desnível específico (m) e classe de relevo: para caracterizar o relevo das bacias.
- Coeficiente de compacidade de GRAVELLIUS: para caracterizar a forma das bacias.

1.5 INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E MORFOLÓGICAS NOS REGIMES HIDROLÓGICOS

Essas cinco bacias são localizadas em regiões diferentes do Nordeste semi-árido e separadas, às vezes, por distâncias superiores a 1.000 km. Entretanto, pode-se constatar que, segundo os critérios já examinados, nenhuma bacia é muito diferente das outras. Com efeito, as características do clima e da morfologia são relativamente homogêneas entre si e não podem explicar as enormes variações dos escoamentos observados nas diversas bacias.

Para ilustrar isso, podemos assinalar as maiores diferenças constatadas nos itens 1.1 a 1.4.

- no que concerne à precipitação, o total pluviométrico anual de JUATAMA é superior aos das outras bacias; entretanto JUATAMA e sobretudo TAUÁ apresentam totais pluviométricos em 24 horas bem inferiores às demais bacias;
- no que concerne ao clima, TAUÁ recebe a maior insolação e tem a maior evaporação, enquanto que em IBIPEBA observa-se a menor evaporação e uma insolação das mais baixas;
- os relevos de IBIPEBA, JUATAMA e RIACHO DO NAVIO são superiores aos de SUMÉ e sobretudo ao de TAUÁ.

Se nos limitarmos a examinar os fatores condicionais do escoamento já apresentados, IBIPEBA é a bacia que deveria proporcionar os maiores escoamentos e TAUÁ os mais fracos, mas é exatamente o contrário que acontece, pois observam-se coeficientes de escoamento bem superiores em TAUÁ que em IBIPEBA.*

Este exemplo basta para demonstrar o papel preponderante no ciclo hidrológico das características do solo, do sub-solo e da cobertura vegetal, que constituem o objeto da segunda parte deste relatório.

* Cf. ref. bibliográfica nº 06; nesta publicação os coeficientes de escoamento do solo saturado determinados para a bacia de IBIPEBA variam entre 0 e 23% e na bacia de TAUÁ entre 50 e 77%.

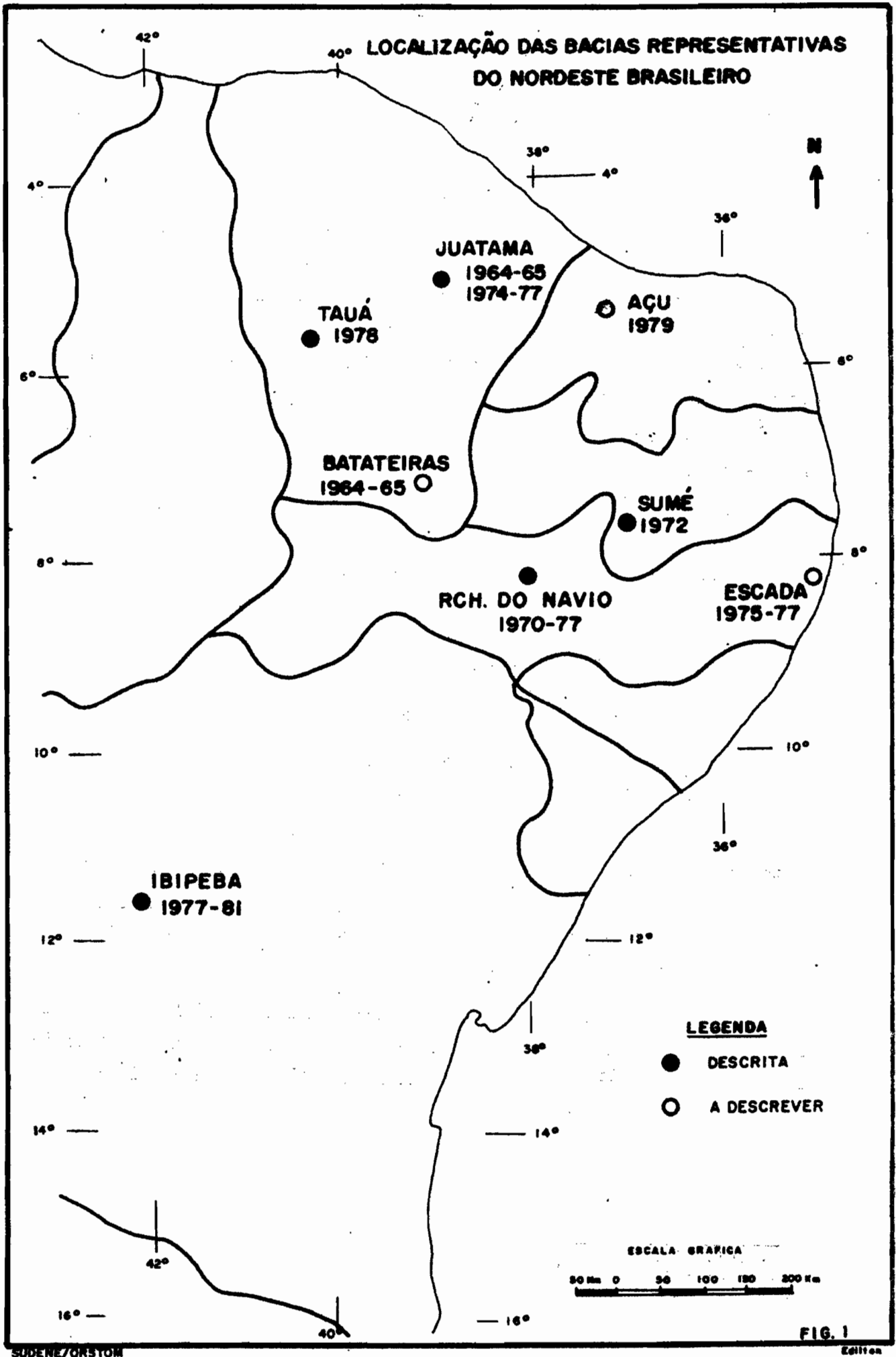


Fig. 1.6

2. CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS, SUB-SOLOS E DA VEGETAÇÃO

Mostrou-se anteriormente que as sensíveis diferenças hidrológicas, constatadas na zona do semi-árido estudada, deveriam se relacionar basicamente com as características dos solos, sub-solos e cobertura vegetal.

Atualmente, essas características não são diretamente determináveis e só podem ser definidas no campo, pois não existem mapas das características hidrodinâmicas dos solos ou da cobertura vegetal em escala utilizável para nossos estudos.

Foram, então, organizadas campanhas sistemáticas de mapeamento dos solos das bacias e da medição das permeabilidades das principais unidades por infiltrômetro de MÜNTZ. Aproveitou-se essas campanhas para juntar observações e informações relativas à natureza da vegetação, à importância das superfícies cultivadas como, também, à geologia.

No presente capítulo são apresentados, primeiramente, quadros resumindo os principais resultados obtidos.

Encontrar-se-á, a seguir, descrições e explicações mais detalhadas para cada bacia

2.1 RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DE SOLOS, SUB-SOLOS E VEGETAÇÃO

a) RIACHO DO NAVIO: É uma bacia complexa apresentando alternância de solos permeáveis e não permeáveis.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA	DIVERSAS	GRANITO INTRUSIVO			MIGMATITOS MICAXISTOS PARAGNAISSES	
Solo gerado	Afloramento* de rocha	Litólico**	Planossolo (forte capacidade de retenção)	Regossolo espesso	Regossolo raso ou Bruno não Cálcico	
Ocupação do solo	Pouco cultivada		Pouco cultivado caatinga de pouca densidade e de porte elevado	Geralmente cultivado	Pouco cultivado	
Permeabilidade (mm/h)	0	80 a 120	70 a 100	90 a 150	25 a 40	
% em cada sub-bacia	SALOBRO	(55%)*	(55%)**	0%	38%	7%
	OSCAR BARROS	(38%)*	(38%)** + 17%***	0%	39%	6%

* associado com solo Litólico

** associado com afloramento de rocha

*** associado com solo Bruno Não Cálcico

b) SUMÉ : Existem duas formações geológicas principais que geram solos bem diferentes.

Formação geológica	GRANITO ALCALINO		XISTO, PARANFIBÓLITOS GNAISSES e QUARTZITOS			
Solos gerados	Afloramento de rocha	Solo Podzólico Vermelho Amarelo Equival. Eutrófico	Bruno Não Cálcico	Bruno Não Cálcico Vértico	Litólico raso	Solos Aluviais
Ocupação do solo	Sem cultivo	Muito cultivado	Pouco cultivado (tomate) sobretudo pastagens e caatinga nativa			Cultivado
Permeabilidade (mm/h)	0	Forte entre 300 ou 400	Fraca entre 25 e 40. Capacidade de retenção em torno de 60 mm.			Forte > 500
% em cada sub-bacia	UMBURANA	0%	0%	74%	19%	7%
	JATOBÁ	6%	74%	19% *		1%
	GANGORRA	1%	15%	59% *	14%	7%

* em associação com solo Litólico Eutrófico.

As zonas aluviais situadas perto dos leitos dos rios e os açudes têm um papel importante na retenção das primeiras cheias.

c) JUATAMA :

Geologia: Embasamento cristalino Pré-cambriano com Migmatitos moderadamente básico com grau fino e médio.

Solos: Esta pequena bacia apresenta, geralmente, a mesma sucessão de solos (ou toposequência) desde o divisor de água até o fundo do vale.

→ SENTIDO DO ESCOAMENTO (ou do DECLIVE) →				
Tipo de solo	AFLORAMENTO associado com LITÓLICO	PODZÓLICO EUTRÓFICO	SOLONETZ	PLANOSSOL
Relevo	Muito forte	Forte	Ondulado	Plano
Ocupação do solo	Vegetação natural (Caatinga)	Muito cultivado	Cultivado	Muito cultivado
Permeabilidade (mm/h)	Fraca	Regular 57	Muito fraca 8	Forte 200
% do solo na bacia	45%	22%	21%	12%

d) IBIPEBA : Existem duas formações geológicas que geram solos bem diferentes.

Formação geológica	CALCÁRIO			QUARTIZITOS e ARENITOS		
	Dolomítico não Cárstico	CÁRSTICO				
Solo gerado e características hidrodinâmicas.	CAMBISSOLO pode existir um pequeno escoamento de superfície quando tiver bastante declividade e sob vegetação natural.	CAMBISSOLO + SOLO PODZÓLICO não tem escoamento de superfície.	LATOSSOLO relevo plano, espessura 2 a 3m permeável: não tem escoamento de superfície.	LITÓLICO associado com AFLORAMENTO DE ROCHA. Permeável mas raso: as cheias serão fracas, mas terá uma restituição (esc. de base) importante.	AREIAS QUARTIZOSAS muito permeável. <u>Armazena todo o escoamento procedente de montante.</u>	
Ocupação do solo	Bastante cultivados			Muito pouco cultivado		
Permeabilidade (mm/h)	140 (vegetação natural) cultura	290 (cultivado)	115 a 250 segundo a cobertura vegetal	71	426	
% em cada sub-bacia	2. LAJEDO DE BAIXO	-	-	100%	-	
	5. FAZ. ISABEL	69%	-	31%	-	
	6. FAZ. PASSAGEM	86%	-	14%	-	
	7. LAGOA DO CANTO	23%	44%	33%	-	
	3. AÇUDE BOM DESEJO	11%	26%	18%	41%	4%
	4. AÇUDE OSWALDÃO	-	-	5%	90%	5%
	1. LAGOA GRANDE	27%	21%	32%	17%	3%

e) TAUÁ :

Geologia: Emplacemento cristalino Pré-cambriano (principalmente Migmatitos com algumas manchas misturadas de Gnaisses, Anfibólitos, Xistos e Pegmatitos).

Solos: É uma bacia complexa que apresenta uma alternância de solos na sua maioria pouco permeáveis.

Formação geológica	PEGMATITAS e MIGMATITAS		MIGMATITAS básicas ANFIBÓLITAS		XISTOS e GNAISSES		
	Solos gerados	AFLORAMENTO DE ROCHA	SOLONETZ	BRUNO NÃO CÁLCICO	VERTISSOLO	LITÓLICO raso ou PLANOS-SOL degradado	LITÓLICO
Permeabilidade (mm/h)	0	8	15 a 30	Depende da saturação. Quando estão saturados, são impermeáveis.	(41)	80	50 a 80 Quando estão saturados, são impermeáveis
% na sub-bacia MUNDO NOVO	10%	20%	20%	-	-	-	50%

Os solos da bacia de TAUÁ são geralmente pouco cultivados, com exceção da sub-bacia de MUNDO NOVO que se encontra bastante cultivada. Esta mesma sub-bacia de MUNDO NOVO deve escoar muito quando saturada razão da proporção elevada de Planossolos.

As outras bacias contêm entre 50 e 60% de solos Bruno Não Cálcico e perto de 30% de Vertissolos. São diferenciados entre si pela Vegetação.

- Aç. MOQUEM - vegetação um pouco degradada - declividades bastante fortes.
- Aç. JOÃO FRAGOSO - vegetação um pouco degradada - declividades regulares
- CALDEIRÃO - vegetação degradada
- LUZIMAR - vegetação muito degradada
- CHICO - vegetação muito pouco degradada
- AÇUDINHO - vegetação muito pouco degradada.

2.2 BACIA REPRESENTATIVA DO RIACHO DO NAVIO

Esta bacia, situada no centro do Estado de Pernambuco, no Sertão do PAJEÚ, sobre embasamento cristalino, é constituída dos seguintes tipos de solos: Associação de Solos Litólicos mais Regossolos e Afloramentos de rocha, Regossolos Eutróficos rasos, Regossolos Eutróficos, Solos Litólicos, Planossolos Solódicos e Bruno Não Cálcicos (ver fig. 2.2.6).

2.2.1 Geologia

Esta bacia é situada sobre um embasamento cristalino pré-cambriano.

Na parte ocidental da bacia e na maioria da sub-bacia de SALOBRO predominam Migmatitos, Micaxistos e Paragnaisses que geram Regossolos Eutróficos rasos. Toda a parte central da bacia é situada sobre um granito intrusivo que favorece o desenvolvimento de Solos Litólicos, de Regossolos mais profundos e de Planossolos.

2.2.2 Solos: características hidrodinâmicas e cobertura vegetal

2.2.2.1 Associação de Solos Litólicos mais Regossolos e Afloramentos de rocha, com percentagem de aproximadamente: Solos Litólicos (50%), Regossolos (30%) e Afloramentos (20%).

O escoamento nestes solos pode ser caracterizado como sendo muito grande nos Afloramentos, seguido de infiltração nos Solos Litólicos localizados no sopé (com elevada permeabilidade), mas devido à pouca capacidade de retenção da água, o conjunto produz uma restituição do manancial hídrico determinando uma rede hidrográfica bem marcada. Esta área é pouco cultivada.

2.2.2.2 Regossolo Eutrófico raso - São solos de pouca espessura, desenvolvidos, geralmente, quando a rocha-mãe for Migmatitos e Pegmatitos; são muito arenosos e têm uma capacidade de retenção e infiltração fracas. O teste nº 5 apresentou um resultado médio de 34,5 mm/h.

Estes solos são geralmente pouco cultivados.

2.2.2.3 Regossolo Eutrófico - Normalmente apresenta-se em associação com Litólico Eutrófico, respectivamente nas seguintes percentagens: Regossolo Eutrófico (70%), Litólico Eutrófico (30%). São solos com profundidades maiores do que os anteriores, com permeabilidade variando entre 80 e 150 mm/h e capacidade de retenção mais elevada, conforme o percentual de areia e o tipo de manejo do solo. Uma parte considerável deste tipo de solo encontra-se cultivada na bacia de Salobro, onde se pode esperar maiores permeabilidades.

O teste nº 4, realizado nesta área, em solo com textura grosseira e pouco compacta, apresentou um resultado em torno de 145 mm/h. Já o mesmo solo em área de caatinga a permeabilidade é mais fraca. Os testes nºs 2 e 3 apresentaram, respectivamente, os resultados médios de 101 e 86 mm/h.

São solos geralmente cultivados.

2.2.2.4 Solo Litólico - Encontra-se em associação com Regossolo Eutrófico e Bruno Não Cálcico, com percentuais de 60% para os Litólicos, 30% para os Regossolos e 10% para os Bruno Não Cálcicos. Geralmente, são solos profundos, com boa permeabilidade (da ordem de 100 mm/h), comparáveis, em termos de infiltração, aos Regossolos Eutróficos profundos. Contudo, a capacidade de retenção de água é menor do que nos Regossolos, o que vai produzir escoamentos maiores. Estes solos estão localizados na porção meridional da bacia de Oscar Barros.

Os testes realizados nesta área apresentaram os seguintes resultados: para o teste nº 1 - solo Litólico Eutrófico com A fraco 86 mm/h (considerado representativo da maior parte dos solos deste tipo); teste nº 6 - solo Litólico muito profundo e arenoso com permeabilidade superior à média (173 mm/h); teste nº 11 - num solo Litólico bastante arenoso acima de um horizonte Vértico (106 mm/h). Neste tipo de solo quando o horizonte superior for saturado deverá produzir escoamento muito forte. Estes solos são pouco cultivados e, normalmente, cobertos pela caatinga hiperxerófila.

2.2.2.5 Planossolo Solódico - Comumente encontrado em associação com Solos Aluviais Eutróficos, na proporção de 70 e 30%. Este tipo de solo tem a propriedade de armazenar água nos horizontes superiores arenosos, formando uma espécie de capas freáticas. Deste modo, há um processo de captação e retenção de água do escoamento proveniente de montante. Os testes n^os 7 e 8, respectivamente com 72 e 73 mm/h demonstram uma permeabilidade regular nos Planossolos. Mas em relevos fracos e zonas de aluvião a infiltração poderá ser mais acentuada. Deve-se observar que a camada de areia superior do Planossol, ao se saturar, torna este tipo de solo totalmente impermeável. Quanto mais fina for a camada de areia, maior incidência do fenômeno da impermeabilidade; neste caso, o Planossol tende para um Solonetz. Estes solos ocorrem aos sul (fora da bacia de Oscar Barros), são pouco cultivados e cobertos por uma vegetação de caatinga de pouca densidade e de porte mais elevado.

2.2.2.6 Solo Bruno Não Cálcico - Este solo encontra-se em pequenas manchas em associação com Solos Litólicos. Apresenta uma permeabilidade fraca (teste n^o 10, em torno de 28 mm/h) e, em consequência deste fato, deverá provocar escoamentos elevados. Deve-se observar que este tipo de solo, raramente encontrado no conjunto das bacias representativas do Riacho do Navio, é bastante comum na bacia do Riacho Pajeú e nas outras regiões do Nordeste. São solos geralmente pouco cultivados.

2.2.3 Caracterização das sub-bacias

2.2.3.1 Bacia de Salobro - Esta bacia é constituída de 3 unidades pedológicas: nas cabeceiras, 55% de associação de Solos Litólicos mais Regossolos e Afloramentos de rochas; próximo às cabeceiras e ao sul da primeira formação, 7% de Regossolo Eutrófico raso; ao sul desta segunda formação, 38% de associação de Regossolos Eutróficos e Solos Litólicos Eutróficos. Vale salientar que a primeira unidade de solos

desta bacia, no que concerne à hidrodinâmica, é de suma importância, haja vista que a pouca capacidade de retenção de água associada às fortes declividades produzem escoamentos notáveis. Nos Regossolos rasos o escoamento deve ser forte, mas nos Regossolos Eutróficos profundos e solos Litólicos escoam pouco e podem mesmo absorver os deflúvios produzidos a montante.

2.2.3.2 Bacia de Oscar Barros - É constituída de 4 unidades principais de solos: 38% de solos Litólicos mais Regossolos e Afloramentos; 6% de Regossolos Eutróficos rasos; 39% de associação de Regossolos Eutróficos e Solos Litólicos Eutróficos e 17% de associação de Solos Litólicos Eutróficos e Bruno Não Cálculo.

As três primeiras unidades citadas já foram comentadas. Na quarta unidade (associação de L + RE + BNC) o escoamento é fraco; mas superior ao escoamento produzido nos Regossolos Eutróficos profundos e existentes na bacia de Salobro.

Fora da bacia de Oscar Barros encontram-se manchas de Planossolo bastante permeáveis, que funcionam como uma espécie de freio ao escoamento. Ao contrário dos Planossolos, os Solos Bruno Não Cálculo apresentam um elevado coeficiente de escoamento.

Quadro 2.2.4

Resultados dos testes de permeabilidade na Bacia Representativa de Riacho do Navio

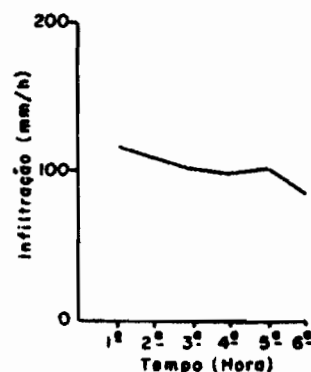
TESTE	TIPO DE SOLO	VALOR MÉDIO DEPOIS DE 6 HORAS (mm/h)
01	Litólico Eutrófico com A fraco	86,0
06	Litólico Profundo	173,3
11	Litólico indiscriminado	106,3
02	Regossol indiscriminado	85,6
03	Regossol Eutrófico	101,1
04	Regossol Eutrófico Profundo	145,4
05	Regossol Eutrófico Raso	34,6
07	Planossol Solódico	73,2
08	Planossol Solódico	72,1
10	Bruno Não Cálculo	28,4

2.2.5 - Resultado geral dos testes de permeabilidade na Bacia Representativa do Riacho do Navio

TESTE nº 01

TIPO DE SOLO: Litólico Eutrófico com A fraco

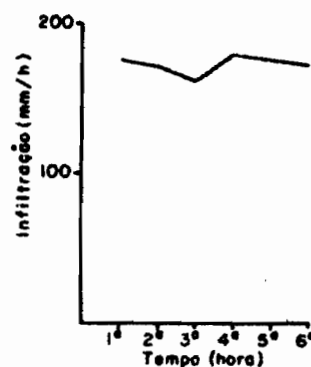
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	129,8	81,9	138,3	116,3
2a.	113,7	81,9	129,4	108,4
3a.	108,4	71,2	124,4	101,3
4a.	97,6	79,4	115,9	97,6
5a.	96,4	84,7	121,9	101,0
6a.	81,6	74,3	102,1	86,0



TESTE nº 06

TIPO DE SOLO: Litólico Profundo

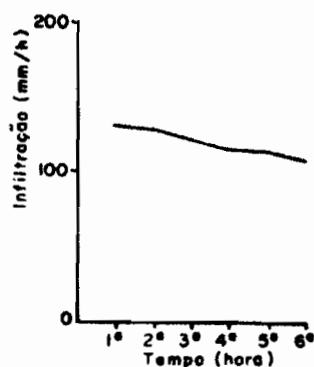
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	116,2	237,8	173,2	175,8
2a.	138,3	196,9	178,6	171,2
3a.	83,5	207,9	191,8	161,0
4a.	149,6	203,2	179,2	177,0
5a.	145,2	195,3	189,0	176,5
6a.	151,5	196,9	171,7	173,3



TESTE nº 11

TIPO DE SOLO: Litólico

TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	106,2	165,4	121,3	130,9
2a.	112,5	155,9	118,1	128,8
3a.	106,8	138,6	118,8	121,4
4a.	108,4	126,6	112,8	115,9
5a.	105,5	122,2	115,0	114,2
6a.	107,1	111,8	99,9	106,3

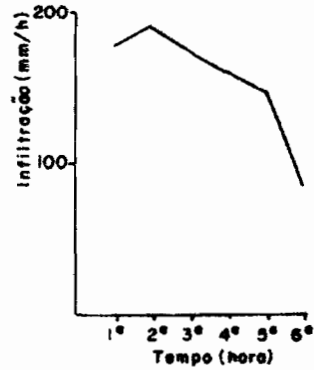


RIACHO DO NAVIO

TESTE n° 02

TIPO DE SOLO: Regossol

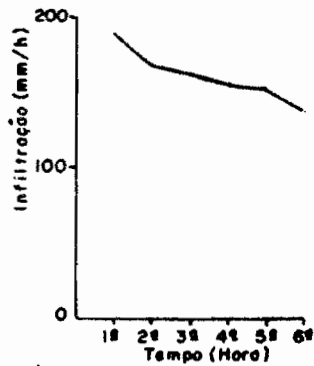
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	271,7	148,7	170,9	179,1
2a.	257,2	140,8	175,6	191,2
3a.	222,7	136,4	167,0	175,4
4a.	201,3	131,0	151,5	161,3
5a.	177,3	125,7	142,1	148,4
6a.	83,3	105,5	68,0	85,6



TESTE n° 03

TIPO DE SOLO: Regossol Eutrófico

TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	157,5	119,4	302,4	193,1
2a.	147,4	102,7	259,2	169,8
3a.	136,1	102,7	254,8	164,5
4a.	126,0	102,1	249,8	159,3
5a.	108,0	100,1	249,5	152,8
6a.	101,1	100,1	215,8	139,2*

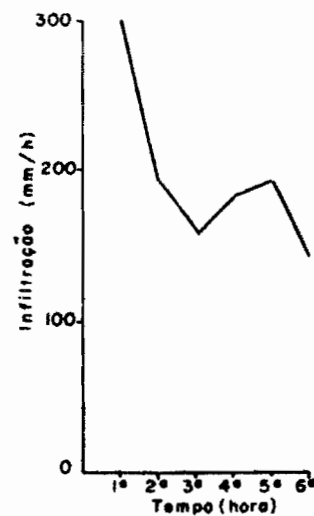


* ou 101 mm/h sem levar em conta o teste 3-C considerado como anormal.

TESTE n° 04

TIPO DE SOLO: Regossol Eutrófico Profundo

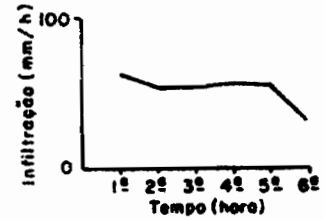
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	B	Média
1a.	287,6	297,7	319,7	301,7
2a.	200,7	176,7	201,0	192,8
3a.	141,8	149,9	184,3	158,7
4a.	150,9	188,4	213,6	184,3
5a.	163,4	183,3	232,4	192,7
6a.	132,9	115,9	187,4	145,4



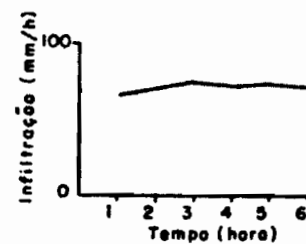
RIACHO DO NAVIO

TESTE n° 05TIPO DE SOLO: Regossolo Eutrófico Raso

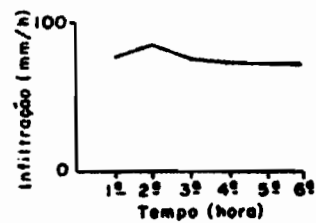
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	42,5	121,3	23,6	62,5
2a.	33,7	110,6	16,1	53,4
3a.	39,4	107,1	15,4	54,0
4a.	43,0	101,7	20,4	55,1
5a.	29,4	115,9	20,2	55,2
6a.	35,6	53,9	14,5	34,6

TESTE n° 07TIPO DE SOLO: Planossol

TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	79,2	56,7	61,7	65,9
2a.	83,0	61,4	65,8	70,1
3a.	95,8	55,1	74,0	75,0
4a.	100,5	63,0	58,3	73,9
5a.	97,3	58,3	67,7	74,4
6a.	99,2	67,7	52,6	73,2

TESTE n° 08TIPO DE SOLO: Planossol

TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	78,4	120,6	29,9	76,3
2a.	100,8	115,6	37,8	84,7
3a.	86,3	100,8	37,8	75,0
4a.	87,3	101,4	33,1	73,9
5a.	93,6	84,4	41,0	73,0
6a.	100,8	77,2	38,4	72,1

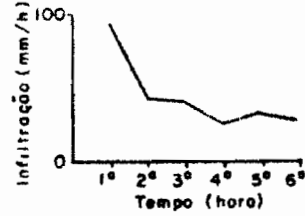


RIACHO DO NAVIO

TESTE n° 10

TIPO DE SOLO: Bruno Não Cálculo

TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	81,9	92,9	99,2	91,4
2a.	42,7	28,4	56,7	42,6
3a.	50,2	31,5	39,1	40,3
4a.	30,6	28,4	17,6	25,5
5a.	22,7	25,5	48,8	32,3
6a.	29,6	24,9	30,6	28,4

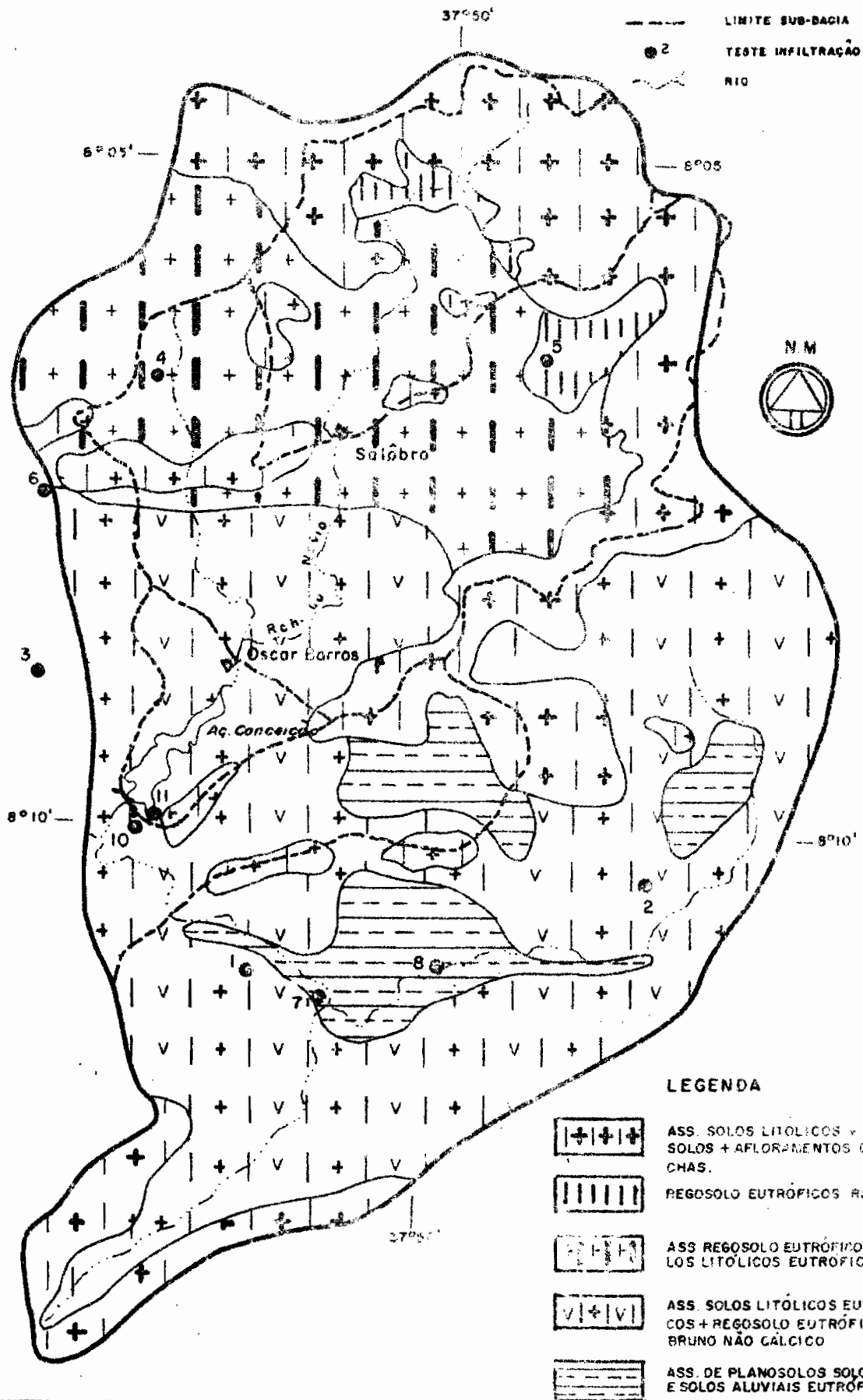


BACIA REPRESENTATIVA DO RIACHO DO NAVIO
MAPA DE SOLO

ESCALA GRÁFICA
500 m 0 500 m 1500 m

CONVENÇÕES

- ▼ POSTO FLUVIOMÉTRICO
- ÁREA MAPEADA
- - - LIMITE SUB-BACIA
- 2 TESTE INFILTRAÇÃO
- ~ RIO



LEGENDA

- ASS. SOLOS LITÓLICOS + REGOSOS + AFLORAMENTOS DE ROCHAS.
- REGOSOLO EUTRÓFICOS RAZO.
- ASS. REGOSOLO EUTRÓFICOS + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS.
- ASS. SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS + REGOSOLO EUTRÓFICO + BRUNO NÃO CÁLCICO.
- ASS. DE PLANOSOLOS SOLODÍICOS E SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS.

SUDENE/ORSTOM

Edição

Fig 2.2.6

2.3 BACIA REPRESENTATIVA DE SUMÉ

A bacia de Sumé situada na porção centro meridional do Estado da Paraíba, sobre embasamento cristalino, apresenta 2 (dois) tipos de solos principais: os Bruno Não Cálcico e os solos Podzólicos Vermelho Anarelos Eutróficos. O solo Bruno Não Cálcico é um solo muito comum na região e merece uma atenção toda especial (ver fig. 2.3.7).

2.3.1 Geologia (ver figura 2.3.6 Esboço Geológico)

As rochas são cristalinas e fazem parte do embasamento de idade pré-cambriano com cerca de:

- 20% de granitos alcalinos que dão origem aos solos Podzólicos,
- 60% de xistos, paramfibólito e gnaiss onde se desenvolvem sobretudo os solos Bruno Não Cálcicos,
- 20% de gnaiss e quartzitos onde se desenvolvem os solos Litólicos.

Estes três tipos de rochas são caracterizados pela ausência de aquíferos generalizados, à excessão de algumas fendas e zonas aluviais localizadas de pouca espessura.

Do ponto de vista hidrológico, a diferença maior entre estas formações reside nas variações dos solos gerados.

2.3.2 Solos: características hidrodinâmicas e cobertura vegetal

2.3.2.1 Solo Bruno Não Cálcico (59%) - Tem uma espessura em torno de 40 cm, são pedregosos, com permeabilidade moderada. O escoamento superficial muito reduzido antes da saturação, tornar-se-á muito forte depois da saturação deste solo raso. No horizonte C deste tipo de solos se processa um escoamento de base. O teste nº 02 apresenta um valor médio de permeabilidade da ordem de 34 mm/h. São solos pouco cultivados cobertos, sobretudo, por caatinga nativa ou pastagens.

2.3.2.2 Solo Bruno Não Cálcico Vértico (14%) - Estes solos são mais profundos que os Bruno Não Cálcicos, têm uma permeabilidade moderada e uma capacidade de retenção pa-

ra água em torno de 60 a 70 mm. Quanto ao escoamento de base, pode haver crescimento à medida em que aumentar a declividade. O teste n° 03 apresenta um resultado médio da permeabilidade em torno de 26 mm/h. São solos pouco cultivados cobertos sobretudo por caatinga nativa ou pastagens.

2.3.2.3 Solo Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico (15%) - São profundos (> 1,5 m), com permeabilidade muito rápida devido à textura média ou franco arenosa. O escoamento superficial é muito fraco e, em consequência, a retenção de água é elevada (cerca de 300 a 400 mm). O valor médio da permeabilidade neste tipo de solo, segundo o teste n° 05, ficou em torno de 370 mm/h. São solos muito cultivados.

2.3.2.4 Solos Litólicos (7%) - Estes solos são rasos e pedregosos, com horizonte superficial às vezes pouco permeável, devido à estrutura laminar coesa; têm uma permeabilidade variando de média a lenta e um escoamento superficial moderado. O teste n° 04 apresenta um resultado médio da permeabilidade de aproximadamente 45 mm/h. São solos pouco cultivados cobertos sobretudo por caatinga nativa ou pastagens.

2.3.2.5 Solos Aluviais (4%) e Afloramento de rochas (1%) - Os primeiros são geralmente profundos, com permeabilidade rápida, apresentando reduzida possibilidade de escoamento superficial; já nos Afloramentos o escoamento superficial é quase total, à excessão da água que se infiltra nas fissuras e entre os blocos de rocha. Os solos aluviais encontram-se bastante cultivados.

2.3.3 Caracterização das sub-bacias

2.3.3.1 Sub-bacia n° 02 - Umburana (10,7 km²)

O embasamento cristalino desta bacia é constituído de gnaisses e quartzitos. Tem 3 (três) tipos de solo: 74% de

Bruno Não Cálculo, 19% de Solos Litólicos Eutróficos e 7% de Solos Aluviais

O relevo é ondulado e forte ondulado; os solos são rasos e pouco permeáveis, provocando uma baixa retenção de água e conseqüentemente, um forte escoamento superficial. O teste nº 03, realizado próximo às micro-bacias, em solo Bruno Não Cálculo Vértico, apresenta um resultado médio da permeabilidade em torno de 26,4 mm/h.

Os testes nºs 04 e 01, respectivamente em solos Litólico Eutrófico e Litólico em transição, apresentam resultados médios da permeabilidade entre 44,8 mm/h e 27,0 mm/h.

2.3.3.2 Sub-bacia nº 04 - Jatobá (26,8 km²)

A base geológica da bacia é formada de granitos alcalinos, xistos e paramfibólitos e gnaisses em menor escala. É constituída de 3 (três) formações pedológicas: 74% de Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico, que é o solo dominante, 6% de Afloramento de rocha, 19% de uma associação de solos Bruno Não Cálculo e Litólicos Eutróficos e 1% de solos Aluviais. O relevo é ondulado. O solo dominante (P.V.A. Equivalente Eutrófico) é muito permeável e tem boa capacidade de retenção da água. O teste nº 05, em um solo Podzólico, apresenta um resultado médio da permeabilidade da ordem de 369,6 mm/h.

O teste nº 02 realizado nas proximidades da bacia de Jatobá, em solo Bruno não Cálculo, apresenta um valor médio da permeabilidade em torno de 34,3 mm/h.

A água proveniente dos implúvios dos afloramentos de rocha (morros e inselbergs) vai se infiltrar na base dos morros (zona de knick), onde os solos e a zona de intemperização são mais profundas e, conseqüentemente, deve haver um processo de armazenamento de água. Por conseguinte, haverá constituição de fontes de ressurgência quase permanentes.

Em decorrência desse conjunto de fatores, as cheias na bacia de Jatobá serão fracas e retardadas, contudo poderá se observar um escoamento de base mais importante.

2.3.3.3 Sub-bacia nº 01 - Gengorra (137,4 km²) - Esta unidade hidrográfica engloba as sub-bacias nºs 2 e 4; tem em seu embasamento cristalino 20% de granitos alcalinos, que dão origem aos solos Podzólicos; 60% de xistos, parafibólitos e gnaisses onde se desenvolvem, principalmente, os solos Bruno Não Cálculo; 20% de gnaisses e quartzitos onde estão desenvolvidos os solos Litólicos.

Estes três tipos de rochas são caracterizados pela ausência de aquíferos; contudo, nas fendas e zonas aluviais de pouca espessura pode existir alguns.

A pedologia está assim aproximativamente distribuída: 59% de associação de Solos Bruno Não Cálculo e Solos Litólicos Eutróficos, 14% de Solos Bruno Não Cálculo Vértico, 7% de Solos Litólicos Eutróficos, 4% de Aluviões, 15% de Solos Podzólicos Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico e 1% de Afloramento de rocha.

O comportamento das partes altas desta bacia deve ser similar ao das sub-bacias nºs 02 e 04 devido à natureza do solo e subsolo. Contudo, as manchas de solos aluviais, muito permeáveis, situadas nas zonas de ruptura do perfil de equilíbrio transversal dos riachos, favorecem a infiltração profunda da água das cheias.

O relevo é pouco ondulado e plano.

As características acima descritas, associadas à retenção produzida pelo represamento de vários açudes, construídos ao longo da bacia, contribuem para que o escoamento se processe moderadamente.

Quadro 2.3.4

Resultado dos Testes de Permeabilidade na Bacia Representativa de Sumé

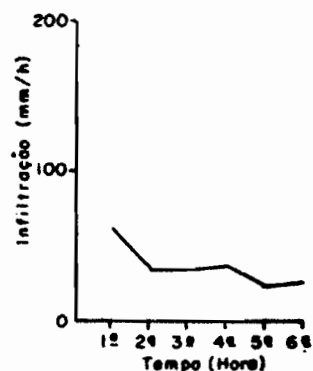
TESTE	TIPO DE SOLO	VALOR MÉDIO DEPOIS DE 6 HORAS (mm/h)
03	Bruno Não Cálculo Vértico com vegetação caatinga natural	26,4
02	Bruno Não Cálculo com caatinga baixa	34,3
04	Litólico Eutrófico rasco	44,8
01	Litólico (em transição)	27,0
05	Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico	369,6

2.3.5 - Resultado geral dos testes de permeabilidade na Bacia Representativa de Sumê

TESTE nº 03

TIPO DE SOLO: Bruno Não Cálculo Vértico com caatinga natural

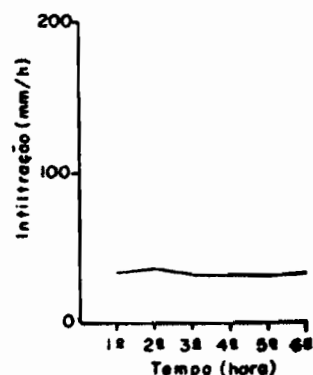
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)		
	A	B	Média
1a.	56,7	63,7	60,2
2a.	31,8	36,3	34,0
3a.	32,7	37,4	35,0
4a.	29,6	31,1	30,4
5a.	25,5	23,3	24,4
6a.	25,2	27,5	26,4



TESTE nº 02

TIPO DE SOLO: Bruno Não Cálculo com caatinga baixa

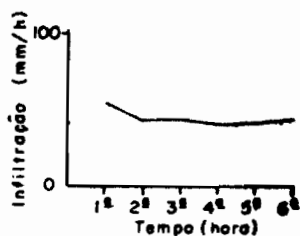
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)		
	A	B	Média
1a.	41,5	28,0	34,8
2a.	42,2	32,4	37,3
3a.	35,4	31,6	33,5
4a.	34,8	31,9	33,4
5a.	36,2	26,7	31,4
6a.	36,8	31,8	34,3



TESTE nº 04

TIPO DE SOLO: Litólico Eutrófico raso

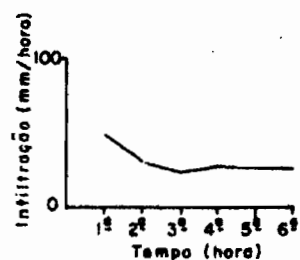
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)		
	A	B	Média
1a.	57,9	53,3	55,6
2a.	43,1	44,2	43,6
3a.	48,1	42,2	45,2
4a.	45,6	40,4	43,0
5a.	47,7	41,7	44,7
6a.	51,1	38,5	44,8



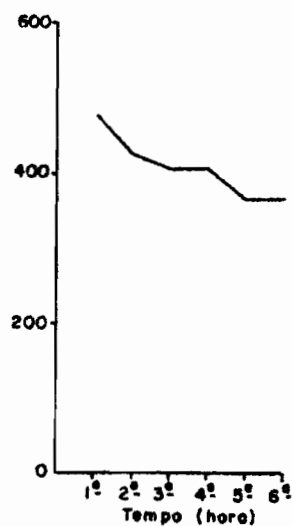
SUMÉ

TESTE nº 01TIPO DE SOLO: Litólico (em transição)

TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)		
	A	B	Média
1a.	61,4	32,7	47,0
2a.	38,5	17,6	28,0
3a.	33,2	11,6	22,4
4a.	36,8	17,3	27,0
5a.	36,8	17,3	27,0
6a.	35,9	18,2	27,0

TESTE nº 05TIPO DE SOLO: Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico

TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)		
	A	B	Média
1a.	422,1	535,8	479,0
2a.	376,4	468,4	422,4
3a.	363,8	447,9	405,8
4a.	362,2	457,0	409,6
5a.	326,0	409,5	367,8
6a.	326,0	413,2	369,6



BACIA REPRESENTATIVA DE SUMÉ
ESBOÇO GEOLÓGICO

ESCALA 1:100.000

LEGENDA



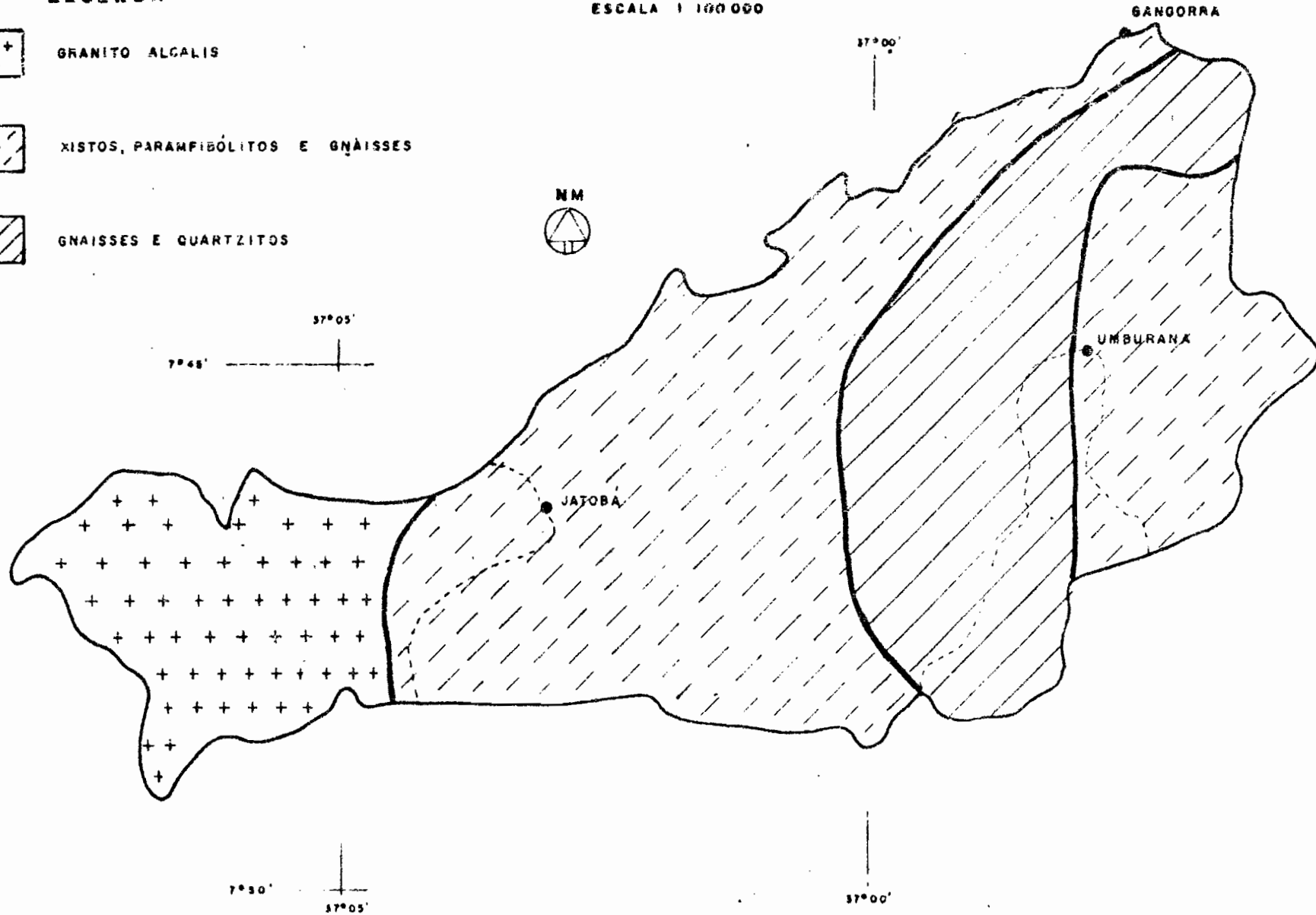
GRANITO ALCALIS



XISTOS, PARAMFIBÓLITOS E GNAISSES



GNAISSES E QUARTZITOS



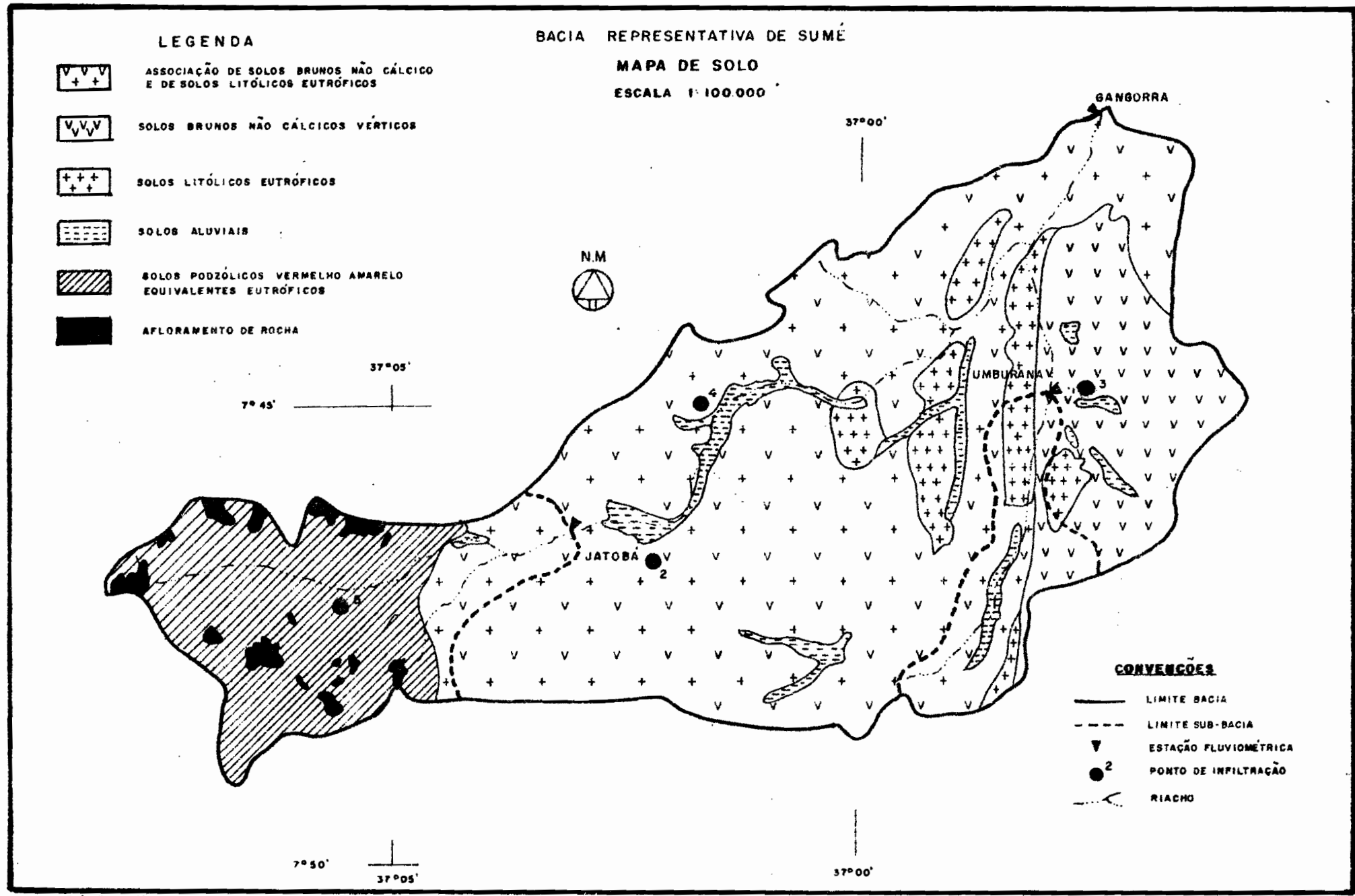


Fig. 2.3.7

2.4 BACIA REPRESENTATIVA DE JUATAMA

A bacia de Juatama situada numa zona de relevo muito acidentado, com vários níveis apresenta, geralmente, uma mesma sucessão de tipos de solo (repartição toposequencial) segundo o sentido do declive do relevo (ver fig. 2.4.1).

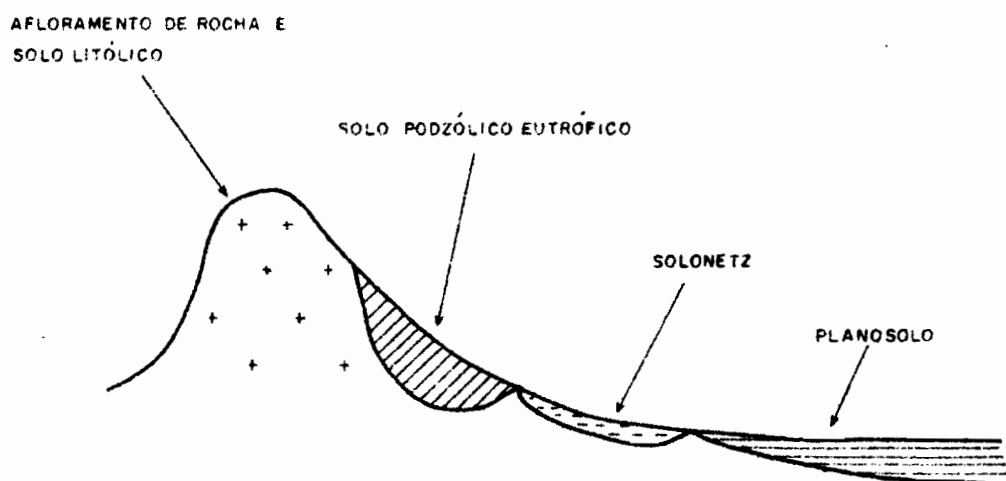


Fig. 2.4.1 Toposequência típica da bacia de Juatama

2.4.2 Geologia

Esta bacia é situada sobre um embasamento cristalino pré-cambriano composto de migmatitos moderadamente básicos com grau fino e médio.

2.4.3 Solos: características hidrodinâmicas e cobertura vegetal

Os quatro tipos principais de solos influem, sempre conjuntamente, na geração do escoamento, com efeito, às vezes, contraditórios.

2.4.3.1 Afloramento de rocha em associação com solo Litólico

Constitue 45% da área da bacia. Esta associação localizada nas zonas com relevo montanhoso e forte ondulado, é

caracterizada por um escoamento de superfície rápido e importante. Esta zona não é cultivada, encontra-se coberta com caatinga fora dos afloramentos.

2.4.3.2 Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico -

Esta formação cobre 22% de superfície da bacia. Encontra-se em zona de relevo ondulado, imediatamente a jusante da primeira unidade de solos. Apresenta uma capacidade de retenção importante devido à grande espessura do perfil do solo, e uma permeabilidade média (57 mm/h - resultado do Teste nº 4), devida à presença de um horizonte B_t textural com transição abrupta da A para o B_t.

Na zona ocupada por esses solos a captação e o armazenamento hídrico se traduz por vários cacimbões e olhos d'água, pois o horizonte C dos solos são profundos e muito porosos (minerais, primários arenosos e blocos de rocha alterada). Uma vez saturados, os Podzólicos oferecem boa restituição da água acumulada. Estes solos são bastante cultivados.

2.4.3.3 Solonetz - Esta unidade corresponde a 21% dos solos e encontra-se em zona de relevo suave ondulado, geralmente, embaixo da primeira ou da segunda formação de solos (quando existir).

É caracterizada por uma retenção muito fraca e por um escoamento importante e rápido. O resultado do teste nº 01 apresenta uma permeabilidade muito fraca de 8 mm/h. São solos geralmente cultivados.

2.4.3.4 Planossol - Esta formação representa 12% das unidades de solos existentes no conjunto; localiza-se nas zonas de relevo suave ondulado e plano. Este solo, situado abaixo de todas as outras formações pedológicas, tem capacidade de retenção média, mas a permeabilidade é forte (Teste nº 03 - 205 mm/h). O escoamento de superfície nos Planossolos deve ser muito fraco ou nulo; além disso deve captar uma parte do escoamento produzido a montante. Estas formações são muito cultivadas.

2.4.4 Caracterização da Bacia.

Esta pequena bacia, que representa as partes montanhosas do Sertão central do Ceará, tem um comportamento hidrológico bastante complexo. Assim podemos, por uma parte, indicar alguns fatores que favorecem o escoamento:

- relevo forte;
- implúvios constituídos de afloramentos rochosos;
- os solos Litólicos bastante permeáveis, mas localizados nas zonas de forte declividades;
- os Solonetz que são solos quase impermeáveis.

Em contrapartida, outros fatores limitam o escoamento:

- existência de solo Podzólico Vermelho Amarelo profundos, localizados logo embaixo dos afloramentos, e que têm a propriedade de captar a água escoada de montante;
- presença de Planossolos, na parte baixa, que influem negativamente no escoamento devido à capacidade que têm de armazenar a água.

Quadro 2.4.5

Resultado dos Testes de Permeabilidade na bacia representativa de Juatama

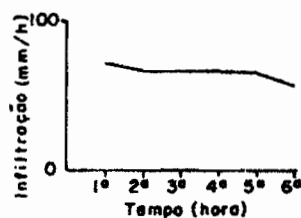
TESTE	TIPO DE SOLO	VALOR MÉDIO DEPOIS DE 6 HORA (mm/h)
04	Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico	57,2
01	Solonetz	8,3
03	Planossolo	204,8

2.4.6 - Resultado geral dos testes de permeabilidade da Bacia Representativa de Juatama

TESTE nº 04

TIPO DE SOLO: Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico

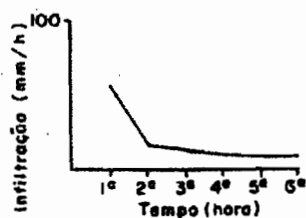
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	20,6	94,5	97,8	71,0
2a.	31,0	88,2	89,6	69,6
3a.	22,4	93,1	88,4	67,9
4a.	25,2	83,3	94,0	67,5
5a.	29,9	83,5	86,9	66,8
6a.	26,8	78,8	66,2	57,2



TESTE nº 01

TIPO DE SOLO: Solonetz

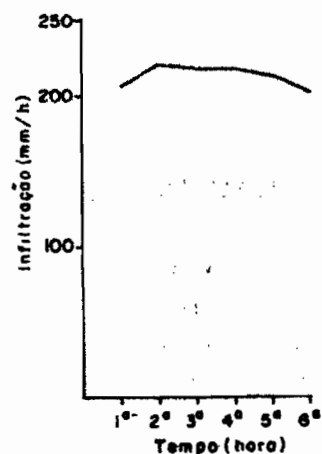
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	37,8	107,1	28,7	57,9
2a.	22,0	19,2	8,8	16,7
3a.	23,3	7,9	5,4	12,2
4a.	14,5	10,7	5,4	10,2
5a.	14,2	7,9	3,8	8,6
6a.	13,2	7,9	3,8	8,3



TESTE nº 03

TIPO DE SOLO: Planossol

TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	237,8	184,3	196,9	206,3
2a.	242,6	177,2	241,0	220,2
3a.	244,1	161,4	245,7	217,1
4a.	239,4	171,7	242,6	217,9
5a.	238,6	176,4	230,0	215,0
6a.	237,0	155,1	22,1	204,8



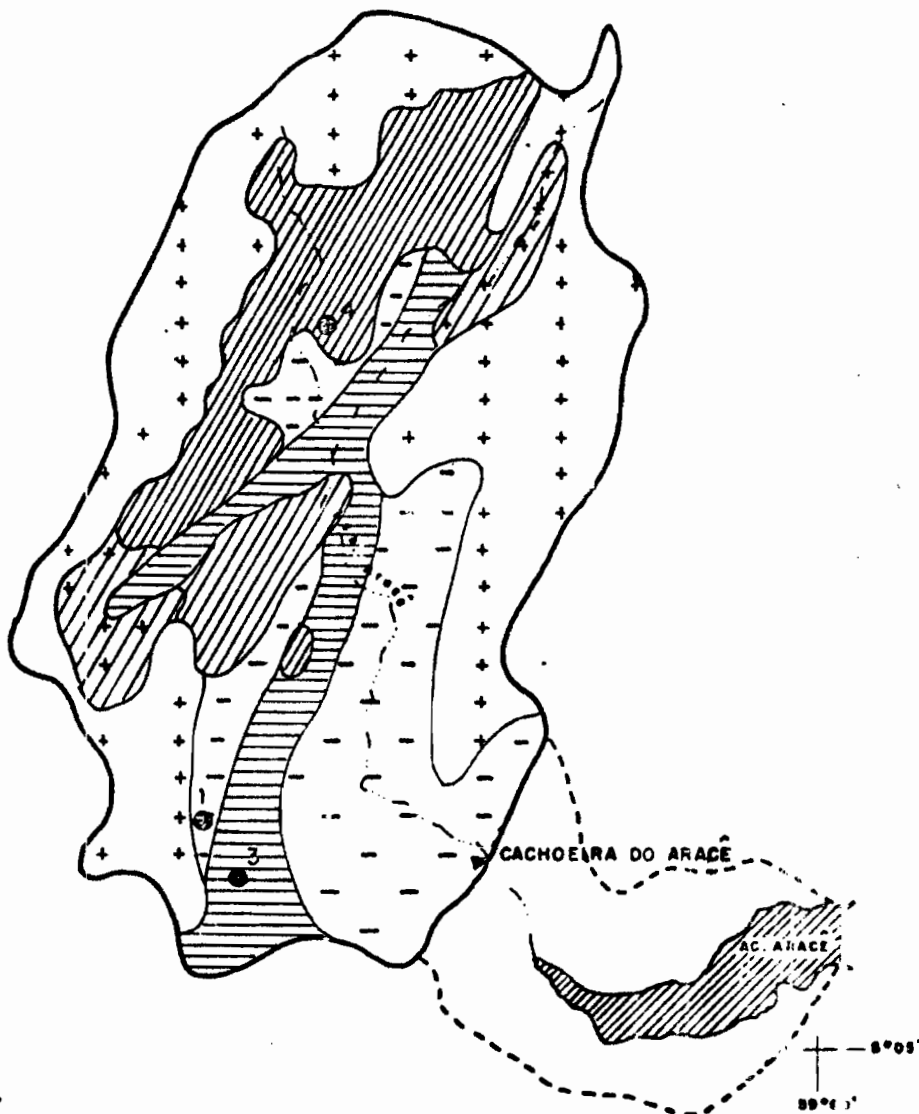
BACIA REPRESENTATIVA DE JUATAMA
 MAPA DE SOLO

ESCALA GRÁFICA
 0 500 1000 1.500



30°03'
 5°01' +

30°00'
 + 5°01'



3°05'
 30°03'

30°01'
 5°05'

CONVENÇÕES

- LIMITE BACIA
- RIACHO
- ▲ ACUDE
- 3 PONTO DE INFILTRAÇÃO
- ▼ ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA

LEGENDA

- | | | | |
|--|---|--|--|
| | AFLORAMENTO DE ROCHA + SOLOS LITÓLICOS RELEVO MONTANHOSO + FORTE ONDULADO | | PLANOSSOLCS SOLDÍDICOS RELEVO SUAVE ONDULADO E PLANO |
| | PODZÓLICO VERMELHO, AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO RELEVO ONDULADO | | AFLORAMENTO DE ROCHA + SOLOS LITÓLICOS RELEVO MONTANHOSO + FORTE ONDULADO + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO RELEVO ONDULADO |
| | SOLOMETZ SOLDÍZADO RELEVO SUAVE ONDULADO | | |

Fig. 2.4.7

2.5 BACIA REPRESENTATIVA DE IBIPEBA

Esta bacia localizada na região de Irecê, produtora importante de feijão, famosa pela riqueza dos seus solos, foi implantada para se estudar e comparar os comportamentos de duas famílias de solos bem diferentes. A primeira, desenvolvida sobre rochas calcárias, muitas vezes cársticas, e que corresponde aos Cambissolos, Latossolos e Podzólicos. A outra família de solo, bem diferente da primeira, tem sua gênese em rochas tipo Quartzitos e Arenitos e fica constituída por Solos Litólicos Distróficos associados com Afloramento de rocha e Areias Quartzosas Distróficas (ver fig. 2.5.6).

2.5.1 Geologia

A parte Oeste da bacia (sub-bacia Lajedo de Baixo e Açude Oswaldão) é constituída de arenitos e arenitos quartzosos datados do Proterozóico médio. O resto da bacia compõe-se de calcários pretos solíticos e calcários dolomíticos do grupo Una do Proterozóico superior.

2.5.2 Solos: características hidrodinâmicas e cobertura vegetal

Os solos desenvolvidos sobre calcários (Cambissolos, Latossolos e Solos Podzólicos) encontram-se geralmente bastante cultivados enquanto que os solos sobre quartzitos e arenitos (Litólicos, Afloramentos e Areias Quartzosas) encontram-se muito pouco cultivados.

2.5.2.1 Cambissolos Eutróficos com A Moderado e B Vértico

(27% da bacia). Este solo encontra-se associado com uma porcentagem em torno de 10% de Rendzinas e Vertissolos. O relevo é plano a pouco ondulado. São Solos ricos, com vocação agrícola para o feijão, como é o caso da zona produtora de Irecê.

Desenvolve-se sobre calcário, geralmente cárstico, tem uma espessura entre 1 e 1,5 m e uma estrutura muito boa. Estes solos têm permeabilidade elevada quando estão com vegetação natural (140 mm/h - resultado do Teste nº 07), e muito elevada quando os solos foram cultivados (290 mm/h - resulta-

do do Teste nº 08), realizado a pouca distância do teste anterior. A infiltração é, então, muito rápida e, geralmente definitiva pois a água pode desaparecer em fenda cárstica. No entanto, alguns calcários pretos dolomíticos não são cársticos, e então pode-se observar algum escoamento de superfície nas zonas cobertas com vegetação natural, onde já vimos que a permeabilidade é mais fraca. São solos bastante cultivados.

2.5.2.2 Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Eutrófico

(32% da área da bacia). São solos com potencial agrícola regular, profundos (2 a 3 metros e mais), com horizontes A e B estruturados e muito argilosos, desenvolvidos sobre rocha calcária cárstica em relevo plano, com horizontes A e B drenantes.

A permeabilidade, sempre elevada, depende da natureza da vegetação e da superfície do solo. Os três Testes realizados no referido solo demonstram isso. O Teste nº 03 realizado sobre um solo nu, com crosta superficial compactada pelas chuvas, apresentou uma permeabilidade de 115 mm/h, enquanto que o Teste nº 05, realizado no mesmo solo cultivado, foi de 250 mm/h. O Teste nº 04, intermediário entre os Testes 03 e 05 sob vegetação natural (caatinga), indica uma permeabilidade de 150 mm/h.

A capacidade de retenção deste solo é forte devido à textura e à espessura do solo; a permeabilidade é forte, o relevo é plano e tudo isso sendo desenvolvido sobre rocha calcária fissurada. Por consequência, o escoamento das áreas das bacias constituídas de Latossolos é praticamente nulo. São solos frequentemente cultivados.

2.5.2.3 Solos Litólicos Distróficos, textura arenosa associados a Afloramentos de rochas - Estes solos constituem 17% do conjunto da bacia. A associação destes solos provoca uma infiltração razoável de água nos Litólicos, mas devido ao fato de serem solos pouco profundos, com capacidade de retenção fraca e relevo forte, a água infiltrada vai ser restituída, produzindo escoamento retardado ou de base.

O Teste n° 02 indica uma permeabilidade de 70 mm/h, para o Solo Litólico.

Ressaltamos que a infiltração foi bem maior durante as 2 primeiras horas (superior a 300 mm/h) e só se estabilizou depois da terceira hora, o que indica uma tendência destes solos para armazenar as primeiras chuvas e cheias antes de escoar. São solos frequentemente cultivados.

2.5.2.4 Areias Quartzosas (3% da superfície da bacia) - São solos arenosos muito drenantes devido à textura, com capacidade de retenção muito baixa.

A permeabilidade determinada no teste n° 01 foi muito elevada. Apesar da pequena porcentagem desta formação pedológica, ela tem um papel hidrológico muito importante, pois normalmente capta, em sua totalidade, o escoamento proveniente de montante, provocando a sua infiltração definitiva em profundidade. São solos muito pouco cultivados.

2.5.2.5 Associação de Cambissolos Eutróficos + Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico - Este tipo de solo constitui 21% da área da bacia de Ibipeba, numa área de relevo cárstico com escoamento superficial insignificante. Esta associação encontra-se bastante cultivada.

2.5.3 Caracterização das sub-bacias

2.5.3.1 Sub-bacia n° 02 - Lajedo de Baixo (19,1 km²)

Esta bacia, situada geologicamente em formações de Quartzitos, com relevo forte, é coberta totalmente pela associação de Solos Litólicos Distróficos com Afloramento de rochas.

Como foi evidenciado no parágrafo anterior, esta bacia deverá apresentar cheias relativamente rápidas e fracas e um escoamento de base elevado e permanente durante várias semanas, bastando para isto que as chuvas sejam suficientemente fortes para saturar os solos Litólicos.

Deve-se observar que as formações de Areias Quartzosas, situadas logo embaixo do posto nº 02 (Lajedo de Baixo), devem impedir o escoamento de atingir os postos a jusante.

2.5.3.2 Sub-bacia nº 06 - Passagem (14,8 km²) e Sub-bacia nº 05 - Isabel (46,8 km²) - A primeira unidade hidrográfica é constituída de 86% de Cambissol Eutrófico e 14% de Latossolo Vermelho Amarelo. A segunda bacia se constitui de 69% de Cambissol Eutrófico e 31% de Latossolo Vermelho Amarelo.

Estas bacias são situadas geologicamente em formações de calcário preto dolomítico dura não cárstico, com relevo moderado.

Como foi indicado no parágrafo anterior, os Cambissolos desta bacia poderão gerar algum escoamento nas zonas cobertas com vegetação natural; mas não se observa o mesmo escoamento de base que ocorre na bacia de Lajedo de Baixo.

2.5.3.3 Sub-bacia nº 07 - Lagoa do Canto (61,3 km²)

Esta unidade hidrográfica se constitui de 23% de Cambissolo Eutrófico, 33% de Latossolo Vermelho Amarelo e 44% de associação de Cambissolo Eutrófico + Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico.

Ela é desenvolvida numa formação de calcários litográficos cársticos, com relevo plano e deve apresentar um escoamento superficial praticamente nulo.

2.5.3.4 Sub-bacia nº 03 - Açude Bom Desejo (38 km²) e Sub-bacia nº 04 - Açude Oswaldão (6,64 km²) - A primeira (nº 03) com os seguintes percentuais de solo: 26% de associação de Cambissolos Eutróficos + Podzólicos Vermelhos Amarelos, 18% de Latossolos Vermelhos Amarelos, 11% de Cambissolos Eutróficos, 41% de Solos Litólicos + Afloramento de rocha, 4% de Areias Quartzosas. A segunda (nº 04) - com 90% de associação de Solos Litólicos + Afloramento de rochas, 5% de Areias Quartzosas e 5% de Latossolo Vermelho Amarelo.

Os escoamentos nestes açudes devem ser, também, muito fracos devido à presença de areias quartzosas e morfologias cársticas.

2.5.3.5 Sub-bacia nº 01 - Lagoa Grande (321,5 km²) - Esta bacia integra o conjunto das formações pedológicas e das sub-bacias já descritas anteriormente. É constituída dos seguintes tipos de solos: 27% de Cambissolos Eutróficos, 21% de Associações de Cambissolos Eutróficos + Podzólicos Vermelhos Amarelos, 32% de Latossolos Vermelhos Amarelos, 17% de Associação de Solos Litólicos + Afloramentos de rocha, 3% de Areias Quartzosas Distróficas.

Como ficou evidenciado, esta bacia deve apresentar escoamentos superficiais muito fracos; pois a deficiência no escoamento dos solos da região e os fenômenos de degradação hidrográfica, provocados pelo carstíssimo e os diversos represamentos dos rios, contribuem para este fato.

Quadro 2.5.4

Resultado dos Testes de Permeabilidade na Bacia Representativa de Ibipeba

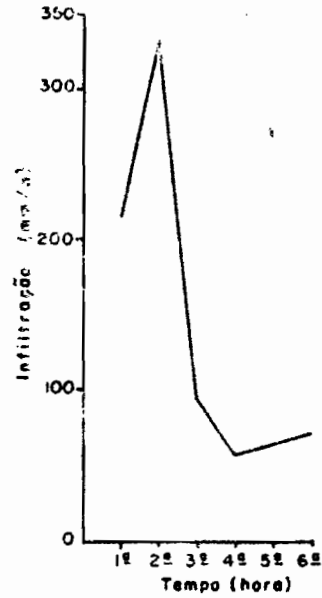
TESTE	TIPO DE SOLO	VALOR MEDIO DEPOIS DE 6 HORAS (mm/h)
02	Solos Litólicos Distróficos	71,2
01	Areias Quartzosas Distróficas	425,8
03	Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Eutrófico - solo nu não cultivado	115,1
04	Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Eutrófico com vegetação natural	150,2
05	Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Eutrófico com cultura	246,5
06	Solo Podzólico	116,3
07	Cambissolo - com pouca vegetação natural	139,2
08	Cambissolo - com cultura	287,6

2.5.5 - Resultado geral dos testes de permeabilidade da Bacia Representativa de Ibipeba

TESTE nº 02

TIPO DE SOLO: Solo Latélico Distrófico

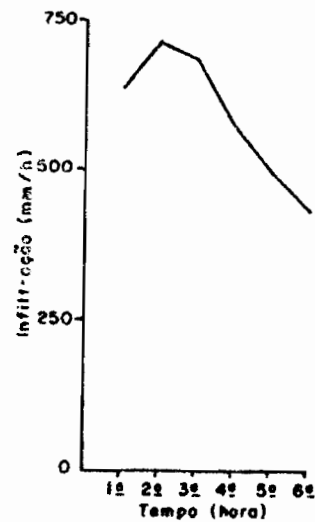
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	248,8	94,2	302,4	215,1
2a.	375,8	199,7	422,4	332,6
3a.	103,3	110,6	69,9	94,6
4a.	68,0	46,0	57,8	57,2
5a.	52,9	91,4	48,8	64,4
6a.	48,0	106,8	88,8	71,2



TESTE nº 01

TIPO DE SOLO: Areias quartzosas Distróficas

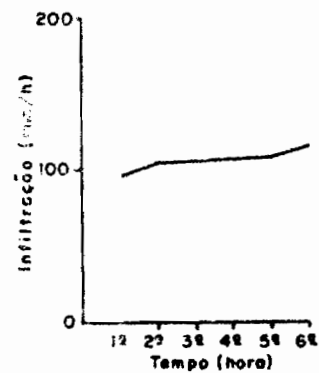
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	644,8	535,0	707,2	629,0
2a.	715,4	704,0	714,7	711,4
3a.	620,8	719,3	709,4	683,1
4a.	524,8	619,4	572,0	572,1
5a.	394,9	571,9	511,2	492,7
6a.	387,9	465,1	424,3	425,8



TESTE nº 03

TIPO DE SOLO: Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Eutrófico - solo nu não cultivado.

TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	69,3	148,2	76,9	96,0
2a.	81,3	158,1	76,2	105,2
3a.	81,9	146,8	87,6	105,4
4a.	82,5	158,1	87,9	109,5
5a.	84,1	161,0	84,4	109,8
6a.	85,0	161,0	99,2	115,1

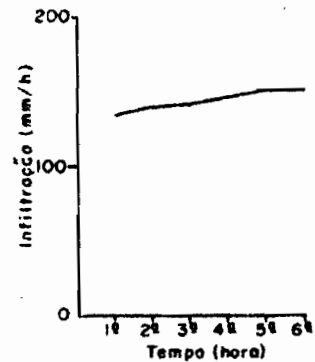


IBIPEMA

TESTE n° 04

TIPO DE SOLO: Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Eutrófico com vegetação natural

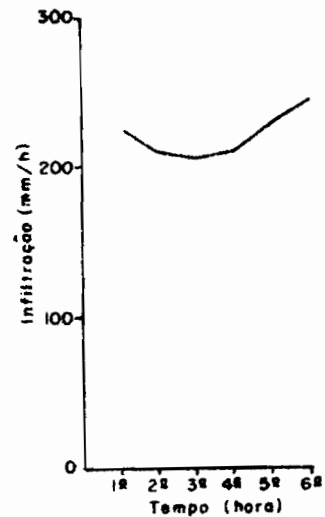
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	106,5	115,9	182,4	134,9
2a.	100,8	165,7	150,6	139,0
3a.	94,8	177,0	156,2	142,7
4a.	95,4	177,6	163,2	145,2
5a.	98,6	193,7	158,1	150,2
6a.	100,5	196,2	154,0	150,2



TESTE n° 05

TIPO DE SOLO: Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Eutrófico com cultura

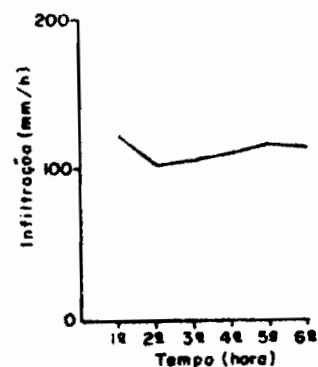
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	286,0	165,2	203,8	225,0
2a.	260,2	165,1	206,5	210,6
3a.	247,9	158,4	211,5	205,0
4a.	248,5	158,8	229,0	212,1
5a.	262,4	159,7	270,6	230,0
6a.	273,1	172,9	293,6	246,5



TESTE n° 06

TIPO DE SOLO: Solo Podzólico

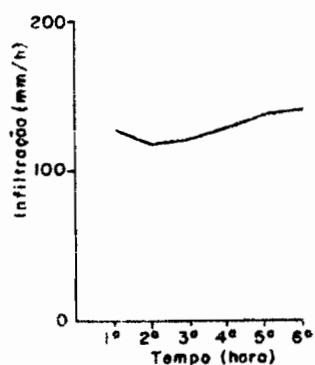
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	77,3	116,6	178,3	124,1
2a.	58,6	101,6	146,2	102,1
3a.	54,5	108,8	155,9	106,4
4a.	62,1	107,4	163,2	110,9
5a.	80,2	125,1	165,7	117,0
6a.	67,4	128,5	153,1	116,3



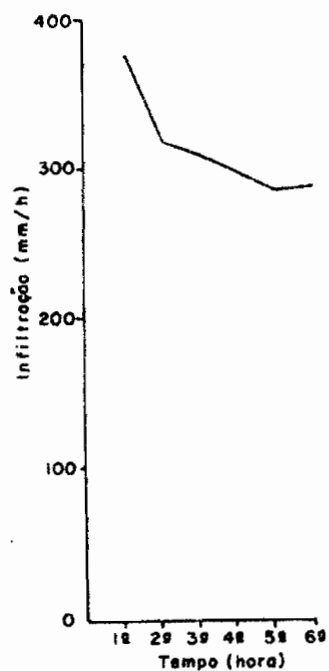
IBIPEBA

TESTE nº 07TIPO DE SOLO: Cambissol - pouca vegetação natural

TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	166,6	101,4	113,4	127,2
2a.	167,0	100,8	91,4	119,7
3a.	169,5	99,5	91,7	120,2
4a.	181,1	105,4	93,6	126,7
5a.	194,0	108,7	107,7	136,8
6a.	203,8	114,2	99,5	139,2

TESTE nº 08TIPO DE SOLO: Cambissol com cultura

TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C *	Média
1a.	285,9	134,8	713,2	377,9
2a.	246,9	135,4	574,6	318,8
3a.	273,7	148,4	505,9	309,3
4a.	284,4	152,5	455,5	297,5
5a.	277,2	167,9	416,4	287,2
6a.	310,9	176,1	375,8	287,6

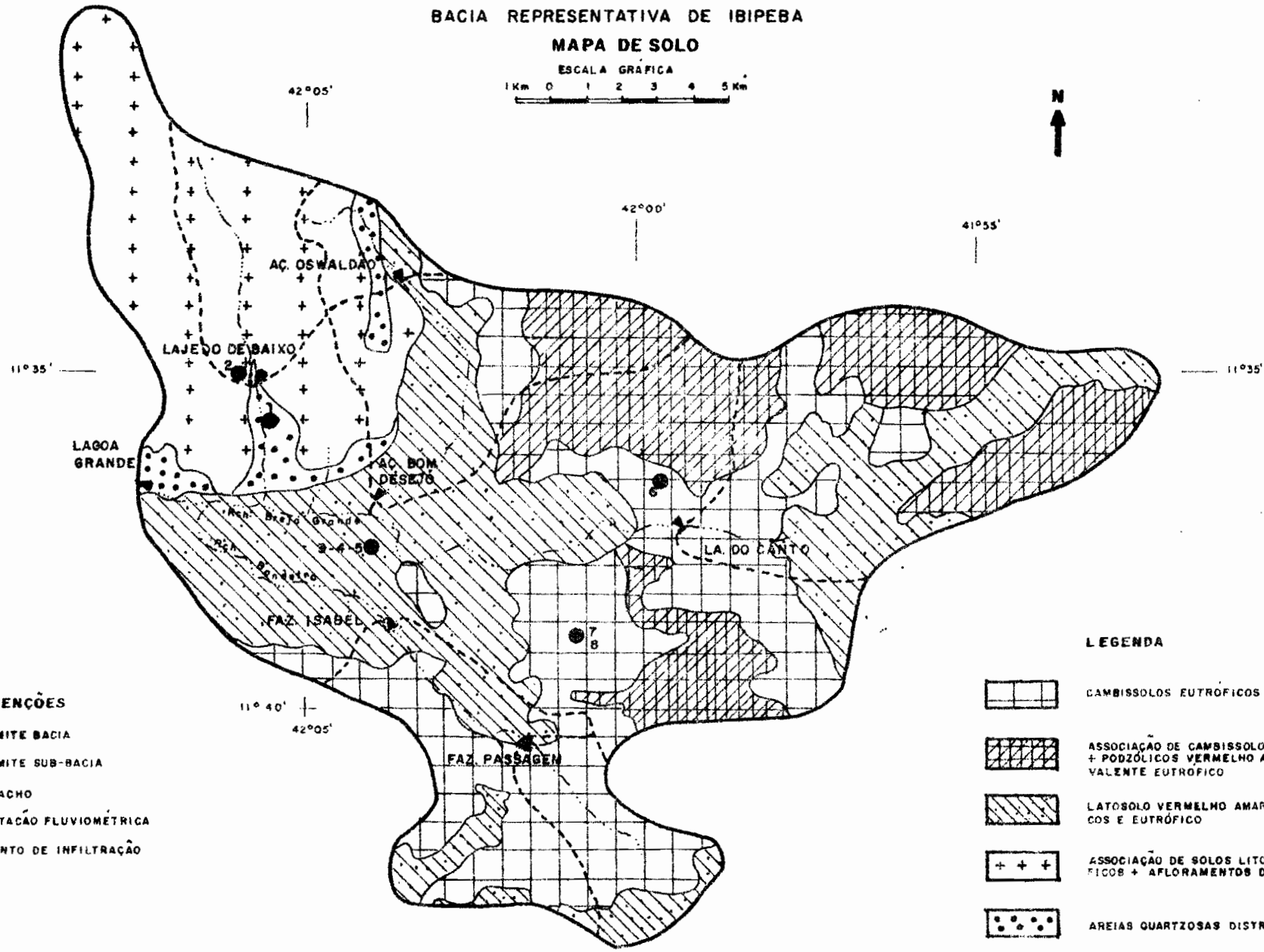


* Feito no sulco do arado.

BACIA REPRESENTATIVA DE IBIPEBA

MAPA DE SOLO

ESCALA GRÁFICA



CONVENÇÕES

- LIMITE BACIA
- - - LIMITE SUB-BACIA
- ~ RIACHO
- ▼ ESTACÃO FLUVIOMÉTRICA
- PUNTO DE INFILTRAÇÃO

LEGENDA

- CAMBISSOLOS EUTRÓFICOS
- ASSOCIAÇÃO DE CAMBISSOLOS EUTRÓFICOS + PODZÓLICOS VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO
- LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICOS E EUTRÓFICO
- ASSOCIAÇÃO DE SOLOS LITÓLICOS DISTRÓFICOS + AFLORAMENTOS DE ROCHA
- AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS

2.6 BACIA REPRESENTATIVA DE TAUÁ

A bacia é situada no sertão dos Inhamuns, nas cabeceiras do Rio Jaguaribe, e caracterizada pela fraqueza e irregularidade das suas precipitações e de seu clima. O escoamento superficial é bastante irregular e os açudes desta região, de subsolo impermeável, constituem a principal forma de armazenar a água. Porém, um duplo risco pode ocorrer - os açudes deixarem de armazenar a água nos anos de seca ou, devido às cheias violentas, sofrerem um processo de desmoronamento de suas barragens. Esta bacia foi implantada com a finalidade de oferecer soluções alternativas e contribuir para minimizar os problemas da região. Do ponto de vista da pedologia, esta bacia é complexa pois ao mosaico de rochas diferentes que compõe a bacia corresponde a formação de solos diferentes. Assim, três solos diferentes foram encontrados em 25 metros de uma trincheira situada perto do açude Luzimar.

2.6.1 Geologia

É totalmente situada sob embasamento cristalino pré-cambriano constituído principalmente de migmatitos (mapa hidrogeológico do Nordeste, Folha nº 9. SUDENE, Divisão de hidrogeologia, 1969). Na realidade, em detalhe há também manchas imbricadas (misturadas) de Gnaisses, Anfibolitos, Xistos e Pegmatites mas são os migmatitos que dominam. As manchas de Vertissolos e de Bruno Não Cálcidos são desenvolvidos sob os migmatitos mais básicos e os Anfibolitos. Os Planossolos provêm sobretudo dos Xistos e Gnaisses.

2.6.2 Solos: características hidrodinâmicas e vegetação

Os solos da bacia de Tauá são geralmente pouco cultivados com exceção dos Planossolos da bacia de Mundo-Novo onde se encontram zonas cultivadas importantes. As diferenças entre as coberturas vegetais das diversas sub-bacias estão basicamente ligadas ao grau de degradação da vegetação natural.

2.6.2.1 Planossolos Solodizados - São encontrados principalmente na sub-bacia de Mundo-Novo e, numa escala menor, no sul da bacia. Este tipo de formação pedológica é cons-

tituído por uma camada de areia permeável, seguido de um horizonte argiloso impermeável.

A permeabilidade deste solo é regular e varia de conformidade com a espessura da camada arenosa. Foram efetuados 2 (dois) testes de permeabilidade sobre Planossolos na bacia de Mundo Novo. O de nº 05, em Planossolo típico da bacia, com permeabilidade de 79 mm/h, enquanto o de nº 06, em Planossolo mais degradado, apresentou um resultado de permeabilidade em torno de 41 mm/h. Estes solos retardam o escoamento devido à sua capacidade de retenção de água, mas podem restituí-lo após a saturação.

2.6.2.2 Solonetz - Encontram-se unicamente na bacia de Mundo Novo. Não foram realizadas medições neste tipo de solo, mas experimentos executados na bacia de Juatama indicam que a permeabilidade neste tipo de formação é fraca (8 mm/h), e sua capacidade de retenção é baixa. Deste modo, são solos que favorecem o escoamento superficial.

2.6.2.3 Solo Bruno Não Cálculo - Estes solos abrangem todo o conjunto da bacia de Tauá. Apresentam-se em forma de manchas, existindo em maior percentual nas partes central e ocidental da bacia. São solos de permeabilidade baixa variando entre 15 e 40 mm/h, cuja capacidade de retenção varia em função da espessura do solo. Quando saturados produzem escoamentos fortes. Foram realizados três testes em três tipos de Bruno Não Cálculos diferentes: o teste nº 4 (com permeabilidade de 29 mm/h), representativo da maior parte central da bacia, foi efetuado em uma associação de Bruno Não Cálculo, Solos Litólicos e Vertissolos; o teste nº 2 (com permeabilidade de 37 mm/h), executado em Bruno Não Cálculo Vértico raso, é representativo destes tipos de solos que se aproximam um pouco dos Solonetz; o teste nº 03 (com permeabilidade de 15 mm/h), representa os Bruno Não Cálculo com tendência a Vertissolos com estrutura compacta e teor de argila elevado.

2.6.2.4 Solos Litólicos - Encontram-se em forma de manchas em quase toda a bacia, à exceção das zonas de Vertissolo. Aparece com menor frequência na bacia de Mundo Novo. Este tipo de solo apresenta uma permeabilidade elevada no contexto de uma bacia bastante impermeável. O índice de permeabilidade varia em função da espessura do solo. O teste nº 01, executado nesta formação, apresenta um resultado de 80 mm/h.

2.6.2.5 Vertissolo - Esta formação pedológica pode ser encontrada, praticamente, em toda a bacia de Tauá, exceto na sub-bacia de Mundo Novo. As partes do interflúvio do divisor oriental da bacia são cobertas em larga escala por Vertissolo. Este solo é caracterizado por relevo plano e suave ondulado, fendilhamento (rachaduras) formando prismas e que asseguram ao solo seco uma capacidade de retenção de água e uma macropermeabilidade muito elevadas. Quando estão saturados, o comportamento destes solos passa a ser totalmente impermeável devido ao seu alto teor de argila.

O teste nº 07 foi realizado dentro de um dos prismas do solo e portanto fora das rachaduras e demonstra uma permeabilidade fraca, que não reflete o comportamento do conjunto. O resultado médio do teste ficou em torno de 23,6 mm/h.

2.6.2.6 Afloramento de rochas - São impermeáveis, mas frequentemente associados com solos Litólicos podem favorecer a infiltração imediatamente a jusante da primeira formação.

NOTA: Estes diferentes tipos de solo apresentam-se, geralmente, em manchas pequenas e numerosas, por esta razão só foi possível mapear as associações de tipos de solo segundo a percentagem geral de cada zona.

2.6.3 Caracterização das sub-bacias

2.6.3.1 Mundo Novo (20 km²) - Esta unidade hidrográfica é caracterizada por 5 (cinco) tipos de solos: Planossol solodizado (50%), Solonetz (20%), Solo Bruno não Cálcico (20%) e uma associação de Solo Litólico e Afloramento de rocha (10%).

Existem muitos Planossolos, às vezes degradados, que têm uma tendência para Solonetz. Quando o horizonte arenoso dos Planossolos se satura deve-se observar coeficientes de escoamento elevados nesta bacia. Deve-se ainda levar em conta que parte considerável dos solos da bacia é cultivada.

2.6.3.2 Açude Moquem (11 km²) - Esta sub-bacia é formada de 60% de solo Bruno Não Cálcico, 30% de Vertissolo e 10% de Solo Litólico. Sua vegetação natural é razoavelmente degradada, tem fortes declividades e normalmente não existem cultivos. O escoamento produzido deverá ser forte, exceto nas zonas de Vertissolo.

2.6.3.3 Açude João Fragoso (6,6 km²) - Os tipos e a repartição dos solos desta sub-bacia são similares às do Açude Moquem, mas as declividades são mais fracas.

2.6.3.4 Caldeirão (aprox. 100 ha) - Situada dentro da Bacia do Açude Moquem é constituída de 4 (quatro) tipos de solos: Bruno Não Cálcico entre 30 e 50%, Vertissolo em torno de 30% e Solonetz + Solos Litólicos em aproximadamente 20%. A vegetação natural é bastante degradada e quase sem cultivos. As declividades são bastante fortes, favorecendo o processo de escoamento; mas com uma limitação devido aos Vertissolos.

2.6.3.5 Açude Luzimar (aprox. 10 ha) - Esta pequena bacia é formada de 2 (dois) tipos de solos principais: Bruno Não Cálcico (entre 70 e 80%) e Vertissolo (entre 20 e

30%). A vegetação natural é muito degradada e existem faixas nuas e compactadas de solo onde o processo de escoamento deve ser favorecido.

2.6.3.6 Açude Chico (aprox. 100 ha) - Esta sub-bacia é constituída de 2 (dois) tipos de solos principais: Bruno Não Cálculo (entre 70 e 80%) e Vertissolo (entre 20 e 30%). No Bruno Não Cálculo a capacidade de retenção é fraca; já no Vertissolo a capacidade de retenção da água é forte. A vegetação natural é pouco alterada e as declividades são fortes. Há uma tendência para a produção de escoamentos elevados, exceto na zona dos Vertissolos.

2.6.3.7 Açudinho (aprox. 100 ha) - Encontram-se nesta bacia os solos Bruno Não Cálculo e solos Litólicos de pouca espessura e pouco permeáveis. A vegetação natural é pouco alterada e as declividades são fortes. O escoamento deve ser razoável.

NOTA: A comparação entre as bacias de Caldeirão, Luzimar, Chico e Açudinho poderá evidenciar o papel das diversas coberturas vegetais desta região no que concerne ao processo de escoamento.

2.6.3.8 Pirangi (187 km²) - Esta bacia integra todo o conjunto das sub-bacias que constituem a Bacia Representativa de Tauá. É coberta por seis formações pedológicas que se distribuem no contexto da Bacia do seguinte modo:

- extremo Norte: 16% de uma associação de Planossolos solonchizados + Solonetz + Bruno Não Cálculo + Solos Litólicos + Afloramentos de rochas;
- na porção Central e Sul: 68% de uma associação de Bruno Não Cálculo + Solos Litólicos + Vertissolo + Afloramento de rocha;
- na porção Leste: 10% de associação de Vertissolo + Bruno Não Cálculo + Afloramento de rocha;

- na porção Sul Central: 6% de uma associação de Planossol Solodizados + Bruno Não Cálcico + Solos Litólicos.

Quadro 2.6.4

Resultado dos Testes de Permeabilidade na Bacia Representativa de Tauá

TESTE	TIPO DE SOLO	VALOR MÉDIO DEPOIS DE 6 HORAS (mm/h)
01	Litólico - Plano - Caatinga natural	79,3
02	Bruno Não Cálcico Vertico raso (tendência a Solonetz)	37,3
03	Bruno Não Cálcico com tendência a Vertissol	15,1
04	Bruno Não Cálcico com tendência a Solonetz	29,3
08	Bruno Não Cálcico típico	34,6
07	Vertissolo	23,6
05	Planossolo	78,9
06	Planossol degradado	41,3

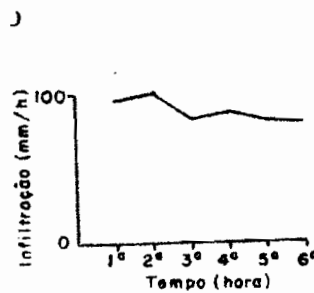
Os solos da bacia de TAUÁ são bastante impermeáveis e deveriam ser observados escoamentos importantes quando as chuvas forem suficientes.

2.6.5 - Resultado geral dos testes de permeabilidade da Bacia Representativa de Tauá

TESTE nº 01

TIPO DE SOLO: Litólico - Plano - Caatinga natural

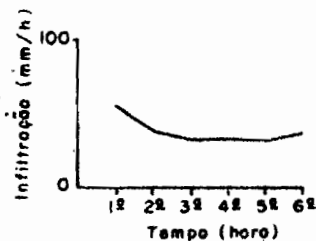
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	60,6	47,2	178,0	95,3
2a.	61,6	53,2	182,7	99,2
3a.	51,0	52,4	143,3	82,3
4a.	69,3	58,4	136,2	88,0
5a.	64,6	51,7	124,4	80,2
6a.	69,0	62,7	106,3	79,3



TESTE nº 02

TIPO DE SOLO: Bruno Não Cálculo Vértico Raso

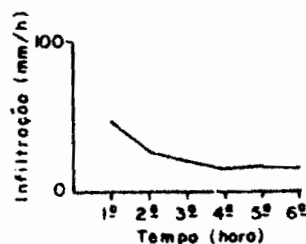
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	74,2	44,9	49,1	56,1
2a.	62,4	39,9	38,1	44,5
3a.	52,4	34,8	26,8	38,0
4a.	48,3	40,2	28,0	38,8
5a.	40,6	31,5	28,0	33,4
6a.	45,7	31,8	34,3	37,3



TESTE nº 03

TIPO DE SOLO: Bruno Não Cálculo com tendência a Vertissolo.

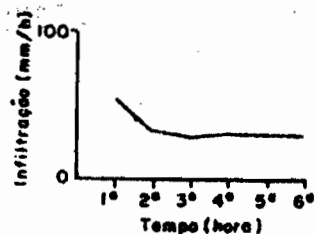
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	49,8	47,9	42,5	46,7
2a.	17,0	37,2	21,1	25,1
3a.	14,2	29,	13,2	19,1
4a.	14,8	17,3	14,8	15,6
5a.	12,0	22,1	12,6	15,8
6a.	13,5	20,2	11,7	15,1



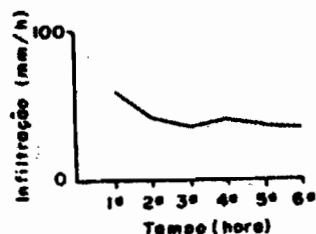
TAUÁ

TESTE nº 04TIPO DE SOLO: Bruno Não Cálcico (Solonetzico)

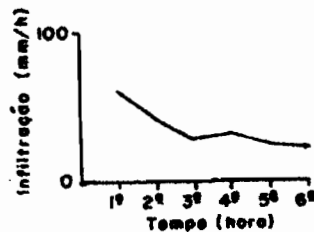
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	49,8	35,9	82,2	56,0
2a.	27,1	27,2	43,6	32,6
3a.	31,5	26,6	26,6	28,2
4a.	40,0	26,1	29,0	31,7
5a.	35,9	35,0	19,2	30,0
6a.	33,1	28,3	26,5	29,3

TESTE nº 08TIPO DE SOLO: Bruno Não Cálcico Típico

TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	36,5	59,1	82,2	59,3
2a.	17,0	46,0	56,7	39,9
3a.	23,0	40,9	42,2	35,4
4a.	22,4	35,6	59,5	39,2
5a.	28,0	32,1	49,5	36,5
6a.	21,4	35,3	47,2	34,6

TESTE nº 07TIPO DE SOLO: Vertissol

TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	44,1	102,4	38,7	61,7
2a.	33,1	70,9	25,8	43,2
3a.	21,1	40,3	26,1	29,2
4a.	18,9	51,0	26,1	32,0
5a.	17,0	41,9	17,6	25,5
6a.	17,0	36,9	17,0	23,6

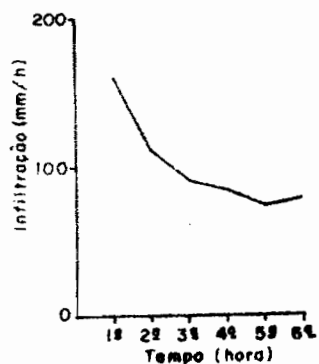


TAUJÁ

TESTE nº 05

TIPO DE SOLO: Planossol

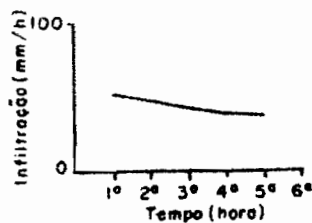
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	248,9	120,3	108,0	159,1
2a.	180,8	81,3	69,3	110,4
3a.	147,4	85,0	40,3	90,9
4a.	153,4	63,6	35,9	84,3
5a.	121,9	61,3	38,8	74,0
6a.	137,3	61,0	38,4	78,9



TESTE nº 06

TIPO DE SOLO: Planossol degradado

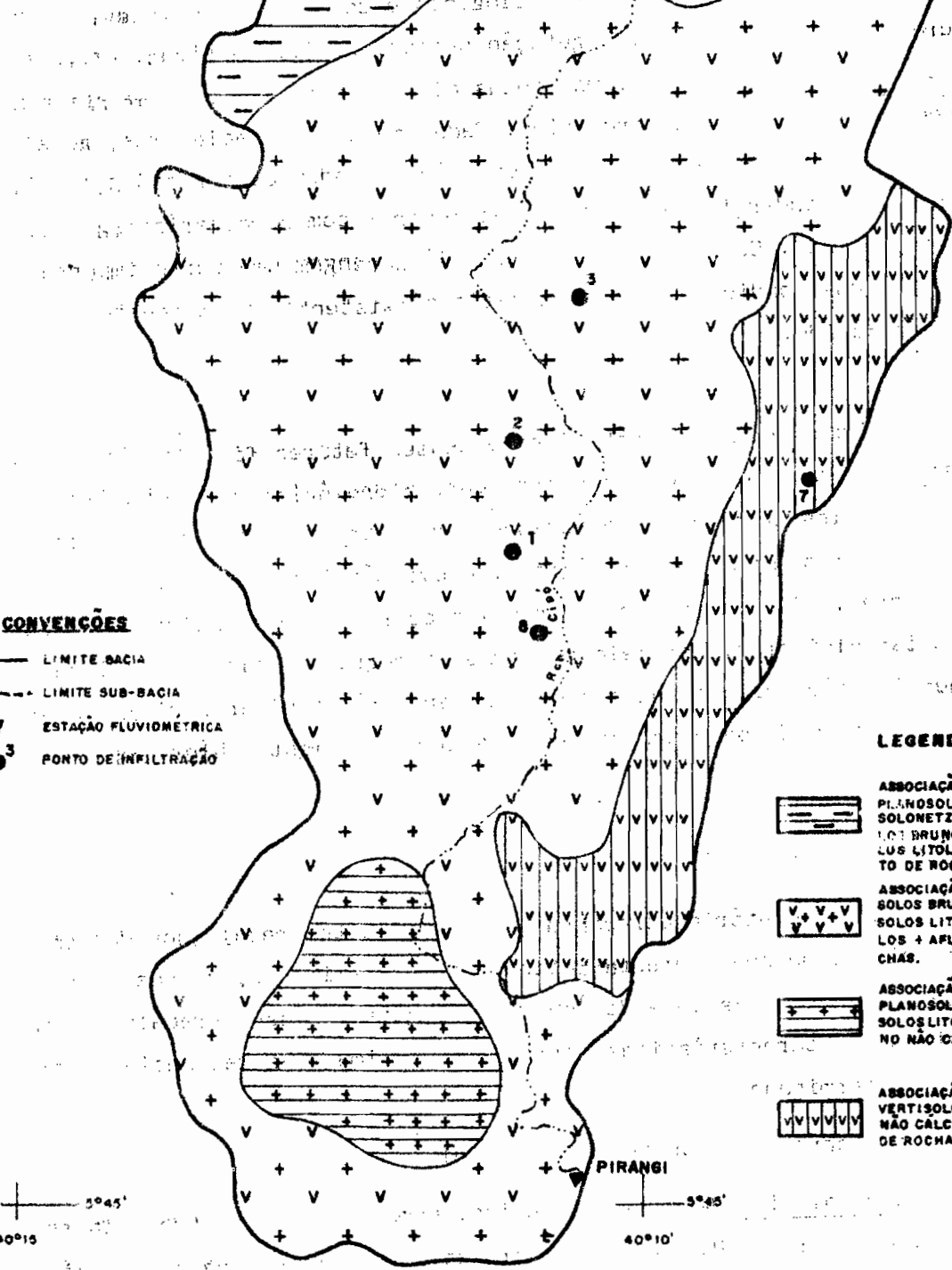
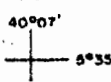
TEMPO DE INFILTRAÇÃO (HORA)	CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO (mm/h)			
	A	B	C	Média
1a.	42,5	63,0	54,2	53,2
2a.	41,0	48,5	52,9	47,4
3a.	34,7	51,0	41,0	42,2
4a.	25,2	53,6	38,4	39,0
5a.	31,8	45,0	38,4	38,4
6a.	39,0	52,3	32,4	41,3



BACIA REPRESENTATIVA DE TAUÁ

MAPA DE SOLO

ESCALA GRÁFICA



CONVENÇÕES

- LIMITE BACIA
- - - LIMITE SUB-BACIA
- ∇ ESTAÇÃO FLUVIDIMÉTRICA
- PUNTO DE INFILTRAÇÃO

LEGENDA

-  ASSOCIAÇÃO DE: PLANOSOLS SOLIDADOS + SOLONETZ SOLIDADOS + SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICO + SOLOS LITÓLICOS + AFLORAMENTO DE ROCHAS.
-  ASSOCIAÇÃO DE: SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICO + SOLOS LITÓLICOS + VERTISOLS + AFLORAMENTO DE ROCHAS.
-  ASSOCIAÇÃO DE: PLANOSOLS SOLIDADOS + SOLOS LITÓLICOS + SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICO.
-  ASSOCIAÇÃO DE: VERTISOLS + SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICO + AFLORAMENTO DE ROCHAS.

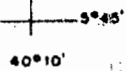
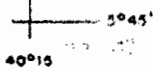


Fig. 2.6.6

3. CONCLUSÕES GERAIS

3.1 OBJETIVOS VISADOS

A finalidade deste estudo é caracterizar os fatores que condicionam o comportamento hidrológico, conseqüentemente, os recursos hídricos das pequenas bacias hidrográficas do Nordeste. Para isso já foram estudadas cinco Bacias Representativas cujas superfícies variam entre 20 e 500 km². Essas bacias são complexas, isto é, constituídas de justaposições e/ou associações de unidades geológicas e de solos diferentes, com coberturas vegetais variadas: vegetação nativa, posio, cultivos, etc., com relevo que também pode variar, mas todas elas submetidas ao mesmo rigor do clima semi-árido do Sertão nordestino. Cada uma dessas bacias foi, geralmente, dividida em sub-bacias cujas superfícies podem descer até 0,1 km², o que permite estudar isoladamente zonas menores com características muito mais homogêneas. Os estudos realizados já abrangem uma parte importante do acervo das condições físico-climáticas existentes no Nordeste brasileiro semi-árido.

Com a ajuda do conhecimento desses fatores físico-climáticos, nossa meta é tentar explicar o comportamento hidrológico dessas bacias onde, durante vários anos, foram estudadas e registradas intensiva e detalhadamente os fenômenos meteorológicos, pluviométricos e os escoamentos correspondentes. Isso permitirá extrapolar os resultados obtidos para outras bacias similares, por meio de normas e regras simples. Utilizando-se, depois, técnicas de modelização, poder-se-á otimizar o dimensionamento e a operação de pequenos sistemas de aproveitamentos hídricos.

3.2 TRABALHOS REALIZADOS

Este relatório apresenta, principalmente, resultados dos estudos dos solos e de suas características hidrodinâmicas e, de uma forma menos detalhada, do sub-solo e da cobertura vegetal. Esses trabalhos vêm complementando as características morfo-plúvio-climáticas das bacias anteriormente determinadas.

Esses trabalhos apresentam os seguintes resultados:

- o mapa pedológico de todas as bacias, numa escala variando entre 1:20.000 e 1:50.000. Houve um esforço especial na hora da classi-

ficação dos solos e da sua delimitação cartográfica para evidenciar as características morfológicas dos solos mais influentes sobre a infiltração e o escoamento da superfície;

- as medições de permeabilidade com o método de MÜITZ (cilindros infiltrantes duplos concêntricos) nos diversos tipos de solo e às vezes sobre um mesmo tipo, mas com diferentes condições superficiais (solo nu, cultivado, vegetação nativa...). Os tipos de solos estudados são os seguintes (ordenado por número decrescente de medições realizadas): Bruno Não Cálcico (NC); Litólico (RE); Planossolos (PL); Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico (PE); Regossolos (Re); Latossolos (LA); Cambissolos (CA); Vertissolos (V); Solonetz (SS); Areias Quartzosas (AQ).

3.3 RESULTADOS OBTIDOS

Tabela 3.3.1

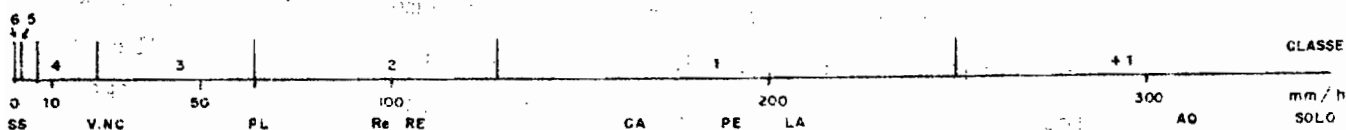
Permeabilidade dos diferentes solos do Nordeste

Solos	% superfície (1)	\bar{X} (mm/h) (2)	σ (3)	classe (4)	Outros dados (5)
Bruno Não Cálcico (NC)	8,5	31,9	9,3	3	de lenta a moderada
Litólico (RE)	9,8	84,0	43,8	2	de moderada a rápida e a rápida
Planossolo (PL)	3,9	94,1	56,9	2	de moderada a lenta
Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico (PE)	9,3	181,0	135,5	1	de moderada a rápida
Regossolo (Re)	3,5	91,7	39,6	2	de moderada a rápida
Latossolo (LA)	34,4	170,6	-	1	de rápida a muito rápida
Cambissolo (CA)	-	213,4	-	1	moderada a rápida
Vertissolo (V)	-	23,6	-	3	de muito lenta a moderada
Solonetz (SS)	1,5	8,3	-	4	de muito lenta a lenta
Areia Quartzosa (AQ)	-	425,8	-	1	de muito rápida a rápida

A tabela acima resume os resultados das medições de permeabilidade:

- (1) Em porcentagem da superfície do polígono das secas.
- (2) Valor médio.

- (3) Desvio padrão. Falta quando o número de dados for fraco.
- (4) Classe segundo a ordem seguinte: +1 = muito rápida (> 254 mm/h); 1 = rápida (entre 127 - 254); 2 = moderada a rápida (entre 63,5 - 127); 3 = moderada (entre 20,3 - 63,5); 4 = lenta a moderada (entre 5,0 e 20,30); 5 = lenta (entre 1,3 e 5,0); 6 = muito lenta (< 1,3).
- (5) Dados tirados da literatura e em particular dos trabalhos do Centro de Ciências Agrárias - CCA de Areia (PB).



Do ponto de vista da velocidade de infiltração temos:

AQ > LA > PE > CA > RE > Re > PL > NC > V > SS

A comparação das permeabilidades correspondendo a diferentes estados da superfície de um mesmo solo, mostram que as permeabilidades são mais fracas quando a superfície do solo é nua e compactada; esta permeabilidade cresce em mais da metade com uma cobertura vegetal natural do tipo da caatinga ou do posio e é máxima (duplicada ou mais) quando a superfície do solo encontra-se arada.

A comparação entre os escoamentos das diversas sub-bacias e da bacia principal permite evidenciar o papel importante e às vezes preponderante das situações relativas das diversas unidades de solo. Assim, por exemplo, quando à montante de uma bacia existem solos impermeáveis (que provocam escoamento de superfície) e a jusante solos muito permeáveis, o escoamento total será muito reduzido. É o caso das bacias de Lagoado de Baixo e de Lagoa Grande em IBIPEBA.

O conhecimento do sub-solo é também muito importante, pois basta a existência de um Karst de pouca profundidade, nas zonas baixas de uma bacia, para anular as possibilidades de escoamento; é o caso de algumas partes da bacia de IBIPEBA. A presença de fendas estreitas e profundas, que se encontram frequentemente no embasamento pré-cambriano deveria ter um papel similar.

3.4 LIMITAÇÕES E OBSTÁCULOS À EXTRAPOLAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados apresentados neste relatório são aplicáveis às zonas do sertão com clima semi-árido e não podem ser utilizados para as zonas do Agreste e da Mata.

Quatro das cinco bacias estão localizadas sobre o embasamento cristalino pré-cambriano que é constituído de um mosaico de rochas diferentes que gera um mosaico de solos diferentes. Assim, na bacia de TAUÁ, numa trincheira de 25 m de comprimento, foram observados três tipos de solo diferentes: Vertissolos, Solos Bruno Não Cálcidos e Solonetz Solodizado... Nessas condições, torna-se muito difícil cartografar e avaliar a permeabilidade média e o comportamento hidrodinâmico das diversas unidades de solo. Felizmente esses solos vizinhos têm frequentemente um comportamento parecido em relação à água.

Observa-se, também, que solos de mesmo nome podem ter permeabilidades muito diferentes. Com efeito, as diversas classificações dos solos existentes estão baseadas nas características morfológicas ou físico-químicas, que não levam em conta o comportamento hidrodinâmico do solo. Assim, as permeabilidades de dois solos Podzólicos similares, mas um tendo um contato entre os horizontes A e B mais diferenciado do que o outro, poderão variar numa relação de um para cinco. As variações importantes constatadas para cada tipo de solo podem ser explicadas desta forma.

Outra dificuldade: as medições de infiltração determinam a componente vertical desta infiltração enquanto que, muitas vezes, a dinâmica da água numa vertente é lateral ou oblíqua. Por exemplo, foi mostrado que a infiltração lateral nos Vertissolos correspondia a 1,8 vezes o valor da infiltração vertical (QUEIROZ FILHO et al, 1975).

Porém, uma das principais dificuldades origina-se no princípio do próprio método de medição utilizado (método de MÜNTZ - anéis duplos com carga de água):

- A carga de água representa um papel notável na velocidade de infiltração; observa-se, no entanto, que a infiltração natural com

água de chuva, não se efetua em carga.

- As condições naturais são conseqüentemente modificadas: não têm percolação ou livre-troca dos gases, não se produz o efeito do impacto das gotas de água no solo, etc.
- As superfícies testadas, da ordem de 100 cm^2 , são muito reduzidas, enquanto que a heterogeneidade dos solos é grande.
- A cravação dos anéis no solo modifica o estado da superfície do mesmo, rompe a agregação e incrementa a infiltração perto dos anéis.

Comparações realizadas entre os métodos de MÜNTZ e infiltrômetro de aspersão (mini-simuladores de chuva) mostraram resultados bem diferentes e dificilmente compatíveis. Comparações semelhantes realizadas com simuladores de chuva indicam valores superiores da permeabilidade com chuvas simuladas (CAVALCANTE et alii 1980)¹⁰.

Alguns solos não foram estudados por não existirem dentro das bacias representativas. Trata-se mais particularmente dos Solos Podzólicos Vermelho Amarelo (PV), pois testou-se unicamente os PE. Os solos "PV" representam em torno de 6% do polígono das secas. Seria também conveniente intensificar o estudo dos Latossolos e mais particularmente nas chapadas (Araripe, Apodi, etc.) e também dos Vertissolos, Solonetz e Cambissolos que foram pouco estudados.

3.5 CONCLUSÕES

Este trabalho constitui uma primeira aproximação do problema das condições de escoamento nas pequenas bacias.

Para melhorar o conhecimento dessas condições e facilitar a interpretação dos resultados hidrológicos obtidos, é necessário continuar as investigações estudando bacias muito menores, mas homogêneas do ponto de vista do sub-solo, solo e cobertura vegetal (ou cultivo), como o fazemos atualmente em TAUÁ, onde foram instaladas ultimamente cinco sub-bacias, controlando áreas inferiores ou iguais a 1 km^2 e em SUMÉ no projeto "Bacia Experimental".

Da mesma forma é necessário estudar o papel da vegetação no escoamento cuja importância foi evidenciada na Bacia Experimental de SUMÉ. A os tipos de solo ainda pouco ou não estudados, que são os Podzólicos Vermelho Amarelo, os Latossolos, os Vertissolos, os Solonetz e os Cambissolos.

Seria também necessário estudar e medir, não somente a infiltração, mas também o escoamento nas suas diferentes fases: início, fase estacionária (ou patamar) e fim (ou esgotamento); isso para diversos tipos de solos e estado da superfície com um infiltrômetro de aspersão ou mini-simulador, como já se fez na África (COLLINET & VALENTIN, 1979; LAFORGUE & NAAH, 1976; ROOSE & ASSELINE, 1978 etc. com as vantagens expostas por LEPRUN, 1981).

Enfim, teremos que nos esforçar, na hora da interpretação dos resultados hidrológicos, para elaborar, a partir dos resultados deste relatório, algumas regras mais simples possíveis de extrapolação.

Essas regras, abacos e fórmulas deverão permitir a classificação, mesmo aproximativamente, de uma bacia de regime hidrológico desconhecido em relação com as bacias já estudadas pela SUDENE.

4. RESUME

L'objectif de cette étude est de définir les caractéristiques physico-climatiques qui conditionnent l'écoulement sur cinq ensembles de Bassins Représentatifs étudiés par la SUDENE dans le sertão du Nordeste du Brésil; cette caractérisation permettra ensuite de définir les règles d'extrapolations des résultats hydrologiques récoltés depuis 1971 sur ces bassins. Sur le plan du climat et de la morphologie, ces bassins sont assez homogènes: les pluviométries moyennes varient entre 550 et 800 mm par an, les températures moyennes entre 24 et 27° et les évaporations entre 2.100 et 3.200 mm par an. Le relief des différents bassins varie entre modéré et assez fort. Ces différences climatiques et morphologiques ne justifient pas les très fortes variations des comportements hydrologiques que l'on observe et qui doivent s'expliquer par des différences de roche, de sol et de végétation. L'étude de la géologie, de la couverture végétale et surtout celle des sols et de leurs caractéristiques hydrodynamiques fait donc l'objet de la deuxième et de la plus importante partie de cette étude: les sols de chaque bassin et sous-bassin y sont cartographiés, on y présente les résultats des tests de perméabilité et une description synthétique et globale du rôle des différentes unités de sols dans la genèse de l'écoulement. Un bilan dressé en conclusion montre que:

- a) Une grande partie des sols du Nordeste a été étudiée, ce qui garantit l'utilité pratique des résultats.
- b) Ces sols ont pu être classés par ordre de perméabilité décroissante de la façon suivante: Areias Quartzosas, Latossolos, Cambissolos, Podzolos V. A. Eq. Eutrófico, Regossolos, Planossolos, Solos Brunos Não Cálcicos, Vertissolos et Solonetz.
- c) Pour améliorer et compléter les résultats obtenus, il est nécessaire:
 - d'étudier de nouveaux bassins composés de sols peu ou non étudiés;
 - d'étudier des bassins de taille plus petite mais homogènes;
 - d'analyser l'influence de la végétation à l'aide de Bassins Expérimentaux;
 - d'effectuer des mesures de perméabilité à l'aide de simulateurs de pluie et/ou d'infiltromètres à aspersion.

5. ABSTRACT

This study is intended to define the physical and climate characteristics which condition the runoffs of five groups of Representative Hydrographic Basins studied by SUDENE in the Northeast sertão. This characterization will subsequently allow to set the rules for the extrapolation of the hydrological results collected in these basins since 1971. Regarding climate and morphology these basins are relatively homogeneous. The annual average rainfalls range between 550mm and 800mm; average temperatures between 24°C and 27°C and evaporations between 2'100mm and 3'200mm. The landform of the various basins varies from moderate to rather accentuated. These climate and morphological differences do not explain the very strong variations of the existing hydrologic behaviour which should then be accounted for by geological differences of the soils and plant covers. The study of the geology, plant cover and mostly the soils and their hydrodynamic characteristics is the matter of the second and most important part of this study. The soils of each basin and subbasin are mapped; the results of the permeability tests are presented together with a synthetic and comprehensive description of the part played

by different soil units in the origin of the runoff.

To conclude:

- a) a large part of the Northeast soils has been studied which makes the practical use of the results safe;
- b) these soils are classified in decreasing order of permeability as follows: Quartzous Sands, Latosols, Eutrophic Cambisols, Red-Yellow Eutrophic, Podzolic Soils, Regosols, Non-calcic Brown Soils, Vertisols and Solonetz;
- c) to improve and complete the results achieved there is a need for:
 - a study of the new basins composed of soils little or not studied;
 - a study of smaller size but homogeneous basins;
 - a study of the part played by the plant cover in Experimental Basins;
 - measurement of permeability with rain simulators and/or aspersion infiltrimeters.

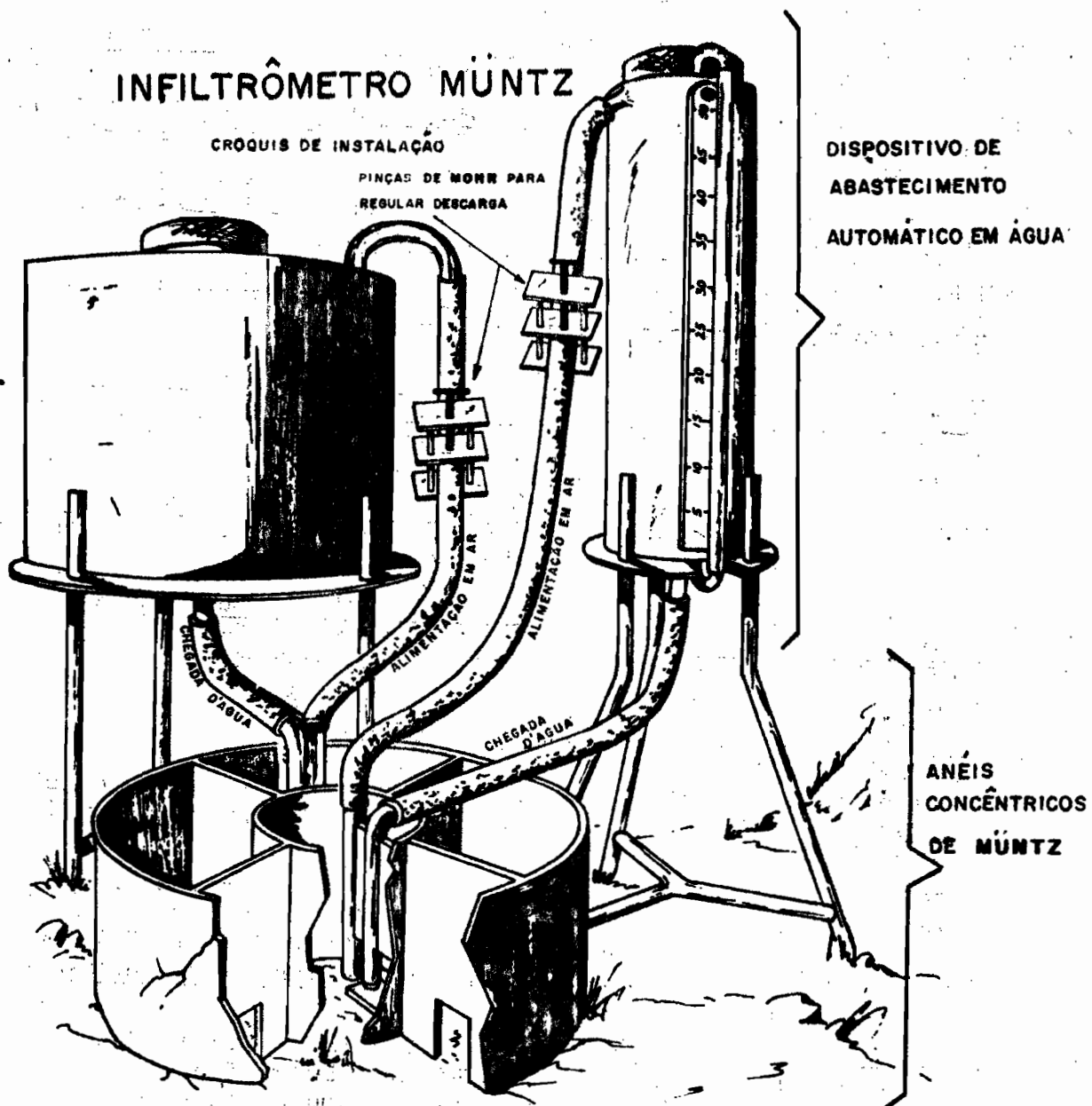
6. ANEXOMETODOLOGIA DE MEDIÇÃO - MÜNTZ

(Capacidade de infiltração de água no solo)

- a) Escolher uma área que represente o terreno que vai ser estudado.
- b) Limpar o mato existente numa superfície de 1 m^2 para cada jogo de anéis.
Usar 3 jogos de anéis.
- c) Observar se o local não apresenta rachadura, canais de minhocas, formigueiros ou cupins.
- d) Colocar o anel menor e introduzi-lo até a marca de 10 cm. Ter cuidado para não danificar o solo dentro do anel (usar cêpos de madeira e marreta).
- e) Colocar o anel maior circunscrevendo o menor e introduzi-lo até a marca de 5 cm.
- f) Adicionar água ao anel menor até uma altura de 3 cm acima do nível do solo; imediatamente, colocar nos apoios de madeira o vidro medidor sobre o anel. Anotar o valor de escala (leitura inicial) e a hora.
- g) Imediatamente alimentar o anel maior, mantendo uma lâmina constante de 3 cm.
- h) Fazer a 1ª. leitura depois de 15 minutos (na escala do vidro de 2.000ml), seguindo-se nos demais intervalos: 30, 45 e 60 minutos, 1 hora, 2, 3, 4, 5, 6 horas, ou até que a leitura permaneça mais ou menos constante (com pequenas diferenças).
- i) Depois que esgotar a água do vidro medidor, anotar a hora, encher novamente o vidro, deixando o valor da escala do vidro no zero.

Nota: As dimensões dos anéis e os roteiros de medição seguidos correspondem a normas utilizadas pela SUDENE desde vários anos.

Medição da permeabilidade dos solos in



FONTE: Cbh. O.R.S.T.O.M., ser, Hydro., vol. IX, NR 3, 1972 J. Colombani, J.P. Lamagat, J. Thiebaux

Fig. 6.1

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUIAR, F.G. de. Estudo hidrométrico do Nordeste Brasileiro. IFOCS, B. Rio de Janeiro, 13(1) jan./mar. 1940.
2. ASSELINE, J. & VALENTIN, C. Construction et mise au point d'un infiltromètre à aspersion. Abidjan. ORSTOM. 34 p. 1977.
3. ASSUNÇÃO, M. Silva. Bacia Representativa de IBIPEBA. Relatório de campanha 79/80. Recife, SUDENE-DRN, 1982. 60 p. il. (Brasil, SUDENE. Hidrologia, 13) "Convênio SUDENE/ORSTOM".
4. BÜRGER, M. Physikalische Eigenschaften der Wald - und Freilandböden. Mitt. eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw., 13(1) 1922.
5. CADIER, E.; COCHONNEAU, G.; SILVA, A.G.C. Estudo estatístico das precipitações diárias no Estado de Pernambuco. Recife, SUDENE-DRN, 1982. 13 p. il. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
6. _____ & FERREIRA P.A. Sanguinetti. Avaliação dos recursos hídricos para pequenos aproveitamentos em zonas semi-áridas do Nordeste. (Estudos de Bacias Representativas e Experimentais). Recife, SUDENE-DRN, 1982. 14 p. il. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
7. _____ & FREITAS B. José. Bacia Experimental de Sumé: instalação e primeiros resultados. Recife, SUDENE-DRN, 1983 (Brasil. SUDENE. Hidrologia 16). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
8. _____ & _____. Bacia Representativa de Sumé. Primeira estimativa dos recursos de água. Campanhas de 1973 a 1980. Recife, SUDENE-DRN, 1982. 190 p. il. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 14). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
9. _____ & POIRRUT, P. Inventaire et détermination des données nécessaires à l'utilisation rationnelle des ressources en eau dans le cadre d'une planification globale des ressources naturelles renouvelables. L'expérience de l'Equateur. Cahiers ORSTOM, série Hydrologie, Paris, 16(3/4):171-211, 1979.
10. CAVALCANTE, L.F.; CHAVES, I. de B.; SILVA, A.A. de. Comparação entre valores de infiltração final em solos da Paraíba obtidos com chuva artificial e cilindro infiltrômetro. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3., Recife, 1980. Resumos dos trabalhos. Recife, 1980 p. 17.
11. _____ ; _____ ; SILVA I. de F. Permeabilidade dos solos da Paraíba. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3., Recife, 1980. Resumos dos trabalhos. Recife, 1980. p.16.
12. CAMPELLO, A. Modélisation de l'écoulement sur des petites cours d'eau du Nordeste (Brasil). Paris, ORSTOM, 1979. 121 p. il. Bibliog. Tese.
13. COLLINET, J. & LAFFORGUE, A. Mesure de ruissellement et d'érosion sous pluies simulées pour quelques types de sols de Haute-Volta. Rapport ORSTOM, 1979. 2 v.
14. _____ & VALENTIN, C. Analyse des différents facteurs intervenant sur l'hydrodynamique superficielle. Nouvelles perspectives, applications agronomiques. Rapport ORSTOM, Abidjan, ORSTOM, 1979. 41 p.
15. COLMAN, E.A. Laboratory procedure for determining the field capacity of soils. Soils Sci. Baltimore. 63:277-83, 1947.

16. COLDMBANI, J., LAMAGAT, J.P., THIEBAUX. Mesure de la perméabilité des sols en place: un nouvel appareil pour la méthode MONTZ. Une extension de la méthode Porchet aux sols hétérogènes. Cahiers ORSTOM, série Hydrologie, Paris, 2(3):15-46, 1972.
17. DUBREUIL P. Les caractères physiques et Morphologiques des bassins versants; leur détermination avec une précision acceptable. Cahiers ORSTOM série Hydrologie, Paris, 3(4) 1966
18. _____ et alii Recueil des données de base des bassins représentatifs et expérimentaux. Années 1951-1969. ORSTOM. Paris 1972. 919 p.
19. _____, GIRARD, G.; HERBAUD, H. Monographie hydrologique du bassin du Jaguaribe. (Ceará-Brésil). Paris, ORSTOM, 1968. 385 p. il. (Mémoires ORSTOM, 28). Bibliografia.
20. _____, MORELL, M.; SECHET, P. Comportement et interaction des paramètres physiques de petits bassins semi-arides et intertropicaux. Cahiers ORSTOM, série Hydrologie, Paris, 12(1):3-36.
21. _____ & VUILLAUME, G. Influence du Milieu Physicoclimatique sur l'écoulement de petits bassins intertropicaux. Publication n° 117 de l'AISH, SYMPOSIUM DE TOKYO, déc. 1975, p. 205 a 215.
22. EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979.
23. ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Staff, Soil Survey Manual. Washington. D.C., USOA, 1951, 503 p. (Agriculture Handbook, 18).
24. GALINDO, C.A.P.M. Bacia Representativa de Tauá; campanha 78/79. Recife, SUDENE-DRN, 1980. 75 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 9). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
25. BRASIL.SUDENE.G.E.V.J. & SCET-ORSTOM. Mise en valeur du Bassin du Jaguaribe. Etudes générales de Base (1962-64). Tome IV. Les eaux de Surface. Hydrologie de surface en région cristalline: le bassin représentatif de JUATAMA. V. 2, 1965. V. 2 bis. 1965.
26. GOMES, J.M. & SANTOS, M.F. Bacia Representativa do Riacho do Navio; I Levantamento do reconhecimento de solos da bacia representativa do Riacho do Navio 1:100.000, II Levantamento semi-detalhado de solos de uma sub-bacia do Riacho do Navio 1:25.000. Recife, SUDENE-DRN, 1977. 84 p. il. (Brasil.SUDENE.Recursos de solos, 9). Bibliografia.
27. HAISE, H. et alii. The use of cylinder infiltrometers to determine the intake characteristics of irrigated soil. Washington D.C., USDA. 10 p. 1936.
28. HIDALGO-GRANADOS, A. Uso de pequenas bacias hidrológicas em estudos de conservação do solo e da água. In. II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO. Passo Fundo, R.S., 1978. Anais, p.109-113.
29. HORTON, R.E. An approach toward a physical interpretation of infiltration capacity. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Madison, 5:399-417, 1940.
30. LAFFORGUE, A. & NAAH, E. Exemple d'analyse expérimentale des facteurs de ruissellement sous pluies simulées. Cahiers O.R.S.T.O.M., série Hydrologie, Paris, 13(3):195-237, 1976.
31. LEPRUN, J.C. A erosão, a conservação e o manejo do solo no Nordeste brasileiro; balanço, diagnóstico e novas linhas de pesquisas. (Brasil SUDENE. Recursos de solos, 15). 107 p. 1981.

32. LINS, M.J.A. Bacia Representativa de Ibipeba; campanha 78/79. Recife, SUDENE-DRN, 1982. 59 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 12). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
33. _____ . Bacia Representativa de Tauá; campanha 79/80. Recife, SUDENE-DRN, 1981. 60 p. il. (Brasil,SUDENE.Hidrologia, 10). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
34. _____ . Bacia Representativa de Tauá. campanhas 80/81 e 81/82. Recife, SUDENE-DRN, 1983 (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 17). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
35. NOUVELOT, J.F. Planificação da implantação de bacias representativas; aplicação à área da SUDENE. Recife, SUDENE-DRN, 1974. 91 p. mapa de bolso. Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
36. _____ . & FERREIRA, P.A.S. Bacia Representativa do Riacho do Navio; primeira estimativa dos recursos de água. Recife, SUDENE-DRN, 1977. 249 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 4). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
37. _____ . ; _____ . ; CADIER, E. Bacia Representativa do riacho do Navio; relatório final. Recife, SUDENE-DRN, 1979. 193 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 6). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
38. _____ . & PEREIRA, F. das C. Preparação do projeto de implantação de uma bacia representativa. Recife, SUDENE-DRN, 1977. 28 p. il. (Brasil,SUDENE.Hidrologia, 5)"Convênio SUDENE/ORSTOM".
39. OLIVEIRA, L.B. de. Estudo físico-hídrico do solo. Caracterização completa sob o ponto de vista físico de uma área experimental da Estação experimental do Curado. Recife, Inst. Agron. NE, 1963. 38 p. (Boletim Técnico, 19).
40. PEREIRA, F. das C. Bacia Representativa de Ibipeba; campanha 1976/1977. Recife, SUDENE-DRN, 1978. 31 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 3). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
41. QUEIROZ FILHO, S.C.; MILLAR, A.A.; BOERS, M. Características da infiltração dos Vertissolos do sub-médio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15, Campinas, 1975. Anais.
42. RODIER, J.A. Evaluation de l'écoulement annuel dans le Sahel tropical africain. Paris, ORSTOM, 1975. 121 p. il. (Travaux et Documents de l'ORSTOM, 46) Bibliografia.
43. _____ . La transposition des résultats des bassins representatifs et ses problèmes. Cahiers ORSTOM, série Hydrologie, Paris, 19(2):115-27, 1982.
44. _____ . & AUVRAY, C. Estimation des débits des crues décennale pour les Bassins Versants de superficie inférieures à 200 km². ORSTOM-CIEH 30 p. 13 f., 1965.
45. ROOSE & ASSELINE, J. Mesure des phénomènes d'érosion sous pluies simulées aux cas d'érosion d'Adiopodoumé. Les charges solides et solubles des eaux de ruissellement sur sol nu et diverses cultures d'ananas. Cahiers ORSTOM, série Pédologie. Paris, 16(1):24-43, 1978.
46. ROSE, C.W.; STERN, W.R.; DRUMOND, J.E. Determination of hydraulic conductivity as a function of depth and water content in situ. Australian J. Soil. Res. 3:1-9, 1965.
47. BRASIL.SUDENE. Projeto Bacia Experimental. Recife, SUDENE-DRN, 1982. 19 p. il. "Convênio SUDENE/ORSTOM".

48. ESTADOS UNIDOS, Bureau of Reclamation Publications. Design of small dams. 816 p. 2 maps cloth Bound.
49. VALENTIN, C. Divers aspects des dynamiques actuelles de quelques sols ferrallitiques de Côte d'Ivoire. Relatório ORSTOM, Abidjan. 1978. 141 p.
50. ZELAQUETT, G.J. Bacia Representativa de Açu; relatório de instalação e campanha 78/79/80. Recife, SUDENE-DRN, 1981. 85 p. il. (Brasil.SUDENE Hidrologia, 11). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
51. ZELAQUETT, G.J. Bacia Representativa de Ibipeba; relatório de campanha 1977/78 e complementação do relatório de instalação. Recife, SUDENE-DRN, 1980. 99 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 8). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".

/mjbc.

RELAÇÃO DAS PUBLICAÇÕES EDITADAS DA SÉRIE:
BRASIL.SUDENE.HIDROLOGIA.

- 1 - VIEIRA, H.J.P. Bacia Representativa de Escada; campanha 1975. Recife, SUDENE-DRN, 1976. 70 p. il. (Brasil.Sudene.Hidrologia 1). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 2 - _____ . Bacia Representativa de Escada; campanha 1976. Recife, SUDENE-DRN, 1977. 35 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia 2). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 3 - PEREIRA, F. das C. Bacia Representativa de Ibipeba; campanha 76/77. Recife, SUDENE-DRN, 1978. 31 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 3). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 4 - NOUVELCT, J.F. & FERREIRA, P.A.S. Bacia Representativa do Riacho do Navio; primeira estimativa dos recursos de água. Recife, SUDENE-DRN, 1977. 249 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 4). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 5 - _____ & PEREIRA, F. das C. Preparação do projeto de implantação de uma bacia representativa. Recife, SUDENE-DRN, 1977. 28 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 5). "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 6 - _____ ; FERREIRA, P.A.S.; CADIER, E. Bacia Representativa do Riacho do Navio; relatório final. Recife, SUDENE-DRN, 1979. 193 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 5). "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 7 - MAIA, B.V.B. Bacia Representativa de Escada; campanha 77. Recife, SUDENE-DRN, 1979. 62 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 7) Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 8 - ZELAQUETT, G.J. Bacia Representativa de Ibipeba; relatório de campanha 1977/78 e complementação do relatório de instalação. Recife, SUDENE-DRN, 1980. 99 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 8). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 9 - GALINDO, C.A.P.M. Bacia Representativa de Tauá; campanha 78/79. Recife, SUDENE-DRN, 1980. 75 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 9). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 10 - LINS, M.J.A. Bacia Representativa de Tauá; campanha 79/80. Recife, SUDENE-DRN, 1981. 60 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 10). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 11 - ZELAQUETT, G.J. Bacia Representativa de Açú; relatório de instalação e campanha 78/79/80. Recife, SUDENE-DRN, 1981. 85 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 11). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 12 - LINS, M.J.A. Bacia Representativa de Ibipeba; campanha 78/79. Recife, SUDENE-DRN, 1982. 59 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 12). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 13 - ASSUNÇÃO, M.S. de. Bacia Representativa de Ibipeba. Relatório de campanha 79/80. Recife, SUDENE-DRN, 1982. 60 p. il. (Brasil.SUDENE. Hidrologia, 13). "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- 14 - CADIER, E. & FREITAS, B.J. Bacia Representativa de Sumé. Primeira estimativa dos recursos de água. Campanhas de 1973 a 1980. Recife, SUDENE-DRN, 1982. 190 p. il. (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 14). Bibliografia. "Convênio SUDENE/ORSTOM".