

DEODATO MIGUEL DE PAULA SOUZA
Engenheiro-Agrônomo

H I D R O L O G I A D E S O L O S
Capacidade de Armazenamento e Disponi-
bilidade de Água nos Solos Zonais da
Fazenda Ipanema

Tese submetida ao Conselho Diretor dos
Cursos Pós Graduação, para obtenção do
Título de Magister Scientiae na Escola
Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

PIRACICABA
1966

B R R A T A

<u>Página:</u>	<u>linha:</u>	<u>onde se lê:</u>	<u>leia-se:</u>
4	31ª	35 Im	t
6	quadro nº 1	Km2	Km2
8	13ª	MARCONDES et al	CASAR et al
8	fórmula	$h = \frac{a \times H \times Da}{100} \text{ cm}$	$h = \frac{(U1 - U2) \times H \times Da}{100} \text{ cm}$
8	fórmula	a = conteúdo de unidade em % peso de terra	U1 = unidade % peso C.C. U2 = unidade % peso no P.M.P.
9	fórmula	$CAD \% = \frac{h \times 100}{H}$	$CAD \% = \frac{h \times 100}{H} \quad CAD \% = AD\% \times Da$
20	quadro nº 23	Horizonte B Série Varnhagen 1.7	Horizonte B Série Varnhagen 1.4
	coluna retenção na	Horizonte A Série Capuava 1.6	Horizonte A Série Capuava 1.4
	unidade de volume	Total, Série Varnhagen 3.4	Total, Série Varnhagen 3,1
		Total, Série Capuava 1.6	Total, Série Capuava 2.2
32	item 8	MARCONDES. C.C. et al	CASAR; C.H., et al

A G R A D E C I M E N T O

Ao Professor Guido Ranzani, Catedrático da Cadeira de Solos e Agrotecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" e Conselheiro Principal no Curso Pós Graduação de Solos, venho externar meus agradecimentos pelo auxílio na escolha do tema e orientação dêste trabalho.

Í N D I C E

	Página
1. <u>INTRODUÇÃO E OBJETIVO</u>	1
2. <u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u>	2
3. <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	6
3.1. Material	6
3.1.1. Solo.	6
3.2. Métodos.	7
3.2.1. Método de trabalho.	7
3.2.2. Métodos analíticos.	8
4. <u>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</u>	10
4.1. Dados Analíticos dos Solos Originados pelo Processo de Podzolização.	10
4.1.1. Série Bacaetava	10
4.1.2. Série Mursa	11
4.1.3. Série Varnhagem	12
4.1.4. Série Chapada	13
4.2. Dados Analíticos dos Solos Originados pelo Processo de Latolização	14
4.2.1. Série Araçoiaba da Serra.	14
4.2.2. Série Capuava	15
4.2.3. Série Cutiara	16
4.2.4. Série Samambaia	17
4.2.5. Série Ipanema	18
4.2.6. Série Realengo.	19

4.3.	Dados Utilizados para Confronto de Aptidões Hidrológicas entre os Solos Podzólicos e Latossólicos da Fazenda Ipanema	20
5.	<u>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</u>	21
5.1.	Solos Podzólicos.	21
5.1.1.	Textura e matéria orgânica	21
5.1.2.	Hidrologia	21
5.2.	Solos Latossólicos.	22
5.2.1.	Textura e matéria orgânica	22
5.2.2.	Hidrologia	23
5.3.	Análise Comparativa entre Podzólicos e Latossólicos.	24
5.3.1.	Profundidade e aptidão hidrológica	24
5.3.2.	Retenção média	25
5.3.3.	Retenção de água por horizonte	25
6.	<u>CONCLUSÕES</u>	26
7.	<u>SUMÁRIO</u>	28
8.	<u>SUMMARY</u>	30
9.	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	32

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVO

O solo, para satisfazer plenamente suas funções de meio para o crescimento e desenvolvimento das plantas, necessita conter uma determinada quantidade de água.

Esta, além de estimular inúmeras atividades físicas, químicas e bioquímicas do solo, funciona como veículo dos nutrientes e também como alimento.

Através dos meteoros aquosos, especialmente da chuva, a água chega à superfície do solo. Parte dessa água, escorre na forma de deflúvio superficial, outra parte evapora e uma outra é transmitida em profundidade e armazenada de acordo com a capacidade hídrica ou de retenção de água do solo.

A capacidade que possui o solo de funcionar como reservatório hídrico, retendo parte da água para consumo das plantas, constitui um dos aspectos das relações unidade-solo-planta de maior interesse para a agricultura, afetando o estabelecimento das práticas agrônômicas modernas de utilização do solo. Segundo ROBINSON (16), esta propriedade é a de maior importância, tanto para a comprovação do processo edafogenético, como para a vida das plantas, devendo portanto admitir-se como o grupo mais importante dos problemas físicos do solo.

Considerando a importância do fator água na investigação do sistema água-solo-planta, nosso interesse pelo assunto, e a necessidade de efetuarmos uma tese para candidatarmos-nos à obtenção do grau de MAGISTER SCIENTIAE, achamos por bem orientar nosso trabalho nesse sentido. Assim, nos propusemos a avaliar a capacidade de armazenamento e disponibilidades de água nos solos zonais da Fazenda Ipanema.

Cumpre-nos finalmente salientar, têmos tratado o assunto apenas no terreno teórico, não levando em consideração todas as condições locais de ocorrência dos solos estudados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Consultando a **literatura** disponível, verificamos que muito embora a importância que envolve o estudo da água no solo, pouco se tem estudado no Brasil sobre o seu armazenamento e condições de disponibilidades e ainda menos ou praticamente nada em nosso País e mesmo no mundo sobre o aspecto comparativo destas condições para grupos genéticos diferentes.

Procuramos por êste motivo, fazer referências a alguns trabalhos que tenham relação com o estudo em questão.

DREIBELBIS e POST (2) em seus estudos sobre água do solo, realizaram trabalhos bastante complexos, inventariando as perdas de água e salientando ser essencialmente correta a equação:

$$\text{Precipitação} = \text{percolação} + \text{deflúvio} + \text{evapotranspiração} \pm \pm \text{armazenamento da água no solo.}$$

Ainda DREIBELBIS e POST (3) salientam a importância da diferença entre o teor de água no solo e a quantidade de água presente nesse mesmo solo, no período mais seco do ano. Pois essa diferença, argumentam os autores, é mais importante do que a água total, porque representa aquela quantidade que pode ser acumulada ou perdida pelo solo nas condições naturais de campo em qualquer período do ano. O seu teor é considerado como sendo a indicação de água armazenada no solo.

RUSSEL (17) estudando a quantidade de água utilizável retida por um solo, diz que a água aproveitada depende da porção retida que as plantas podem extrair. Salienta ainda o autor que as medidas e cálculos de água utilizável, deveriam fazer-se em função do volume, pois unicamente a água útil por unidade de espessura do solo é que tem significado para o desenvolvimento vegetal.

RANZANI (11) sugere o termo "capacidade de água disponível" (CAD), para o emprêgo em questões hidrológicas de solos

e relativo à habilidade de armazenamento de água disponível.

Assim, a capacidade de água disponível é a camada de água disponível exprimida como porcentagem da espessura do solo. Ainda, segundo este autor, a camada de água disponível pode ser determinada desde que se considerem a massa específica aparente e a espessura da camada de terra.

LEMOS e CASTRO (7) ao estudarem a capacidade de armazenamento de água na Série (Itaguaí R.J.), apreciaram os teores de umidade a várias profundidades, no período de um ano. Dentre as muitas conclusões a que chegaram destacam-se as seguintes:

1) O teor mínimo de água, observado no período de um ano, aumenta progressivamente com a profundidade do solo.

2) Os acréscimos ou reduções dos teores de água no solo, como consequência da ocorrência ou escassez de chuvas, ocorrem simultaneamente em toda profundidade do solo, com exceção da zona mais próxima à superfície.

3) O exame dos teores médios mensais de água na espessura total do solo estudado, revela que a capacidade de armazenamento de umidade é praticamente independente das variações sazonais. Ao concluir o trabalho o autor salienta não poderem os resultados obtidos serem aplicados a outros solos da região, por ser a capacidade de armazenamento de água função inerente da constituição e natureza de cada solo.

GROHMANN e MEDINA (5) ao estudarem a relação entre a água do solo e a tensão com que ela é retida em alguns "tipos" de solos do Estado de São Paulo observam que: no solo com baixo teor de argila, praticamente não há variação no teor de umidade sob tensões de 3, 8, 15 e 20 atmosferas; e quando o perfil é homogêneo em relação à textura, observa-se a influência da matéria orgânica na retenção da água pelo solo.

RANZANI, KINJO e FREIRE (10) estudando os solos da Série Monte Alegre (Piracicaba - SP), determinaram a disponibili

dade de água durante 12 meses do ano e, dentre outras conclusões, revelam que essa unidade a partir de 123 cm de profundidade, possui água disponível em qualquer época do ano.

RANZANI, et al. (12) em trabalho efetuado nos solos da Fazenda Ipanema Sorocaba - SP), correlacionando a CAD % dos horizontes superficiais, com classe textural básica, obtiveram dados sugestivos de uma possível correlação com o conteúdo de limo.

Dos fatores que afetam a capacidade de armazenamento de água pelo solo, os autores são unânimes em afirmar ser a textura, a estrutura e a matéria orgânica os mais importantes.

TOMPSON (18) ao fazer referência à textura como fator importante no armazenamento de água diz: o solo de textura mais fina tem maior superfície e portanto, mais volume de capilares mais finos. Por isso, este tipo de solo retém mais água que um solo de textura grosseira.

Esta relação se mantém, desta forma, isto é, o conteúdo de cada forma de água aumenta ao passar a textura desde arenosa a argilosa. Porém, este mesmo autor, após apresentar dados concluindo suas afirmativas, apresenta um solo em que dado o seu alto valor do ponto de murcha faz exceção à regra.

Ainda este autor diz que a matéria orgânica tem influência indireta, porém efetiva na capacidade de armazenamento e disponibilidade de água no solo, salientando que, a presença da mesma, aumenta o volume de poros capazes de reter água nos solos argilosos e preenche os poros demasiado grandes dos solos arenosos, isto é, a capacidade capilar da parte mineral do solo aumenta com a sua presença ou adição.

Por sua vez RUSSEL (18), tomando por base experiências feitas em Broadbalk em Rothamsted, de 1843 a 1943, afirma que a incorporação de matéria orgânica na razão de 35 Tm por ha pode elevar a capacidade de água disponível a uma profundidade de 23 cm de solo - para cerca de 35%.

BOTEIHO (1) ao se referir a argila num capítulo dedicado às rochas sedimentares argiláceas móveis, evidencia que a mesma tem elevada capacidade de retenção para a água, mas que as suas características variam consideravelmente com a sua composição mineralógica.

Salienta ainda o autor que a plasticidade das argilas está altamente relacionada com os teores dos Sexquióxidos de ferro e alumínio, os quais lhe conferem menor plasticidade.

MEDINA e GROHMANN (9), estudando a disponibilidade de água em alguns solos sob cerrado, obtiveram dados que vieram a confirmar o conceito discutido de que são os solos barrentos - aquêles que apresentam maior disponibilidades de água às plantas, vindo em seguida os argilosos e por fim, os solos arenosos.

o:o:o:o:o

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

3.1.1. Solo - as amostras de terra que serviram de objeto para este trabalho, provém de dez unidades taxonômicas descritas por RANZANI, et al (12) na Fazenda Ipanema no Estado de São Paulo, ao nível de Série.

Segundo estes autores, no referido local as Ordens de Solos apresentam a seguinte distribuição:

QUADRO Nº 1 - Distribuição das Ordens de Solos de Ipanema.

ORDENS DE SOLOS	Área		
	Km2	Hectares	Porcentagens
Zonal	33.213	3.321,3	49,0
Intrazonal	28.085	2.808,5	41,5
Azonal	6.486	648,6	9,5

Como ficou explícito desde o título de nosso trabalho, as observações seriam conduzidas nos Solos Zonais, as quais segundo ainda os autores acima citados, apresentam na área em estudo ao nível de Série a seguinte distribuição:

QUADRO Nº 2 - Distribuição das Séries dentro dos Grandes Grupos e Ordem na área em estudo.

Ordem	Grandes Grupos	Séries	% da área	
			Grande Grupo	Ipanema
Z O N A L	Podzólico ...	Chapada	2,6	0,7
		Varnhagem	67,1	18,2
		Mursa	8,0	2,2
		Bacaetava	22,3	6,1
	Latosol ...	Araçoiaba	1,6	0,3
		Realengo	46,7	10,2
		Ipanema	6,7	1,5
		Capuava	22,5	4,9
		Cutiara	16,7	3,6
		Samambaia	5,8	1,3

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Método de trabalho - Para atingirmos o objetivo do presente trabalho seguimos o seguinte critério:

Foram efetuadas as determinações analíticas que se julgaram de interesse para obtenção de dados referentes à capacidade de armazenamento e disponibilidade em água para os solos em estudo.

De posse dos referidos dados, procuramos analisar em primeiro lugar o comportamento dos perfís de cada Grande Grupo em separado, dando atenção especial à textura, matéria orgânica, profundidade, água disponível, capacidade de retenção total e separadamente para os horizontes A e B.

Feitas estas observações, procuramos confrontar os dados obtidos para os dois Grandes Grupos, estabelecendo comparações de aptidões hidrológicas. Das evidências verificadas pro

curamos analisar o seu conteúdo para as discussões e conclusões.

No tocante à textura, densidade e carbono, foram utilizados os dados obtidos por RANZANI, et al (12) no trabalho intitulado Carta de Solos da Fazenda Ipanema.

3.2.2. Métodos analíticos.

Textura - as análises mecânicas foram feitas em amostras de cada horizonte ou camada, empregando o método da pipeta (KILMER e ALEXANDER, 1949), (6) utilizando-se Na OH como dispersante e reunindo as partículas em classe de tamanho de acordo com o sistema norte americano (U.S.D.A.).

As classes texturais mencionadas, foram qualificadas como indicado por RANZANI (13).

Densidade - a massa específica aparente, foi determinada pelo método da areia, segundo MARCONDES et al (8).

Umidade de Murchamento e Capacidade de Campo - as tensões de umidade do solo para 15 atmosferas foram obtidas com a placa de RICHARDS (15) e para 1/3 de atmosfera conforme proposição de RICHARDS e WEAVER (14), por centrifugação.

A camada de água disponível - foi avaliada segundo indica RANZANI (11), o qual expressa a camada de água disponível do solo para uma determinada camada de solo. A fórmula proposta e por nós adotada é a seguinte:

$$h = \frac{a \times H \times Da}{100} \text{ cm}$$

em que: h = camada de água em cm
a = conteúdo de umidade em % pêsos de terra
H = camada de solo em cm
Da = massa específica aparente do solo

Capacidade de água disponível (CAD) - também foi ava-

liada segundo RANZANI (11) que considera que a CAD de um solo é obtida pelo produto entre a massa específica aparente e a água disponível em porcentagem:

$$\text{CAD } \% = \frac{h \times 100}{H}$$

Carbono - foi determinado por via úmida segundo GREWELLING et al (4). A matéria orgânica foi calculada como C x 1,72.

•:•:•:•

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Obedecendo o critério adotado na execução do trabalho, apresentamos em primeiro lugar os resultados obtidos para os solos de cada Grande Grupo. Em seguida registramos os valores encontrados e utilizados para fins de confronto de aptidões hidrológicas entre os dois grupos genéticos estudados.

4.1. DADOS ANALÍTICOS DOS SOLOS ORIGINADOS PELO PROCESSO DE PODZOLIZAÇÃO.

4.1.1. Série Bacaetava.

QUADRO Nº 3 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Horizontes	Profundidade (cm)	Análise Granulométrica %							Classe textural	Da (g/cm ³)	Mat. Org. %
		Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Limo	Argila			
Alp	0-12	0,2	0,6	1,3	5,3	2,2	55,4	35,0	brl	1,5	3,04
A3	12-22	0,2	0,9	1,9	6,0	2,2	53,8	35,0	brl	1,5	2,49
B2	22-52	0,7	0,5	1,3	5,2	2,1	55,2	35,0	brl	1,6	2,13
B3	52-77	0,8	0,4	1,1	4,5	2,0	26,2	65,0	r	1,7	1,60

QUADRO Nº 4 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Horizontes	Profundidade (cm)	Tensão da umidade		AD %	CAD %	Camada de AD (mm)	
		1/3 atm. %	15 atm. %			Horizonte	Acumulada
		Alp	0-12				
A3	12-22	25,7	15,4	10,3	15,4	15,4	35,6
B2	22-52	25,4	16,5	8,9	14,2	42,6	78,2
B3	52-77	27,0	16,7	10,3	17,5	43,7	121,9

4.1.2. Série Mursa

QUADRO Nº 5 - Dados obtidos para o perfil modal

Hori- zontes	Profun- didade (cm)	Análise Granulométrica %							Clas- se tex- tu- ral	Da (g/ cm ³)	Mat. Org. %
		Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Limo	Argila			
Alp	0-15	1,2	3,6	8,4	31,0	0,3	45,5	10,0	b	1,6	1,94
Al2	15-30	1,4	4,1	8,2	29,4	10,8	36,1	10,0	baf	1,6	1,29
B1	30-48	0,6	2,5	7,2	27,2	9,5	28,0	25,0	b	1,8	1,17
B21	48-72	0,9	2,1	5,0	19,6	7,9	39,0	25,5	b	1,7	1,15
B22	72-102	1,1	2,2	5,6	20,6	6,5	24,0	40,0	br	1,7	0,84
B3	102-127	1,1	2,1	4,7	20,0	8,6	28,5	35,0	br	1,6	0,74

QUADRO Nº 6 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Hori- zontes	Profun- didade (cm)	Tensão de umidade		AD %	CAD %	Camada de AD (mm)	
		1/3 atm. %	15 atm. %			Horizonte	Acumulada
Alp	0-15	15,8	6,5	9,3	14,9	22,3	22,3
Al2	15-30	16,0	5,8	10,2	16,3	24,4	46,7
B1	30-48	18,1	8,5	9,6	17,3	31,1	77,8
B21	48-72	22,3	13,1	9,2	15,6	37,4	115,2
B22	72-102	21,8	13,0	8,8	15,0	45,0	160,2
B3	102-127	23,4	12,1	11,3	18,1	45,2	205,4

4.1.3. Série Varnhagen

QUADRO Nº 7 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Horizontes	Profundidade (cm)	Análise Granulométrica %							Classe textural	DA (g/cm ³)	Mat. Org. %
		Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Limo	Argila			
Ap	0-25	0,9	7,6	17,9	31,0	11,0	26,6	5,0	baF	1,7	1,12
A2	25-37	1,7	10,0	20,1	31,2	11,0	23,6	1,5		1,8	0,34
B21	37-50	1,3	8,8	17,3	24,5	8,9	24,2	15,0	baF	1,8	0,50
B22	50-80	1,3	8,0	14,0	21,6	8,2	21,9	25,0	bra	1,7	0,50
B3	80-110+	1,4	6,0	10,8	16,3	7,3	23,2	35,0	br	1,8	0,43

QUADRO Nº 8 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Horizontes	Profundidade (cm)	Tensão da umidade		AD %	CAD %	Camada de AD (mm)	
		1/3 atm. %	15 atm. %			Horizonte	Acumulada
Ap	0-25	14,3	3,8	10,5	17,8	44,5	44,5
A2	25-37	10,0	1,6	8,4	15,1	18,1	62,6
B21	37-50	17,0	7,0	10,0	18,0	23,4	86,0
B22	50-80	19,3	9,6	9,7	16,5	49,5	135,5
B3	80-110 +	23,8	17,9	5,9	10,6	31,8	167,3

4.1.4. Série Chapada

QUADRO Nº 9 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Horizontes	Profundidade (cm)	Análise Granulométrica %							Classe textural	Da (g/cm ³)	Mat. Org. %
		Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Limo	Argila			
A	0 - 15	9,9	15,8	10,7	16,5	5,8	34,3	7,0	bag	1,8	1,94
B	15 - 35	8,0	14,2	8,0	14,1	5,5	38,2	2,0	b	1,7	0,43

QUADRO Nº 10 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Horizontes	Profundidade (cm)	Tensão da umidade		AD %	CAD %	Camada de AD (mm)	
		1/3 atm. %	15 atm. %			Horizonte	Acumulada
A	0 - 15	20,2	11,1	9,1	16,4	24,6	24,6
B	15 - 35	21,2	9,0	12,2	20,7	41,4	66,0

4.2. DADOS ANALÍTICOS DOS SOLOS ORIGINADOS PELO PROCESSO DE LATOLIZAÇÃO.

4.2.1. Série Araçoiaba da Terra

QUADRO Nº 11 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Horizontes	Profundidade (cm)	Análise Granulométrica %							Classe textural	Da (g/cm ³)	Mat. Org. %
		Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Limo	Argila			
Alp	0-25	0,6	3,9	9,3	21,2	7,2	32,8	25,0	b	1,4	2,70
A12	25-40	0,4	3,2	8,7	22,4	8,3	37,0	20,0	b	1,5	1,46
B1	40-60	0,6	3,2	6,9	17,3	6,1	30,9	35,0	br	1,4	1,20
B2	60-110	0,6	3,4	7,7	18,7	6,1	23,5	40,0	br	1,6	0,70
B3	110-125	0,5	3,2	6,8	17,6	6,8	40,1	25,0	b	1,4	0,57

QUADRO Nº 12 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Horizontes	Profundidade (cm)	Tensão da umidade		AD %	CAD %	Camada de AD (mm)	
		1/3 atm. %	15 atm. %			Horizonte	Acumulada
Alp	0-25	22,0	10,9	11,1	15,5	38,7	38,7
A12	25-40	19,8	9,9	9,9	14,8	22,2	60,9
B1	40-60	21,4	13,0	8,4	11,8	23,6	84,5
B2	60-110	22,3	13,5	8,8	14,1	70,5	155,0
B3	110-125	23,2	13,4	9,8	13,7	20,5	175,5

4.2.2. Série Capuava

QUADRO Nº 13 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Horizontes	Profundidade (cm)	Análise Granulométrica %							Classe textural	Da (g/cm ³)	Mat. Org. %
		Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Limo	Argila			
A1	0 - 15	2,7	4,9	15,8	13,2	4,1	49,3	20,0	b	1,3	4,20
A3	15 - 45	2,7	4,5	5,4	11,9	3,9	31,6	40,0	br	1,7	1,62
B	45 - 80	1,9	3,6	4,5	9,8	3,3	21,9	55,0	r	1,7	1,06

QUADRO Nº 14 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Horizontes	Profundidade (cm)	Tensão da umidade		AD %	CAD %	Camada de AD (mm)	
		1/3 atm. %	15 atm. %			Horizonte	Acumulada
		A1	0 - 15				
A3	15 - 45	25,4	18,3	7,1	12,1	36,3	49,5
B	45 - 80	27,4	20,9	6,5	11,0	38,5	88,0

4.2.3. Série Cutiara

QUADRO Nº 15 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Horizontes	Profundidade (cm)	Análise Granulométrica %							Classe textural	Densidade (g/cm ³)	Mat. Org. %
		Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Limo	Argila			
A1	0-25	0,6	3,7	5,7	12,5	4,0	23,0	50,5	r	1,1	4,47
A3	25-45	0,2	2,9	4,5	10,2	3,9	22,3	56,0	r	1,3	2,92
B2	45-95	0,6	3,4	4,0	9,5	3,7	20,3	58,5	r	1,3	1,98
B3	95-115	0,9	3,3	4,4	10,5	4,2	19,2	57,5	r	1,3	1,15

QUADRO Nº 16 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Horizontes	Profundidade (cm)	Tensão da umidade		AD %	CAD %	Camada de AD (mm)	
		1/3 atm. %	15 atm. %			Horizonte	Acumulada
		A1	0-25				
A3	25-45	30,1	23,0	7,1	9,2	18,4	34,9
B2	45-95	29,5	21,3	7,8	10,1	50,5	85,4
B3	95-115	28,9	21,5	7,4	9,6	19,2	104,6

4.2.4. Série ~~Sambaia~~

QUADRO Nº 17 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Hori- zontes	Profun- didade	Análise Granulométrica %							Clas- se - tex- tu- ral	Da (g/ cm ³)	Mat. Org. %
		Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Limo	Argila			
Alp	0-25	0,5	2,9	7,2	20,5	4,5	19,4	45,0	r	1,3	6,84
Al2	25-50	0,3	2,0	7,0	20,4	4,8	18,0	47,0	r	1,5	3,87
B1	50-70	0,4	1,8	6,2	19,8	5,0	15,8	51,0	r	1,4	3,03
B3	70-100+	0,5	2,0	6,2	18,4	5,4	13,0	54,5	r	1,6	1,77

QUADRO Nº 18 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Hori- zontes	Profun- didade (cm)	Tensão da umidade		AD %	CAD %	Camada de AD (mm)	
		1/3 atm. %	15 atm. %			Horizonte	Acumulada
Alp	0-25	29,4	22,7	6,7	8,7	21,7	21,7
Al2	25-50	28,1	20,4	7,7	11,5	28,7	50,4
B1	50-70	25,3	19,1	6,2	8,7	17,4	67,8
B3	70-100+	24,4	18,3	6,1	9,8	29,4	97,2

4.2.5. Série Ipanema

QUADRO Nº 19 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Hori- zontes	Profun- didade (cm)	Análise Granulométrica %							Clas- se tex- tu- ral	Da (g/ cm ³)	Mat. Org. %
		Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Limo	Argila			
A1	0-15	0,5	1,5	5,2	17,4	4,6	35,4	40,0	br	1,6	3,54
A3	15-30	0,2	1,0	3,3	15,2	5,3	20,0	55,0	r	1,5	1,94
B21	30-45	0,2	1,0	3,2	14,1	5,3	21,2	55,0	r	1,4	1,55
B22	45-85	0,3	1,2	3,8	15,9	5,1	18,7	55,0	r	1,5	1,01
B3	85-110	0,4	1,2	3,6	16,0	5,5	23,3	50,0	r	1,4	0,89

QUADRO Nº 20 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Hori- zontes	Profun- didade (cm)	Tensão da unidade		AD %	CAD %	Camada de AD (mm)	
		1/3 atm. %	15 atm. %			Horizonte	Acumulada
		A1	0-15				
A3	15-30	23,9	17,1	6,8	10,2	15,3	32,5
B21	30-45	25,4	17,0	8,4	11,8	17,7	50,2
B22	45-85	23,7	16,8	6,9	10,3	41,2	91,4
B3	85-110	26,3	17,6	8,7	12,2	30,5	121,9

4.2.6. Série Realengo

QUADRO Nº 21 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Horizontes	Profundidade (cm)	Análise Granulométrica %							Classe textural	D _a (g/cm ³)	Mat. Org. %
		Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Limo	Argila			
A1	0 - 20	0,4	2,2	4,2	13,2	5,9	29,1	45,0	r	1,4	3,51
B	20 - 60	0,2	1,2	3,2	12,6	5,2	22,6	55,0	r	1,3	1,98

QUADRO Nº 22 - Dados analíticos obtidos para o perfil modal

Horizontes	Profundidade (cm)	Tensão da umidade		AD %	CAD %	Camada de AD (mm)	
		1/3 atm. %	15 atm. %			Horizonte	Acumulada
		A1	0 - 20	27,0	21,3		
B	20 - 60	26,4	19,4	7,0	9,1	36,4	52,4

4.3. DADOS UTILIZADOS PARA CONFRONTO DE APTIDÕES HIDROLÓGICAS ENTRE OS SOLOS
PODZÓLICOS E LATOSSÓLICOS DA FAZENDA IPANEMA.

QUADRO Nº 23 - Dados para confronto de aptidões hidrológicas

	Séries	Profun- didade (cm)	AD %	Camada de AD no perfil (mm)	Retenção média no g.grupo (mm)	Camada de AD (mm)		Retenção na unidade de volume		
						Horiz. A	Horiz. B	Horiz. A	Horiz. B	Total
Podzolitizados	Chapada	35	21,3	66,0	—	24,6	41,4	1,6	2,1	3,7
	Bacaetava	77	40,7	122,0	140,0	35,6	86,3	1,6	1,6	3,2
	Varnhagen	110	44,5	167,0	—	62,6	104,7	1,7	1,7	3,4
	Mursa	127	58,4	205,0	—	46,7	158,7	1,5	1,6	3,1
Latossólicos	Realengo	60	12,7	52,0	—	16,0	36,4	0,8	0,9	1,7
	Capuava	80	20,4	88,0	—	49,5	38,5	1,6	1,1	2,7
	Ipanema	110	38,0	122,0	107,0	32,5	89,4	1,1	1,1	2,2
	Araçoiaba	125	48,0	175,0	—	60,6	114,6	1,5	1,3	2,8
	Cutiara	115	28,3	105,0	—	34,9	69,7	0,8	1,0	1,8
Samambaia	100	26,7	97,0	—	50,4	46,8	1,0	0,9	1,9	

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. SOLOS PODZÓLICOS

5.1.1. Textura e Matéria Orgânica.

Os resultados obtidos com relação à classificação textural revelam que, com exceção do horizonte A2 do perfil representativo da Série Varnhagem e do horizonte B3 do modal da Série Bacaetava, todos os demais horizontes enquadram-se na classe textural barro e suas variações.

A distribuição porcentual da argila como era de se esperar é menor no horizonte A, sofrendo de um modo geral, acréscimo no horizonte B, sendo as exceções encontradas perfeitamente normais dentro do quadro morfológico de cada unidade.

Com relação à fração limo, o mesmo não acontece, passando por variações as mais diversas dentro do perfil.

Ainda dentro do quadro analítico referente à textura, é notória a supremacia da fração limo sobre a fração argila -- nos horizontes mais superficiais, tendendo na porção intermediária para um equilíbrio, vindo finalmente nas camadas mais profundas predominar a argila.

No que diz respeito à matéria orgânica, observa-se -- uma perfeita distribuição em função da profundidade, apresentando valores mais altos na superfície. Foge a esta regra apenas o horizonte A2 da Série Varnhagem, no qual provavelmente -- os efeitos do processo de formação se fizeram sentir com maior intensidade.

Salienta-se ainda, que dentre as unidades pertencentes a este Grande Grupo as variações do teor em matéria orgânica -- estão compreendidos entre 1,6% e 3% para a Série Bacaetava e aproximadamente entre 0,40% e 1,90% para as demais Séries.

5.1.2. Hidrologia

Os dados obtidos, com relação à capacidade de campo, ---

umidade de murchamento, água disponível e capacidade de água disponível mostram que nas Séries do Grupo Podzólico não existe uma sequência na distribuição dentro dos perfís, assim ora os maiores valores se encontram na superfície o que em alguns casos indica uma provável correlação com o índice de matéria orgânica, ora esta correlação parece não existir, indicando algumas vezes possibilidades de correlação com os teores em argila ou limo.

É significativa a importância da densidade aparente na conversão dos dados de água disponível para camada de água disponível, podendo-se observar que Solos com os mais altos valores em água disponível, em função de sua densidade aparente passam a apresentar valores relativamente mais baixos. Assim, por exemplo, pode-se observar que na Série Bacaetava a qual apresenta os maiores teores em AD e menores em Da, a relação entre a camada de água disponível para a água disponível é menor que para as outras unidades. Observa-se também no mesmo exemplo a influência marcante da matéria orgânica na densidade do solo.

Com referência à capacidade total de armazenamento e disponibilidades em água, observa-se que a Série Mursa foi aquela que revelou maior capacidade, enquanto a Série Chapada mostrou possuir menor capacidade para êste fim.

No entretanto, no que se diz respeito à melhor aptidão para armazenamento e disponibilidades por uma mesma unidade de volume, a Série Chapada foi aquela que apresentou os maiores valores, aparecendo a Série Mursa com condições inferiores às das Séries Bacaetava e Varnhagem.

5.2. SOLOS LATOSSÓLICOS

5.2.1. Textura e matéria orgânica.

Fazendo-se uma apreciação sobre a textura dos solos dêste Grande Grupo, observa-se que de um modo geral o conteúdo

em argila aumenta com a profundidade até o horizonte B₃, quando volta a apresentar um decréscimo.

Com respeito à classificação textural, com exceção do perfil da Série Araçoiaba da Serra, os horizontes A₁ e A₃ da Série Capuava e o horizonte A₁ da Série Ipanema, todos os demais horizontes dos perfis modais das Séries estudadas se enquadram na classe "argila".

Dentre os solos pertencentes a êsse Grande Grupo o perfil representativo da Série Araçoiaba é aquele que apresenta menores porcentagens de fração argila, estando as variações compreendidas entre 20% e 45%.

Os conteúdos desta fração para as demais Séries, de um modo geral estão compreendidos entre 40% e 58%.

A fração limo nos solos latossólicos apresenta para a maioria dos perfis uma distribuição inversamente proporcional ao teor de argila. Assim, enquanto de um modo geral cresce o conteúdo de argila com a profundidade, o de limo diminui.

A matéria orgânica apresenta nas Séries estudadas distribuição normal, isto é, maior acúmulo na superfície, diminuindo gradativamente com a profundidade do perfil. Ainda com respeito a êste importante constituinte, saliente-se que para a camada superficial os valores encontrados estão compreendidos aproximadamente entre 3,0% e 7,0%; sendo que as maiores porcentagens se encontram na Série Samambaia e as menores na Série Araçoiaba da Serra.

5.2.2. Hidrologia

Os dados obtidos, para se estudar o comportamento da água nestes solos, revelam que a sua distribuição dentro dos perfis sofre variações as mais diversas, não acompanhando as variações dos constituintes texturais.

Quanto à capacidade total para armazenamento e disponibilidade em água, a Série Araçoiaba é aquela que apresenta -

os maiores valores para êste Grupo e as Séries Realengo e Capuava respectivamente os menores. Tomando-se em consideração agora as aptidões do Solo dêste mesmo Grupo por uma mesma unidade de volume, verificamos que aquêles que possuem melhores condições são pela ordem as Séries: Araçoiaba, Capuava e Ipanema.

Também nestes solos observa-se a grande influência da densidade aparente na transformação dos dados para camada de água disponível, sendo também digno de observação a relação entre êste índice e o conteúdo de matéria orgânica.

5.3. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PODZÓLICOS E LATOSSÓLICOS

5.3.1. Profundidade e aptidão hidrológica.

Para iniciar o confronto de capacidade hídrica entre os dois Grandes Grupos estudados, levamos em consideração as profundidades que os mesmos apresentam até o horizonte C. Assim, um exame do quadro nº 23 revela que, se compararmos as profundidades que mais se aproximam entre as Séries dos diferentes grupos temos:

- a Série Bacaetava com 77 cm de profundidade possui uma camada de água disponível de 122 mm e, em contraposição, temos a Série Capuava com 80 cm de profundidade e uma camada de água disponível de apenas 88 mm.

- como segundo caso para confronto temos a Série Mursa, com a profundidade de 127 cm e uma capacidade de armazenamento de 205 mm, contra a Série Araçoiaba que tem uma espessura de 125 cm e uma capacidade de armazenamento de 175 mm.

- finalmente temos as Séries Varnhagem e Ipanema, ambas com 110 cm de espessura, tendo a primeira uma capacidade de armazenamento de 167 mm e a segunda 122 mm.

5.3.2. Retenção Média.

Fazendo-se um cálculo médio da capacidade de retenção para as Séries de cada Grupo observa-se que os solos do Grupo Podzólico possuem um valor de 140 mm, enquanto o Grupo Latossólico possui 107 mm.

5.3.3. Retenção de água por horizonte.

Os dados apresentados no quadro nº 23 revelam que, para o Grupo Podzólico a capacidade de retenção e disponibilidades de água dos horizontes A, se mantém igual ou menor do que aquela do horizonte B. Para os Latosol o inverso se verifica, excetuando-se os perfís das Séries Cutiara e Realengo.

o:o:o:o!o

6. CONCLUSÕES

Amparados nas limitações inerentes ao presente estudo e dentro das condições em que os resultados foram obtidos, são eles sugestivos das seguintes conclusões:

- a) dentre os solos pertencentes ao Grande Grupo Podzólico, a Série Mursa, embora apresente menor capacidade de retenção de água disponível por unidade de volume, é aquela que possui em condições normais de umedecimento, maior camada de água disponível;
- b) considerando a capacidade de armazenamento e de disponibilidade por unidade de volume, a Série Chapada foi aquela que revelou melhores aptidões;
- c) os resultados obtidos evidenciam que a capacidade de armazenamento de água de um determinado solo, está estreitamente ligada com a sua profundidade;
- d) observando-se os resultados obtidos e as conclusões anteriores, acreditamos que para as Séries estudadas a ordem para indicar aquelas que possuem melhor aptidão para reserva de água às plantas seja a seguinte: Mursa > Varnhagen > Bacaetava > Chapada;
- e) para os solos podzólicos estudados, quer devido à sua maior espessura, quer por sua capacidade de armazenamento por unidade de volume, é o horizonte B que apresenta maior reserva de água para as plantas;
- f) dos solos pertencentes ao Grande Grupo Latosol, a Série Aragoiaba da Serra foi que revelou melhores aptidões hidrológicas;
- g) os resultados analíticos revelam que para os solos deste Grande Grupo, não é válida a opinião de TOMPSON (18), quando afirma que o solo de textura mais fina tem maior capaci-

dade para reter a água, e que a proporção de água disponível é maior;

- h) dos resultados obtidos e observação em particular do comportamento das Séries Araçoiaba da Serra e Cutiara, conclue-se que a textura sôzinha pouco ou nada pode sugerir quanto à capacidade de armazenamento e da disponibilidade em água de um solo;
- i) para que os dados de textura realmente possam evidenciar aptidões em função de seus componentes, com relação a vários fenômenos que ocorrem no solo, se faz mistér que se conheçam a natureza e estado da fração argila. No presente trabalho tais observações deixaram de ser feitas por não contar a Cadeira de Solos e Agrotecnia da E.S.A. "Luiz de Queiroz", local onde foi conduzido o presente estudo, com o aparelhamento necessário;
- j) o comportamento dos horizontes A e B para armazenamento de água nos Latosol, é muito variável, apresentando quer em função de sua aptidão por unidade de volume quer em função de sua profundidade, melhor capacidade em alguns casos para o horizonte A e em outros para o horizonte B;
- k) para uma mesma profundidade de solo as Séries do Grande Grupo Podzólico apresentam maior camada de água disponível do que as Séries do Grande Grupo Latosol;
- l) as Séries do Grande Grupo Podzólico, apresentam maior capacidade média de retenção e disponibilidade em água do que as Séries do Grande Grupo Latosol;
- m) os solos Podzólicos apresentam maior capacidade de armazenamento e disponibilidade de água por unidade de volume do que os solos Latossólicos;
- n) considerando os aspectos como foram conduzidos as presentes observações, pode-se afirmar que, na Fazenda Ipanema, os solos Podsolizados apresentam maior aptidão hidrológica do que os solos originados pelo processo de Latolização.

7. SUMÁRIO

Para conduzir o presente estudo, lançamos mão do trabalho efetuado por RANZANI, et al (12) denominado "Carta de Solos da Fazenda Ipanema", o qual serviu de sustentação para as pesquisas efetuadas.

Segundo aquêles autores, em Ipanema, dentro da Ordem Zonal ocorrem os Grandes Grupos, Podzólico e Latosol.

Estudos mais detalhados permitiram aos autores estabelecer ao nível de Séries para o grupo Podzólico as seguintes unidades: Bacaetava, Chapada, Mursa, Varnhagem. Para o grupo Latosólico as denominações foram: Araçoiaba da Serra, Capuava, Cutiara, Ipanema, Realengo e Samambaia.

De posse dos dados apresentados por aquêles trabalho e efetuadas algumas determinações analíticas julgadas necessárias para a sua complementação, procuramos estudar as aptidões hidrológicas das Séries descritas, sob um aspecto puramente teórico, não levando em consideração as condições locais das áreas de ocorrência.

Dentro do importante quadro da hidrologia, objetivamos verificar para cada Série o seu comportamento com relação à capacidade de armazenamento e disponibilidades em água, efetuando-se posteriormente um confronto de aptidões entre os dois Grandes Grupos.

Com a finalidade de observar as condições hidrológicas a que nos propusemos, foram analisados com algum detalhe a influência da textura, profundidade e o conteúdo de matéria orgânica.

Dentre aquelas determinações necessárias para a caracterização do comportamento do solo com relação a água, foram observadas, a água disponível e sua transformação para capacidade de água disponível e finalmente para camada de água disponível por horizonte e para todo o perfil (A + B) conforme proposição de RANZANI (11).

Em função dos dados obtidos, avaliou-se a capacidade de retenção para os horizontes A e B, analisando-se a aptidão para armazenamento de água considerando a profundidade do solo e retenção por unidade de volume.

Os resultados obtidos revelaram serem os solos das Séries Mursa e Araçoiaba da Serra aqueles que possuem melhores condições hidrológicas dentro de seus respectivos Grandes Grupos.

No presente estudo ficou notória a relativa pouca importância da textura no comportamento da água do solo, quando não considerada a mineralogia e estado atual dos seus componentes; por outro lado observou-se a grande influência da profundidade do solo com relação ao armazenamento de água.

Finalmente, ficou evidente de que na Fazenda Ipanema, os solos Podzólicos são melhores dotados de aptidões hidrológicas do que os Latossólicos.

o:o:o:o:o

8. SUMMARY

This paper reports the study made of the soil-water relationship of the Zonal soils of Fazenda Ipanema. These soils were mapped and classified by RANZANI et al (12).

These authors have presented a detailed report on the occurrence, classification down to the Séries category and chemical and physical analytical results of the Fazenda Ipanema soils.

According to these authors the zonal soils at Ipanema are classified as follows:

Podzolic: Bacaetava, Chapada, Mursa and Varnhagen Series.

Latossolic: Araçoiaba da Serra, Capuava, Cutiara, Ipanema, Realengo and Samambaia Series.

The hydrology of each of these soil series was studied using the data available from the soil survey report of RANZANI (12) and data obtained for this study. A comparative study was made between the various soil series as to their respective water retention and available water capacity. The soil-water relationship of the two Great Soils Group represented was studied and confronted.

Special consideration were given to the effects of soil texture, soil depth and organic matter content on soil available water. This value was represented as available water capacity and available water, expressed as centimeters of water per 100 centimeters of soil column as indicated by RANZANI (11), for the purpose of adequate comparison between horizons A and B of each Soil Series and their respective Great Soil Group.

The results have indicated Mursa and Araçoiaba da Serra Soil Series to offer best hydrological conditions within

their respective Great Soil Groups.

Soil texture was found to be of little importance in soil-water relationship except when mineral constitution and state of aggregation was considered; otherwise it was noted -- that soil depth has considerable effect on water storage in the soil.

It was shown that among the two Great Soil Groups considered the Podzolic Soils are better supplied with water than the Latossolic Soils.

•:•!•:•:•

9. BIBLIOGRAFIA

- 1 - BOTELHO, J.C. - Estudo e Classificação das Rochas por Exame Macroscópico. Livraria Sá Costa - 97-125 p. - 1950.
- 2 - DREIBELBIS, F.R. e Post, F.A. - Hydraulics of Water in - insaturated soil, Agr. Eng. 22: 235-326 p. - 1941.
- 3 - _____ . An Inventory of Soil Wa-
ter. Relationships on Woodland pasture -
and cultivated soils. Proc. Soil Science
Soc. of America 11:462-473 p. - 1941.
- 4 - GREWELLING, T. and PEECH, M. - Chemical Soil Tests - Cor-
nell Univers. Agric. Exp. Sta. New York Sta-
te College of Agric. Bull 960 Ythaca - N.
York - 1960.
- 5 - GROHMANN, F. e MEDINA, H.P. - Características da Umidade -
dos Principais Solos do Estado de São Pau-
lo. Bragantia, vol. 21, nº 18 - 1962.
- 6 - KILMER, J.W. and ALEXANDER, L.T. - Methods of making mecha-
nical analysis of Soils. Soil Sci. 68:15-
26 p. - 1949.
- 7 - LEMOS, P. e CASTRO, A.F. - Capacidade de Armazenamento de
Água das Chuvas em Solos da Série Itaguaí.
Anais do Quinto Congresso Brasileiro de
Ciência do Solo. 49 - 65 p. - 1955.
- 8 - MARCONDES, C. C., et al - Volumenômetro de areia para -
determinação de pêsso específico aparente
do solo. Anais do IX Congresso Brasilei-
ro de Ciência do Solo - 1963.

- 9 - MEDINA, H.P. e GROHMANN, F. - Disponibilidade de Água em Alguns Solos sob Cerrado. Trabalho apresentado no II Congresso Latino Americano e X Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Piracicaba, S.P. - 1965.
- 10 - RANZANI, G., FREIRE, O. e KINJO, T. - Solos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" I Série Monte Alegre (mimeog.) - 1962.
- 11 - RANZANI, G. - Capacidade de Água Disponível do Solo. Boletim Técnico-Científico da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", U.S.P., nº 18 - 1963.
- 12 - RANZANI, G., et al - Carta de Solos da Fazenda Ipanema. Centro de Estudos de Solos. E.S.A. "Luiz de Queiroz" U.S.P. (mimeog.) - 1965.
- 13 - RANZANI, G. - Manual de Levantamento de Solos - Imprensa da U.S.P. - 1965.
- 14 - RICHARDS, L.A. and WEAVER, L.A. - Moisture retention by Some irrigated Soils as related to soil moisture tension Journ. Agr. Res: 69:215-1944.
- 15 - RICHARDS, L.A. - Methods of measuring soil moisture tension Soil Sci. 68: 95-112 - 1949.
- 16 - ROBINSON, G.W. - Los Suelos. Su origem, constitucion y classification. Traducion de la tercera edicion. 1960.
- 17 - RUSSEL, E.S. - Las Condiciones del Suelo y el Desarrollo de las Plantas. 8ª ed. 453 - 454 p. 1950.
- 18 - TOMPSON, L.M. - El Suelo y su fertilidad. Editorial Reverte S.A. - 42-74 p. - 1962.