

*Renato Antonio Dedeczek
Michele Ribeiro Ramos
Gustavo Ribas Curcio
João Bosco Vasconcellos Gomes*

Introdução

Entre os fatores ambientais que podem condicionar o crescimento das plantas, o solo é um dos mais influentes, tanto por suas características químicas como físico-hídricas e biológicas. É também, entre os fatores naturais que afetam a produtividade das plantas, o mais facilmente modificável pelo manejo. Isto também o torna extremamente vulnerável a mudanças em suas características, levando a sua degradação, que pode dificultar a produção das plantas ou mesmo a recuperação das características do solo favoráveis a isso.

O ambiente físico do solo é o fator mais importante na produtividade do local, afetando atributos do solo relacionados ao crescimento vegetal e influenciando notadamente os fluxos de água, ar e calor, a resistência ao crescimento das raízes e a disponibilidade de nutrientes (LAL; SHUKLA, 2004). Quando a estrutura do solo sofre alterações, pode sobrevir redução do crescimento radicular, com consequente diminuição do volume de solo explorado pelas raízes, além de menor fluxo de ar e da solução do solo (WOLKOWSKI, 1990).

Os nutrientes alcançam a superfície das raízes por meio de três mecanismos: interceptação, fluxo de massa e difusão. A contribuição da interceptação é pequena, uma vez que as raízes ocupam 1% do volume de solo correspondente ao espaço abrangido pelo sistema radicular. Têm maior participação os mecanismos de difusão e de fluxo de massa, que acompanham a movimentação da água do solo em resposta à

demanda da planta. Solos com macroporosidade excessiva dificultam a formação de um fluxo contínuo de água que permita a movimentação dos nutrientes. Por outro lado, solos com dominância de microporosidade apresentam maior número de poros cheios de água, o que facilita os fluxos de massa e a difusão de nutrientes, mas dificulta a circulação do ar no solo, prejudicando o funcionamento das raízes por deficiência de oxigenação.

Este estudo teve por propósito caracterizar os principais solos da área do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj) em termos físico-hídricos, visando embasar o manejo a ser adotado na recuperação da cobertura vegetal da área, seja com o plantio de mudas ou com a manutenção de condições que favoreçam a regeneração natural da vegetação.

Metodologia

Foram inicialmente considerados os três principais compartimentos definidos no Capítulo 1: Proterozoico, Terciário e Quaternário. Em cada compartimento, foram selecionadas pedossequências sob pastagem, sob floresta ou sob formação arbustiva, sendo amostrados solos nos terços superior, médio e inferior das encostas, além de solos das planícies (Tabela 7.1). As amostras foram obtidas em várias expedições realizadas em 2009 e 2010. Os solos de todos os perfis descritos no compartimento Proterozoico foram classificados como Latossolos, alguns apresentando caráter coeso (perfis PF1 e PI2). No compartimento Terciário, os solos amostrados foram também classificados como Latossolos e todos apresentaram caráter coeso, em qualquer posição da paisagem.

Todas as áreas de amostragem coincidem com as áreas de monitoramento comuns aos demais estudos incluídos neste volume, com exceção de quatro perfis de solos do compartimento Quaternário (P19, P20, P21, P23). Três destes (P19, P20, P21) foram descritos na planície do rio Macacu, no limite norte da área do Comperj, e classificados como Gleissolo, Antropossolo e Cambissolo. Os solos dos perfis P45 (QT1) e P48 (QT2) foram descritos como Gleissolos; o do perfil P23 foi classificado como Espodossolo.

Tabela 7.1. Compartimentos, posições na encosta, coberturas vegetais e pontos amostrais.

Cobertura vegetal e posição na encosta (terço)	Textura do solo	Ponto amostral
Proterozoico		
Floresta		
inferior	argilosa	PF1I
médio	argilosa	PF1M
superior	argilosa	PF1S
Floresta		
inferior	argilosa	PF2I
médio	argilosa	PF2M
superior	argilosa	PF2S
Pastagem		
inferior	argilosa	PI1I
médio	argilosa	PI1M
superior	argilosa	PI1S
Pastagem		
inferior	argilosa	PI2I
médio	argilosa	PI2M
superior	argilosa	PI2S

Cobertura vegetal e posição na encosta (terço)	Textura do solo	Ponto amostral
Terciário		
Floresta		
inferior	argilosa	TF2I
médio	argilosa	TF2M
superior	argilosa	TF2S
Pastagem		
inferior	argilosa	TN1I
médio	argilosa	TN1M
superior	argilosa	TN1S
Pastagem		
inferior	média	TN2I
médio	média	TN2M
superior	média	TN2S
Pastagem		
inferior	argilosa	TI2I
médio	argilosa	TI2M
superior	argilosa	TI2S

Cobertura vegetal	Textura do solo	Ponto amostral
Quaternário		
Pastagem	muito argilosa	P19
Pastagem	média	P20
Pastagem	muito argilosa	P21
Pastagem	arenosa	P23
Formação arbustiva	arenosa	QT1
Formação arbustiva	arenosa/média	QT2

Além da caracterização morfológica e química dos solos (Capítulo 6), amostras indeformadas em anéis metálicos foram obtidas nas camadas superficiais e de algum outro horizonte do mesmo perfil que apresentasse restrições à movimentação da água e/ou ao crescimento de raízes. Em laboratório, estas amostras foram analisadas com metodologia específica (EMBRAPA, 1997) considerando-se tantas características quanto possível (densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e porosidade de aeração, curva característica de umidade e permeabilidade saturada).

Resultados e discussão

Estrutura do solo

O arranjo e a organização das partículas e poros que compõem a estrutura do solo, por serem tão variáveis, permitem diferentes combinações nas formas, tamanhos e orientações das partículas, sendo os agregados assim formados altamente instáveis, tanto em termos de tempo quanto de espaço. Assim, inexistem um método objetivo e universal para avaliar a estrutura do solo, sendo esta uma propriedade mais qualitativa do que diretamente quantificável (HILLEL, 2004). A estrutura do solo é fortemente afetada pelas mudanças de clima, pela atividade biológica e pelas práticas de manejo, e é vulnerável às forças destrutivas mecânicas e físico-químicas. Os inúmeros métodos propostos para caracterizar essa estrutura são indiretos, medindo algum atributo que supostamente depende desta. Assim, valores de porosidade total e distribuição de tamanho de poros prestam-se a dar ideia de quanto a estrutura do solo influencia o armazenamento e a movimentação dos fluidos no solo, incluindo a infiltração e a aeração. A estrutura do solo governa as propriedades mecânicas deste e seu efeito pode ser avaliado em fenômenos como germinação, crescimento de raízes, preparo do solo, tráfego de máquinas e erosão hídrica (FORSYTHE, 1997). As raízes não são condicionadas pela estrutura do solo, e sim pelos processos associados à qualidade da estrutura deste, o que abrange fatores como a porosidade de aeração mínima para troca gasosa entre ar do solo e da atmosfera, por exemplo.

A densidade do solo (também denominada densidade global ou densidade aparente) permite avaliar qualitativamente a estrutura e refere-se ao peso seco do solo por unidade de volume. Quanto menor a densidade, maior a proporção de espaço poroso no solo, menor a resistência à ação dos implementos agrícolas e mais rápida a infiltração da água. No entanto, essa medida não informa o tamanho nem a continuidade dos poros, fatores que realmente determinam o fluxo do ar e da água. Assim, um solo argiloso tem menor densidade e porosidade dominada por poros menores, que reduzem o fluxo de água e de ar. Já um solo arenoso tem maior densidade e maior macroporosidade, tornando esses fluxos mais rápidos. A textura (proporção entre as partículas de argila, silte e areia) é um fator importante no valor absoluto da densidade da amostra, o que dificulta a comparação desta última entre solos de texturas diferentes.

As Figuras 7.1 a 7.3 mostram dados de densidade do solo nas áreas selecionadas, abrangendo diferentes compartimentos, coberturas vegetais, tipos de solo e posições na paisagem. À exceção dos solos do compartimento Quaternário, observa-se um incremento dos valores de densidade a partir da primeira camada subsuperficial (horizontes AB ou BA), que se mantêm elevados até se atingir o horizonte característico dos Latossolos (Bw) (Capítulo 1).

No compartimento Proterozoico, as maiores densidades foram observadas nos solos sob pastagem e os menos densos foram aqueles sob floresta em regeneração (Figura 7.1). Os solos sob pastagem vêm sendo cultivados por muitas décadas e já passaram por diferentes ciclos de cultivo (café, cana-de-açúcar, laranja) e, finalmente já degradados, permitiram como única exploração econômica viável a pastagem extensiva. Tal uso, intensivo e prolongado, teve maior influência na compactação desses solos do que propriamente seu caráter coeso (Capítulo 1), caracterizado principalmente pelo adensamento natural de camadas subsuperficiais, sem cimentação aparente, que se manifesta apenas quando o solo está seco e desaparece quando os índices de umidade aumentam (EMBRAPA, 2006).

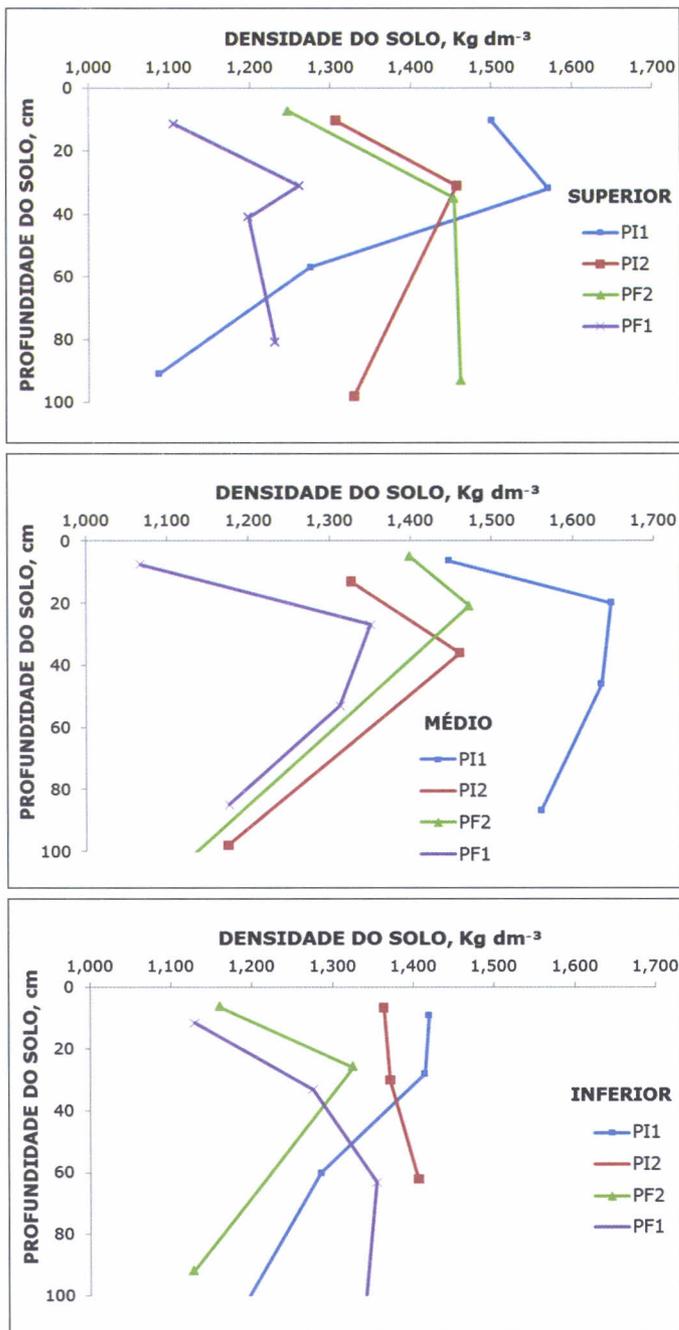


Figura 7.1. Densidades dos solos sob pastagem (PI1 e PI2) e sob floresta (PF1 e PF2), em três posições da encosta no compartimento Proterozoico.

Solos não-coesos com pastagem (PI2) e com floresta (PF1) apresentaram maiores densidades que aqueles coesos sob as mesmas coberturas vegetais. Esse padrão se repete ao se considerar a posição na paisagem: as densidades são maiores no terço médio da topossequência, para esses usos da terra. As menores densidades foram observadas no terço inferior de todas as topossequências no compartimento Proterozoico, talvez por apresentarem usualmente maior teor de umidade em decorrência da posição.

Segundo Rezende (2000), ao longo da encosta há grande variação dos atributos de solos coesos, como por exemplo a textura, que varia desde franco-arenosa até argilosa. Com frequência relacionada aos baixos teores de argila, a estruturação do horizonte coeso é maciça, situação em que a coesão se expressa mais fortemente. No entanto, nos solos analisados, os teores de argila com coesão se mostraram altos (PI2 e PF1), o que poderia resultar em solos menos coesos, explicando os maiores valores de densidade de solos sem coesão.

Nas áreas do compartimento Terciário, o caráter coeso (Capítulo 1) é uma constante, razão pela qual foram amostradas: uma área de pastagem com solo de textura média (TN2) para contrastar com outra área de pastagem com solo de textura argilosa (TN1); mais uma área com pastagem e solo argiloso, mas sem caráter coeso (TI2); e, finalmente, uma área em regeneração florestal sobre solo de textura argilosa (TF2) (Figura 7.2). Solos de textura média sob pastagem apresentaram as maiores densidades, principalmente no terço médio. Na camada superior do solo sob pastagem, em que ocorre pisoteio do gado, observaram-se maiores densidades na superfície, contrastantes com as de áreas de regeneração florestal.

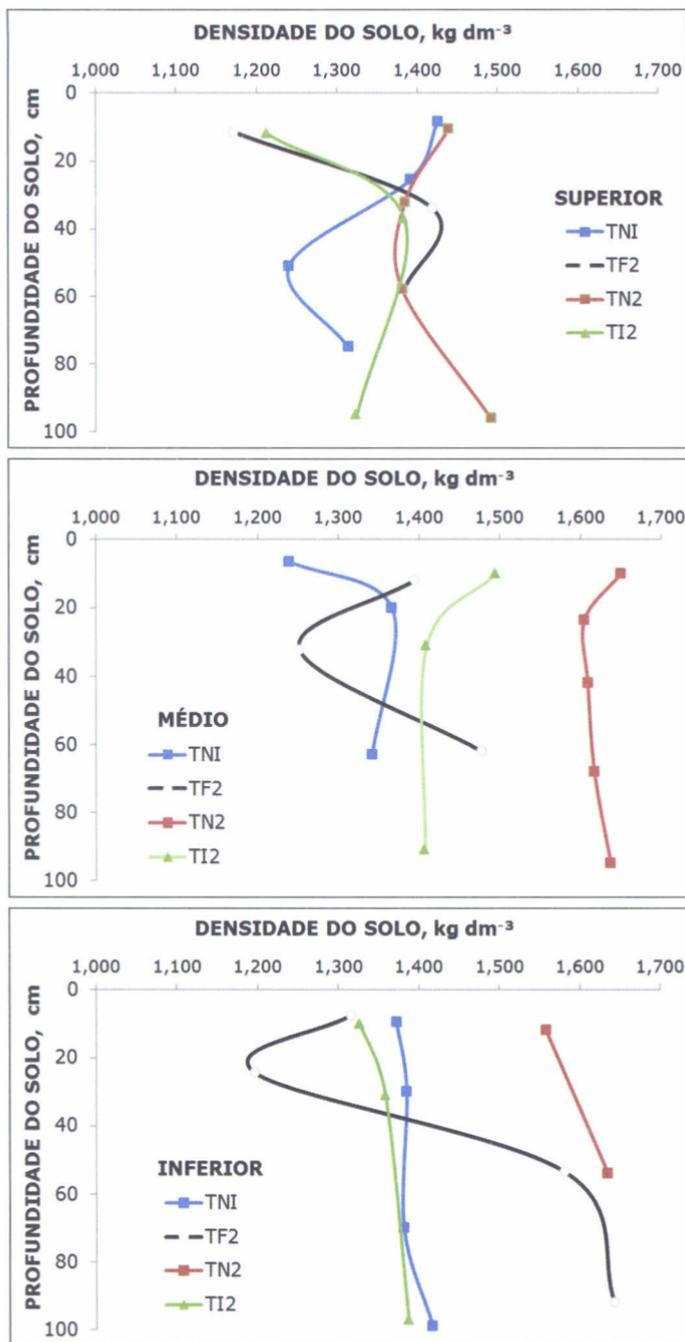


Figura 7.2. Densidades de solos sob pastagem (TN1, TN2 e TI2) e sob floresta (TF2), em três posições da encosta no compartimento Terciário.

As densidades dos solos do Quaternário (Figura 7.3) apresentaram padrão muito irregular, seja em relação à textura ou à cobertura vegetal. No entanto, mesmo com dinâmicas de formação muito distintas dos demais compartimentos, as densidades foram equivalentes às detectadas nos compartimentos Proterozoico e Terciário, considerando-se as diferentes posições de encosta e coberturas vegetais predominantes.

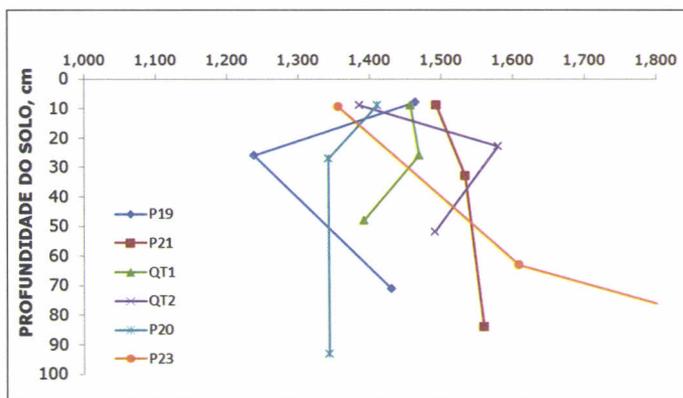


Figura 7.3. Densidades de solos sob diferentes coberturas vegetais no compartimento Quaternário.

A porosidade total do solo é o espaço poroso ocupado por ar e água entre as partículas sólidas. Esta é outra característica dos solos que se presta a descrever a qualidade de sua estrutura, permitindo classificá-los em termos de macro e microporosidade e porosidade de aeração. A macroporosidade compreende poros maiores que 0,06 mm e é normalmente quantificada como o volume de poros compreendido entre a porosidade total e o volume de água retido a -6 kPa, sendo o volume restante da porosidade total denominado microporosidade. A porosidade de aeração é o volume de espaço poroso ocupado pelo ar do solo entre a porosidade total e o volume de água retida a -10 kPa, tida como capacidade de campo. Seu valor mínimo para permitir crescimento das raízes é definido por muitos autores (por exemplo, WEAVER; JAMISON, 1951) como variando de 10% a 15% da porosidade total, condição que permitiria a troca gasosa entre o ar atmosférico e o ar do solo.

Como mostram as Figuras 7.4 e 7.5, na maioria das camadas dos compartimentos Proterozoico e Terciário as porosidades de aeração revelaram-se menores que o valor mínimo demandado pelas raízes. Nos horizontes AB ou BA e naqueles que lhes são imediatamente subjacentes, a porosidade de aeração foi sempre inferior ao valor mínimo, em solos com caráter coeso ou não. Isso significa que sob condições de maior umidade a resistência desses solos se reduz, permitindo a penetração das raízes. O mesmo não ocorre com a porosidade de aeração, a porosidade do solo e a macroporosidade. Dessa forma, quando o solo atinge valores de umidade para uso pelas plantas, deixa de haver espaço poroso mínimo para a troca gasosa e a respiração das raízes.

O uso intensivo do solo teve maior influência sobre a porosidade de aeração que o caráter coeso. Assim, tanto em solos do compartimento Proterozoico como do Terciário (Figuras 7.4 e 7.5) as áreas com regeneração florestal apresentaram alguns horizontes com valores maiores que o mínimo, talvez pelo pouco tempo transcorrido desde o início das regenerações.

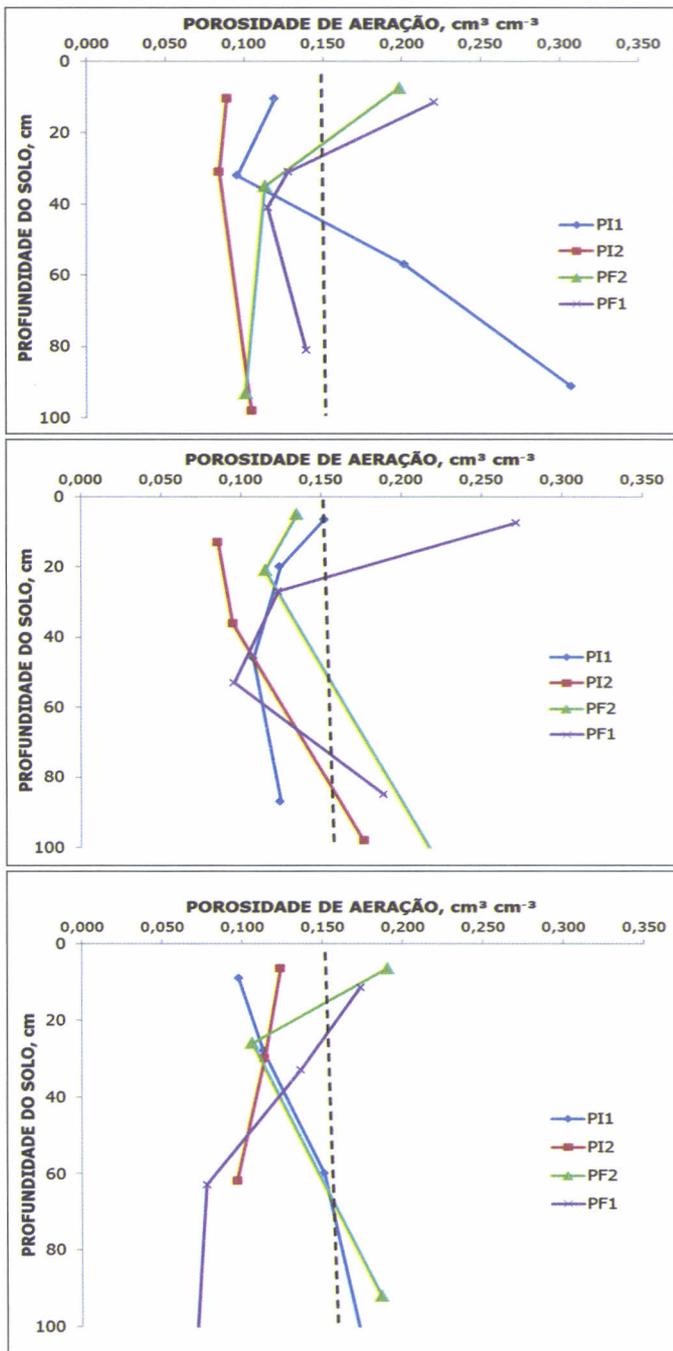


Figura 7.4. Porosidades de aeração de solos sob pastagem (PI1 e PI2) e sob floresta (PF1 e PF2), em três posições da encosta no compartimento Proterozoico.

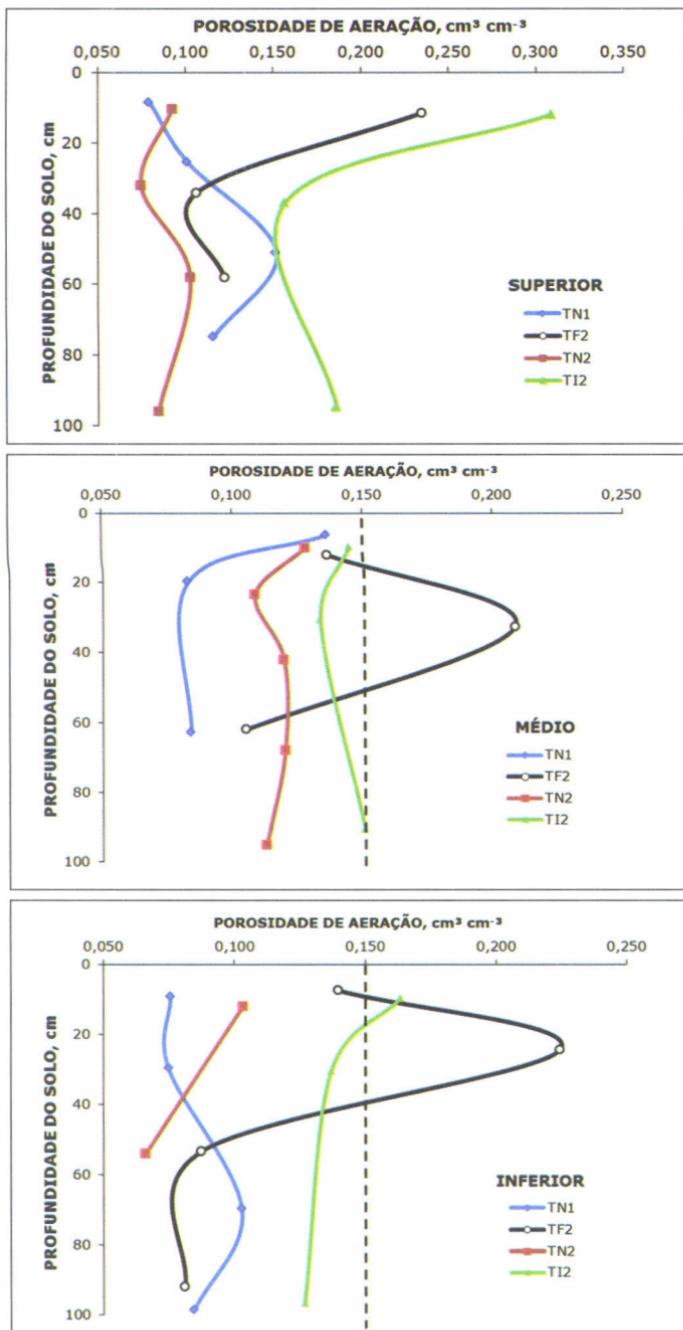


Figura 7.5. Porosidades de aeração de solos sob pastagem (TN1, TN2 e T12) e sob floresta (TF2), em três posições na encosta no compartimento Terciário.

Em solos de textura arenosa a média do compartimento Quaternário, os valores de porosidade de aeração foram maiores do que o mínimo necessário, independente do uso. O volume e o tamanho dos poros de cada solo são altamente dependentes da textura. Assim, solos com partículas uniformes são mais porosos, sendo que, quando há dominância da fração areia (P23, QT1 e QT2), há maior macroporosidade. Por outro lado, solos argilosos (P19 e P21) têm maior porosidade total e maior microporosidade.

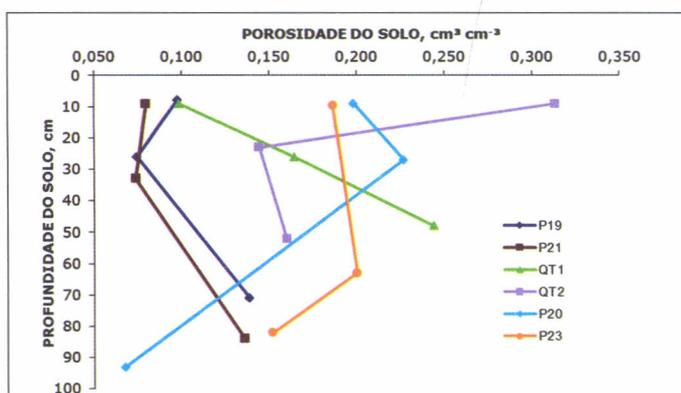


Figura 7.6. Porosidades de aeração de solos sob diferentes coberturas vegetais, no compartimento Quaternário.

Água no solo

Outro fator característico de solos com caráter coeso é a grande redução da movimentação da água nas diferentes camadas. Como mostra a Tabela 7.2, nos horizontes subsuperficiais (por exemplo, nos perfis PF1M e TN1M) a permeabilidade saturada foi extremamente baixa, voltando a aumentar nos horizontes com caráter latossólico. Nestes casos, requer-se a formação de um grande volume de água na camada superficial para que esta se movimente no sentido vertical. Disso podem resultar duas situações: na primeira, o excesso de água pluvial não infiltrada produz grandes volumes de enxurrada e conseqüentemente de material erodido; na segunda situação, a camada superficial se satura, tornando o solo muito suscetível a deslizamento em bloco, principalmente nas condições de declive elevado, comum

nessas regiões. Assim, o controle da erosão e a estabilidade do solo nessas situações dependem fortemente de uma cobertura vegetal efetiva e permanente. Nos solos sob pastagem constatou-se baixa permeabilidade saturada mesmo no horizonte superficial, em decorrência do pisoteio de gado até a época da desapropriação da área.

Tabela 7.2. Permeabilidade saturada dos solos sob diferentes usos (coberturas vegetais), em diferentes compartimentos.

Uso	Horizonte	Profundidade (cm)	PS (cm h ⁻¹)	Uso	Horizonte	Profundidade (cm)	PS (cm h ⁻¹)
Quaternário				Proterozoico			
QT1	Ap	0-18	7,5	PI1S	Ap	0-21	2,9
	AC	18-35	10,6		BA	21-42	0,4
	Cg1	35-60	40,8		Bw1	42-72	80,6
			Bw21		72-110	47,1	
QT2	Apg1	0-18	117,1	PI1M	Ap	0-13	3,8
	Apg2	18-28	11,8		BA	13-27	0,5
	Cgx1	41-62	11,0		Bw1	27-65	0,4
			Bw21		65-110	0,3	
Terciário				PI1I.	Ap	0-18	1,6
TN1S	Ap	0-17	3,1		BA	18-39	0,4
	BA	17-34	0,5		Bw1	39-82	0,2
	Bw11	34-68	6,2		Bw2	82-120	0,4
	Bw12	68-102	0,4	PF1S	A	0-3	34,0
TN1M	Ap	0-13	30,0		AB	23-39	2,9
	BA	13-27	7,4		BA	39-62	0,3
	Bw1	27-99	83,7		Bw1	62-110	1,0
TN1I	Ap	0-19	0,5	PF1M	A	0-15	145,3
	BA	19-42	3,1		BA	15-36	0,7
	Bw1	42-79	3,2		Bw1	36-69	0,6
	Bw2	79-118	0,5		Bw2	69-100	26,2
TN2S	Ap	0-21	66,4	PF1I	A	0-21	13,6
	AB	21-43	4,9		BA	21-44	21,7
	BA	43-72	2,1		Bw1	44-82	1,1
	Bt1	72-120	1,1		Bw2	82-122	0,5
TN2I	Ap	0-20	0,8				
	AB	20-27	2,7				
	BA	27-57	4,4				
	Bi1	57-80	10,0				
	Bi2	80-110	1,1				

PS: permeabilidade saturada (volume de água que, por período de tempo, percola um solo em condições de saturação).

Em solos tropicais, em geral com boa estrutura, a capacidade de campo pode ser definida como a umidade do solo retida a -10 kPa. Nessa tensão, a porosidade mínima de aeração (15%) – ou seja, um espaço poroso livre de água – é atingida. Nas Tabelas 7.3 a 7.5, a capacidade de campo foi estabelecida como o teor de umidade alcançado ao se descontarem da porosidade total 15% (0,15 cm³ cm⁻³) de porosidade de aeração. As capacidades de campo assim calculadas estão grafadas em verde quando inferiores às obtidas a -10 kPa; as grafadas em vermelho são inferiores à umidade no ponto de murcha

permanente (-1 500 kPa). No compartimento Proterozoico, poucos solos das camadas superficiais apresentaram deficiência de aeração, mas nas camadas subsuperficiais, para se obter porosidade de aeração mínima, o teor de umidade ficaria abaixo do ponto de murcha permanente.

Tabela 7.3. Dados de porosidade total, teor de umidade a -10 e -1 500 kPa e capacidade de campo estimada para solos do compartimento Proterozoico, considerando-se diferentes posições na encosta e coberturas vegetais.

Uso	Horizonte	Porosidade total	Capacidade de campo*	Umidade do solo a	
				-10 kPa	-1 500 kPa
$\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$					
Terço superior					
PI1S	Ap	0,500	0,350**	0,381	0,323
	BA	0,477	0,327***	0,381	0,332
	Bw ₁	0,541	0,391	0,340	0,299
	Bw ₂₁	0,580	0,430	0,273	0,228
PF2S	Ap	0,509	0,359	0,311	0,265
	BA	0,442	0,292	0,329	0,291
	Bw ₂	0,410	0,260	0,309	0,270
PF1S	A	0,591	0,441	0,366	0,329
	AB	0,505	0,355	0,373	0,334
	BA	0,526	0,376	0,406	0,370
	Bw ₁	0,524	0,374	0,380	0,324
PI2S	Ap	0,532	0,382	0,443	0,394
	BA	0,474	0,324	0,390	0,349
	Bw ₂	0,511	0,361	0,407	0,372
Terço médio					
PI1M	Ap	0,525	0,375	0,373	0,321
	BA	0,440	0,290	0,315	0,268
	Bw ₁	0,425	0,275	0,317	0,277
	Bw ₂₁	0,436	0,286	0,311	0,276
PF2M	Ap	0,448	0,298	0,313	0,252
	BA	0,412	0,262	0,297	0,242
	Bw ₂	0,523	0,373	0,299	0,228
PF1M	Ap	0,645	0,495	0,368	0,329
	BA	0,467	0,317	0,340	0,305
	Bw ₁	0,473	0,323	0,373	0,345
	Bw ₂	0,534	0,384	0,342	0,283
PI2M	Ap	0,557	0,407	0,471	0,404
	BA	0,468	0,318	0,373	0,329
	Bw ₂	0,591	0,441	0,415	0,346
Terço inferior					
PI1I	Ap	0,487	0,337	0,389	0,355
	BA	0,478	0,328	0,365	0,335
	Bw ₁	0,520	0,370	0,369	0,325
	Bw ₂	0,537	0,387	0,363	0,301
PF2I	Ap	0,553	0,403	0,362	0,278
	BA	0,479	0,329	0,372	0,308
	Bw ₂	0,508	0,358	0,321	0,269
PF1I	Ap	0,563	0,413	0,385	0,337
	BA	0,511	0,361	0,369	0,328
	Bw ₁	0,489	0,339	0,407	0,366
	Bw ₂	0,527	0,377	0,450	0,392
PI2	Ap	0,514	0,364	0,390	0,341
	Bw ₁	0,478	0,328	0,364	0,315
	Bw ₂₁	0,460	0,310	0,363	0,317

*Capacidade de campo estimada = porosidade total menos $0,15 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$.

**A umidade do solo na capacidade de campo calculada é menor que a determinada.

***A umidade do solo na capacidade de campo calculada é menor que a do ponto de murcha.

Tabela 7.4. Porosidade total, teor de umidade a -10 e -1 500 kPa e capacidade de campo estimada para solos do compartimento Terciário, considerando-se diferentes posições na encosta e diferentes coberturas vegetais.

Uso	Horizonte	Porosidade total	Capacidade de campo*	Umidade do solo a	
				-10 kPa	-1 500 kPa
$\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$					
TN1S	Ap	0,499	0,349***	0,419	0,379
	BA	0,518	0,368**	0,416	0,366
	Bw ₁₁	0,557	0,407	0,405	0,356
	Bw ₁₂	0,530	0,380	0,414	0,371
TN2S	Ap	0,454	0,304	0,361	0,319
	AB	0,488	0,338	0,413	0,387
	BA	0,504	0,354	0,401	0,373
TF2S	Bt ₁	0,418	0,268	0,334	0,284
	Ap	0,584	0,434	0,349	0,315
	Bi ₁	0,509	0,359	0,402	0,357
TI2S	Bi ₂	0,540	0,390	0,418	0,360
	Ap	0,469	0,319	0,207	0,159
	BA	0,337	0,187	0,224	0,189
TN1M	Bw ₂	0,366	0,216	0,226	0,182
	Ap	0,529	0,379	0,393	0,359
	BA	0,502	0,352	0,420	0,392
	Bw ₁	0,490	0,340	0,406	0,367
TN2M	Ap	0,403	0,253	0,300	0,259
	Big	0,396	0,246	0,330	0,276
	Ap	0,507	0,357	0,371	0,304
TF2M	BA	0,526	0,376	0,317	0,271
	Bw ₁	0,475	0,325	0,370	0,311
	Ap	0,268	0,118	0,171	0,136
TN1I	BA	0,299	0,149	0,205	0,156
	Bw ₂	0,345	0,195	0,239	0,188
	Ap	0,470	0,320	0,394	0,353
	BA	0,488	0,338	0,413	0,387
TN2I	Bw ₁	0,504	0,354	0,401	0,373
	Bw ₂	0,493	0,343	0,408	0,359
	Ap	0,426	0,276	0,297	0,250
TF2I	AB	0,412	0,262	0,304	0,252
	BA	0,411	0,261	0,291	0,242
	Bi ₁	0,425	0,275	0,305	0,244
TI2I	Bi ₂	0,417	0,267	0,304	0,258
	Ap	0,487	0,337	0,348	0,277
	BA	0,510	0,360	0,286	0,224
	Bw ₁	0,440	0,290	0,352	0,303
TI2I	Bw ₂	0,451	0,301	0,370	0,318
	Ap	0,350	0,200	0,226	0,203
	BA	0,327	0,177	0,226	0,203
	Bw ₂	0,331	0,181	0,239	0,222

*Capacidade de campo estimada = porosidade total menos 0,15 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$.

**A umidade do solo na capacidade de campo calculada é menor que a determinada.

***A umidade do solo na capacidade de campo calculada é menor que a do ponto de murcha.

Já nos solos derivados de rochas sedimentares do Terciário, com dominância do caráter coeso, todas as camadas apresentaram teor de umidade na capacidade de campo inferior a -10 kPa e/ou inferior à umidade no ponto de murcha permanente, com uma única exceção. Até mesmo os solos de textura média não diferiram dessa condição, incluindo os solos sob cambará (TI2), que não apresentam caráter coeso.

A exemplo do que ocorreu nos compartimentos anteriores, as piores condições de disponibilidade de água foram verificadas nos solos do Quaternário com textura argilosa ou muito argilosa, independente do uso e da classe de solo. Pela posição que ocupam, em área de baixada são facilmente inundáveis e mantêm elevado teor de umidade, o que os predispõe à compactação pelo pisoteio do gado.

Tabela 7.5. Porosidade total, teor de umidade a -10 e -1 500 kPa e capacidade de campo estimada para solos do compartimento Quaternário, considerando-se diferentes posições na encosta e coberturas vegetais.

Uso	Horizonte	Porosidade total	Capacidade de campo*	Umidade do solo	Umidade a
				a -10 kPa	-1 500kPa
$\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$					
P19	Ap	0,505	0,355***	0,407	0,378
	Cg ₁	0,596	0,446	0,521	0,486
	Cg ₃	0,499	0,349**	0,361	0,286
P21	Ap	0,440	0,290	0,360	0,312
	Bi ₁	0,411	0,261	0,337	0,309
	Bg	0,415	0,265	0,279	0,227
QT1	Ap	0,489	0,339	0,390	0,257
	AC	0,385	0,235	0,221	0,089
	Cg ₁	0,405	0,255	0,161	0,074
QT2	Apg ₁	0,534	0,384	0,220	0,162
	Apg ₂	0,448	0,298	0,304	0,216
	Cgx ₁	0,415	0,265	0,255	0,184
P23	Ap	0,516	0,366	0,329	0,286
	Bh	0,310	0,160	0,110	0,058
	Cf	0,350	0,200	0,198	0,109

*Capacidade de campo estimada = porosidade total menos $0,15 \text{ cm}^3 \text{cm}^{-3}$.

**A umidade do solo na capacidade de campo calculada é menor que a determinada.

***A umidade do solo na capacidade de campo calculada é menor que a do ponto de murcha.

Considerações finais

As características físico-hídricas apresentadas mostram que os solos da área do Comperj têm em comum o adensamento das camadas subsuperficiais, em maior ou menor grau, iniciando já no horizonte AB, a uma profundidade média de 20 cm. Tais condições limitam o crescimento radicular e dificultam a entrada e armazenamento de água pluvial, tornando necessário o manejo apropriado do solo. Assim, para a implantação de cultivos, especialmente de espécies florestais, é necessário romper essa camada adensada efetuando subsolagem profunda para permitir bom desenvolvimento inicial das raízes. Embora o efeito da subsolagem seja temporário, já que o solo volta a se consolidar, essa prática facilita o crescimento radicular sem causar revolvimento muito acentuado de toda a superfície do solo, principalmente quando limitada à linha de plantio. Esse preparo do solo também permitirá infiltração de água pluvial a maiores profundidades, reduzindo o volume das enxurradas e os problemas advindos da erosão.

Difícil de contornar é o problema da disponibilidade da água para as plantas, uma vez que, como mostram os resultados, principalmente para solos com caráter coeso, a porosidade de aeração mínima para as raízes só ocorre quando a tensão da água no solo supera a capacidade de extração pelas plantas. Para amenizar esse quadro, torna-se necessário incrementar o teor de matéria orgânica no solo, ainda que esse efeito só seja possível nas camadas superficiais.

Deve-se ainda limitar o cultivo intensivo desses solos nos declives mais acentuados (maiores que 8%), já que a adoção de práticas mecânicas de controle da erosão (como o terraceamento) será pouco efetiva, considerando-se a baixa permeabilidade desses solos e a tendência de saturação das camadas superficiais, com possibilidade de deslizamento de blocos.

Referências

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.
- FORSYTHE, W. Las condiciones físicas, la producción Agrícola y la calidad del suelo. **Agronomía Costarricense**, v. 21, n. 1, p. 35-47, 1997.
- HILLEL, D. **Introduction to environmental soil physics**. New York: Academic Press, 2004.
- LAL, R.; SHUKLA, M. K. **Principles of soil physics**. Columbus: Marcel Dekker, 2004.
- REZENDE, J. de O. **Solos coesos dos Tabuleiros Costeiros**: limitações agrícolas e manejo. Salvador: SEAGRI: SPA, 2000. (Estudos Agrícolas, 1).
- WEAVER, H. A.; JAMISON, V. C. Effects of moisture on tractor tire compaction of soil. **Soil Science**, v. 71, n. 1, p. 15-23, 1951.
- WOLKOWSKI, R. P. Relationship between wheel-traffic-induced soil compaction, nutrient availability, and crop growth: a review. **Journal of Production Agriculture**, v. 3, n. 4, p. 460-469, 1990.