

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO E DO CULTIVO NAS PROPRIEDADES DE UM LATOSSOLO E UM ARGISSOLO DA REGIÃO DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO: ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E FÍSICOS⁽¹⁾

E. E. F. SANTOS⁽²⁾ & M. R. RIBEIRO⁽³⁾

RESUMO

Foram estudados os efeitos da irrigação e do cultivo nas propriedades morfológicas e físicas de dois solos da região do Submédio São Francisco. Foram selecionadas seis áreas: três num Latossolo Amarelo, no município de Casa Nova (BA), e três num Argissolo Amarelo fragipânico, no município de Juazeiro, BA, ambos nas condições não irrigada e irrigada por diferentes períodos e métodos. Os solos foram morfológicamente caracterizados e, nas amostras de cada horizonte, foram determinadas a granulometria, umidade nas tensões de -0,034 e -1,52 Mpa, densidade do solo, densidade das partículas, macroporosidade, porosidade total, condutividade hidráulica saturada e microporosidade. Os resultados mostraram que o uso do solo com irrigação provocou mudanças na morfologia do horizonte superficial, com o desenvolvimento do horizonte Ap, com consistência muito dura e transição abrupta, afetando também o BA, no caso de utilização mais intensiva. Observou-se aumento significativo no gradiente textural superficial do Argissolo, proporcional à intensidade da movimentação do solo e do uso da água. Nos dois tipos de solos estudados, o uso agrícola com irrigação promoveu aumento na densidade do solo e redução da macroporosidade, porosidade total e condutividade hidráulica do horizonte subsuperficial.

Termos de indexação: Latossolo Amarelo, Argissolo Fragipânico, propriedades físicas, manejo, agricultura irrigada.

⁽¹⁾ Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia- Ciência do Solo. Trabalho apresentado no XXVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Brasília (DF), de 11 a 16 de julho de 1999. Recebido para publicação em outubro de 1999 e aprovado em julho de 2000.

⁽²⁾ Professor Substituto do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900 Recife (PE).

⁽³⁾ Professor Adjunto do Departamento de Agronomia - UFRPE. Rua Isaac Markmam, 175. Bongí, CEP 50751-370 Recife (PE).

SUMMARY: *IRRIGATION AND CROPPING INFLUENCE ON THE PROPERTIES OF AN OXISOL AND A ULTISOL IN THE REGION OF THE LOW-MEDIUM SÃO FRANCISCO RIVER BASIN: MORPHOLOGICAL AND PHYSICAL PROPERTIES*

The effects of irrigation and cropping on the properties of soils were studied in the region of the low-medium São Francisco river basin. Six sites were selected, three of them involving Oxisols collected at the Senador Nilo Coelho Project, in Casa Nova, BA, while the remaining three involved Ultisols collected at the Curaçá Irrigation Perimeter in Juazeiro, BA. The selected sites involved non irrigated and irrigated land, different crops and irrigation methods. The soils were morphologically characterized and samples were taken from each horizon to determine particle size distribution, -0.034 and -1.52 Mpa percent moisture, bulk density, particle density, total porosity, macroporosity, microporosity, and saturated hydraulic conductivity. The results showed that the agricultural use of soil with irrigation promoted morphological changes resulting in the development of an Ap horizon showing abrupt transition to the underlying BA horizon and very hard consistency. The BA horizon was also affected in sites undergoing more intensive management. A significant increase in the surface textural gradient of the ultisols was observed to be directly related to the intensity of the management and water use. In the studied soils, the agricultural use with irrigation promoted an increase in the bulk density, and a decrease in macroporosity, total porosity and, consequently, in the hydraulic conductivity of the surface horizon.

Index terms: Oxisols, Ultisols, physical properties, management practices, irrigation.

INTRODUÇÃO

A irrigação tem sido a tecnologia mais comumente utilizada para aumentar a produção agrícola nas regiões semi-áridas, nas quais se enquadra o Submédio São Francisco. A irrigação é de importância fundamental e estratégica para o desenvolvimento desta região, na qual a agricultura é fortemente limitada pelas irregularidades pluviométricas.

Nas áreas irrigadas, a exploração da terra intensifica-se significativamente, o que resulta numa maior mobilização do solo. Nessas áreas, três ou mais culturas são comumente exploradas na região do Submédio São Francisco, em rápida sucessão, onde os solos são submetidos à alta intensidade do tráfego de máquinas (Choudhury & Oliveira, 1982; Coelho, 1992). No cultivo intensivo com irrigação, as alterações nas propriedades físicas do solo são mais acentuadas e ocorrem em menor intervalo de tempo do que em outros sistemas de cultivo (Dantas, 1996).

Dentre as propriedades físicas, a porosidade, a estrutura, a densidade do solo e a condutividade hidráulica dos solos são as mais alteradas (Coelho, 1992; Almeida, 1995; Silva, 1996). De acordo com Campos et al. (1995), a degradação da estrutura causa ao solo perda das condições favoráveis ao desenvolvimento vegetal, predispondo-o ao aumento da erosão hídrica. Para Kiel (1979) e Reichardt (1990), a alteração na estrutura do solo pode provocar compactação e, conseqüentemente, variação na densidade do solo.

A utilização adequada dos recursos disponíveis de solo e água nos perímetros irrigados, particularmente no Vale do São Francisco, assume grande importância como único meio capaz de manter a sustentabilidade dessas áreas, transformando a agricultura em atividade mais produtiva, estável e fixadora do homem à terra.

O objetivo do trabalho foi quantificar as modificações provocadas pelo uso de diferentes práticas agrícolas sobre as propriedades morfológicas e físicas de um Latossolo Amarelo e de um Argissolo Amarelo fragipânico, localizados no projeto Senador Nilo Coelho e no Perímetro Irrigado Curaçá, no estado da Bahia, com o intuito de obter informações básicas para subsidiar o planejamento das práticas de manejo nessas áreas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi feito na região do Submédio São Francisco, norte do estado da Bahia, nos municípios de Casa Nova (margem esquerda do lago de Sobradinho) e de Juazeiro (margem direita do rio São Francisco). Na região do Submédio São Francisco, o clima é do tipo Bsw^h, segundo a classificação de Köppen, que corresponde a um clima semi-árido (Reddy & Amorim Neto, 1983). As chuvas são mal distribuídas, com uma precipitação média anual entre 400 e 500 mm. A geologia da área estudada pertence ao grupo Caraíbas (Brasil, 1973),

constituído por rochas do Pré-Cambriano Indiviso, destacando-se gnaisses, anfíbolitos e migmatitos. Este embasamento cristalino está recoberto por um pedimento de espessura variável, constituído de material detrítico de textura variada, muitas vezes com camadas de calhaus de quartzo e concreções (Jacomine et al., 1976, 1977). O relevo predominante é típico da depressão periférica do rio São Francisco, apresentando-se caracteristicamente plano e suave ondulado, onde se destacam algumas serras de quartzito com orientação norte-sul.

As áreas estudadas estão localizadas no Projeto Senador Nilo Coelho, parte correspondente ao município de Casa Nova (BA), e no Perímetro Irrigado Curaçá, município de Juazeiro (BA).

No projeto Senador Nilo Coelho, a amostragem do solo foi feita no lote 01 PA3, fazenda Agrobrás S.A. Foram selecionados três talhões sobre um Latossolo Amarelo, com os seguintes usos: área 1 - vegetação nativa (testemunha), utilizada como pastagem natural; área 2 - área desmatada há dois anos com trator de esteira, sendo o material encoivarado e queimado e a área gradeada para incorporação dos restos vegetais; área 3 - área irrigada com pivô central de 1989 a 1996. Nos dois primeiros anos, a área foi usada com culturas anuais (tomate, cebola e feijão) e, a partir de 1991, cultivada com mangueiras (cv. Tommy Atkins), em consórcio com feijão até 1996. Em janeiro de 1997, o sistema de irrigação foi modificado para microaspersão, permanecendo a área apenas com o pomar de mangueiras.

No Projeto Curaçá, a amostragem foi feita em três talhões sobre um Argissolo Amarelo fragipânico, com os seguintes usos: área 4 - desmatada com trator de esteira (testemunha), sendo o material encoivarado, queimado e toda a área gradeada para incorporação dos restos vegetais; área 5 - irrigada por gotejamento, durante nove anos, com limão tahiti; e área 6 - irrigada por sulco e cultivada, durante quatorze anos, com culturas anuais (tomate, melancia e feijão-de-corda (*Vigna*)). Na época da instalação do projeto, a área 6 sofreu uma sistematização para nivelamento do terreno.

A amostragem dos solos foi realizada em julho de 1997. Em cada área estudada, foi aberta uma trincheira para caracterização morfológica, de acordo com Lemos & Santos (1996), coletando-se amostras, em todos os horizontes, para as determinações físicas. Nas áreas 3 e 5, com culturas permanentes de manga e limão, as trincheiras foram abertas nas entrelinhas das culturas. Além disso, foram coletadas amostras deformadas e indeformadas dos dois primeiros horizontes (A-BA) em três minitrincheiras por tratamento.

As amostras deformadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras com malha de 2 mm para separação da TFSA da fração grosseira. As análises foram realizadas segundo os métodos recomendados pela EMBRAPA (1997).

As propriedades estudadas foram: densidade do solo, pelo método anel volumétrico; densidade das partículas, pelo método do balão volumétrico; porosidade total, segundo Vomocil (1965); microporosidade, utilizando o funil de Buchner; macroporosidade, pela expressão proposta por Grohmann (1960); granulometria, pelo método da pipeta; capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP), conforme Richards (1954), com amostras indeformadas; água disponível, pela diferença entre CC e PMP; condutividade hidráulica saturada, com amostras indeformadas, por meio de permeâmetro descrito por Lima (1986) e pela equação de Darcy-Williams, descrita por Klute & Dirksen (1986).

Para avaliar as variações nas propriedades físicas dos solos, utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, segundo Silva & Silva (1995), com esquema fatorial 3 x 2 x 4, correspondendo a três diferentes situações de manejo, duas profundidades e quatro repetições. Nos casos em que foram detectados valores significativos pelo teste "F", a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey a 5%, para cada área, usando o software SANEST (Zonta & Machado, 1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Propriedades morfológicas: os dois solos estudados, com exceção dos horizontes superficiais, não apresentaram modificações expressivas na sua morfologia em relação a diferentes usos e tempos de cultivo.

Os perfis do Latossolo Amarelo (Projeto Senador Nilo Coelho), profundos e bem drenados, apresentaram uma camada de calhaus e, ou, concreções de ferro à profundidades entre 160 e 190 cm. Os perfis 1 e 2, com vegetação nativa e desmatado, respectivamente, sem cultivo, mostraram seqüência de horizontes A ou Ap, BA, Bw₁, Bw₂ e Bw₃, com transições graduais no horizonte A ou Ap e difusas entre os demais horizontes. O perfil 3, irrigado, apresentou seqüência de horizontes Ap, BA, Bt₁, Bt₂ e Bt₃, com transição abrupta e ondulada no Ap, clara e plana no BA e difusa nos demais horizontes.

Apesar de os perfis estarem localizados em uma mancha de Latossolos, é natural a ocorrência de solos com maior gradiente textural que estes, em consequência de pequenas variações do relevo, ou resultante do desmatamento e remoção da vegetação nativa por meio de lâmina de trator, como foi realizado nessa área, e que podem ter influído no teor de argila do horizonte Ap, responsável pelo maior gradiente textural do perfil 3.

A principal diferença resultante da irrigação e do cultivo durante oito anos foi observada no perfil 3, que apresentou transição abrupta e ondulada do Ap

para o BA. Observaram-se, nos horizontes desse perfil, a degradação da estrutura e o desenvolvimento de consistência muito dura ou extremamente dura, resultante provavelmente de compactação, contrastando com a estrutura granular, consistência ligeiramente dura e transição gradual e plana dos perfis não irrigados.

Os perfis do Argissolo Amarelo (projeto Curaçá) apresentaram seqüência de horizontes Ap, BA, Bt e Btx, com transições geralmente graduais entre eles. Mostraram-se profundos, imperfeitamente drenados, com horizonte fragipã de cor pálida ou acinzentada e mosqueado, o que indica moderada restrição de drenagem, determinada pela presença de um substrato impermeável a pequena profundidade, representado pelo embasamento cristalino.

Como resultado, os perfis irrigados desse solo apresentaram lençol freático a 140 cm na área 5, irrigada por gotejamento, e a 110 cm na área 6, irrigada por aspersão. Observou-se também que o perfil 4, não irrigado, apresentava-se úmido na subsuperfície, provavelmente em virtude da influência da drenagem lateral das áreas circunvizinhas, que ocupam posição ligeiramente mais alta na paisagem.

Os perfis do Argissolo Amarelo, morfológicamente semelhantes na subsuperfície, apresentaram algumas variações nos dois horizontes superficiais (Ap e BA), principalmente no perfil 6, com irrigação há 14 anos e culturas anuais, no qual o solo foi submetido a um processo de sistematização para possibilitar a irrigação por sulco. O perfil 6 apresentou horizonte Ap mais profundo, com cerca de 31 cm de espessura, estrutura maciça e transição clara e plana para o BA, que também apresentou transição clara para o Bt, ao contrário dos perfis 4 (desmatado) e 5 (irrigado por gotejamento), que não foram sistematizados e apresentaram transições graduais e planas.

As variações de cor e quantidade de mosqueado observadas entre os perfis não podem ser atribuídas somente ao processo de encharcamento pela irrigação sem drenagem, mas também às condições locais determinadas pela disposição da rocha do embasamento, influenciando o processo de drenagem lateral que ocorre nessas áreas.

Propriedades físicas

Granulometria: a composição granulométrica e a relação textural dos perfis 1, 2 e 3 do Latossolo Amarelo e dos perfis 4, 5 e 6 do Argissolo Amarelo encontram-se no quadro 1. Nos perfis 1, 2 e 3, ocorreu predominância da fração areia, com percentagens em torno de 80%, no horizonte superficial, e mais de 70%, no horizonte BA, com a fração areia fina ocupando o maior percentual. Por outro lado, nos perfis 4, 5 e 6, predominou areia grossa, com mais de 70% da fração areia, contribuindo para maior permeabilidade, o que é compatível com a maior

migração de argila verificada na pedogênese desses solos, resultando na formação do B textural. As variações observadas na fração areia dos perfis estudados é uma consequência da natureza do material de origem, sedimentar, sem nenhuma relação com o manejo e cultivo dos solos.

À medida que a areia diminuiu com a profundidade, a argila aumentou, em todos os perfis. Nos perfis do Latossolo Amarelo, o aumento da argila com a profundidade foi de 123% na área 3 (cultivo irrigado - manga), caracterizando um horizonte Bt no local do perfil, enquanto os outros perfis apresentaram gradientes texturais compatíveis com o B latossólico. Verificou-se que a diferença no gradiente textural entre o perfil do solo da área cultivada e o das áreas não cultivadas não foi resultante da utilização agrícola (Quadro 1) e que as diferenças nos horizontes superficiais, para os três perfis, não foram estatisticamente significativas.

O aumento no gradiente textural do perfil 3, que ocorreu na profundidade de 20 cm, revelou um horizonte Ap mais arenoso, resultante da variabilidade espacial do terreno ou da remoção da vegetação com o uso de trator de esteira.

O perfil 4, localizado sobre o Argissolo Amarelo, que sofreu apenas desmatamento, apresentou teores de argila menores nos três primeiros horizontes, comprovando a sua natureza mais arenosa, provavelmente relacionada com a posição ligeiramente mais baixa na paisagem.

Comparando o teor de argila dos horizontes Ap e BA, no entanto, observou-se aumento significativo entre os perfis das áreas cultivadas e não cultivadas, bem como entre o perfil 5 (gotejamento - limão) e o perfil 6 (irrigação por sulco - culturas anuais), culminando com mudança textural abrupta no perfil 6. O aumento no teor de argila parece estar relacionado com a intensidade da movimentação do solo e do uso da água. A redução do teor de argila do horizonte superficial pode ter sido ocasionada pelo revolvimento intenso do solo, associado ao excesso de água aplicada na irrigação, favorecendo o processo de eluviação, bem como pela erosão eólica durante as operações de gradagem executadas com o solo seco e sob ventos fortes, comuns na região do Submédio São Francisco.

A migração da fração argila no perfil do solo, em consequência do cultivo, foi também constatada por outros autores, tais como Choudhury & Oliveira (1982) e Siqueira et al. (1995), os quais, trabalhando com Podzólicos Vermelho-Amarelos, na mesma região, observaram um menor conteúdo de argila nos horizontes superficiais de uma área irrigada, concluindo que o manejo do solo, associado à irrigação, acentuou os processos de eluviação e iluviação de argila. Santos et al. (1991), estudando a micromorfologia de Podzólicos Vermelho-Amarelos no sertão pernambucano, observaram a presença de iluviação de argila.

Quadro 1. Composição granulométrica e relação textural dos perfis analisados

Horizonte	Espessura	Granulometria				Relação textural
		Areia fina	Areia grossa	Silte	Argila	
	cm	g kg ⁻¹				
Latossolo Amarelo						
Área 1 (vegetação nativa)						
A	0-18	460 Aa	350 Ba	50 Aa	140 Ab	1,80
BA	18-45	410 Ab	300 Aa	50 Aa	240 Aa	
Bw ₁	45-75	410	280	80	230	
Bw ₂	75-120	390	250	80	280	
Bw ₃	120-160	380	250	110	260	
Área 2 (desmatada)						
Ap	0-20	410 Aa	430 Aa	20 Aa	140 Ab	1,74
BA	20-45	400 Aa	400 Ab	30 Aa	210 Aa	
Bw ₁	45-105	360	360	60	270	
Bw ₂	105-140	360	360	120	250	
Área 3 (cultivo irrigado - manga)						
Ap	0-20	440 ABa	410 ABa	50 Aa	100 Ab	2,28
BA	20-47	420 Aa	360 Ab	30 Aa	190 Aa	
Bt ₁	47-85	400	320	50	230	
Bt ₂	85-134	380	290	80	250	
Bt ₃	134-185	410	260	90	240	
Argissolo Amarelo						
Área 4 (desmatada)						
Ap	0-20	200 ABa	690 Aa	30 Aa	80 Bb	2,50
BA ₁	20-50	210 Aa	640 Aa	20 Ba	130 Ca	
BA ₂	50-114	240	480	120	160	
Bt	114-170	210	450	110	230	
Btx	170-190	200	390	130	280	
Área 5 (irrigação por gotejamento)						
Ap	0-20	190 Ba	620 ABa	50 Aa	140 Ab	1,88
BA	20-48	180 Aa	570 Aa	40 ABa	210 Ba	
Bt	48-85	180	460	70	290	
Btx	85-135	200	400	110	290	
Área 6 (irrigação por sulco)						
Ap	0-31	240 Aa	590 Ba	40 Aa	130 Ab	2,44
BA	31-50	190 Ab	500 Bb	50 Aa	260 Aa	
Bt	50-80	170	460	50	320	
Btx	80-160	160	360	110	370	

Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Letras maiúsculas comparam as médias para o mesmo horizonte em cada área estudada. Letras minúsculas comparam as médias dos horizontes dentro da mesma área.

Densidade do solo: as figuras 1 e 2 mostram o comportamento da densidade do solo, para os horizontes superficiais dos perfis estudados. Os valores de densidade do solo apresentaram-se, em geral, elevados para os seis perfis estudados, compatíveis com a composição granulométrica dos solos, com os valores mais elevados nos perfis das áreas sob cultivo. Os solos da região do Submédio São Francisco, em geral, apresentam valores elevados de densidade do solo nos horizontes

superficiais, conforme constatado por Choudhury & Oliveira (1982), Silva et al. (1996) e Silva et al. (1998), que atribuíram esse fato ao cultivo intensivo e às características pedogenéticas dos solos dessa região.

A figura 1 mostra que o uso e o manejo praticados nos perfis do Latossolo Amarelo não resultaram em nenhuma variação na densidade do solo do horizonte superficial. Dentre os prováveis motivos para tal comportamento, podem ser citados: compactação superficial já existente nestas áreas, resultante do

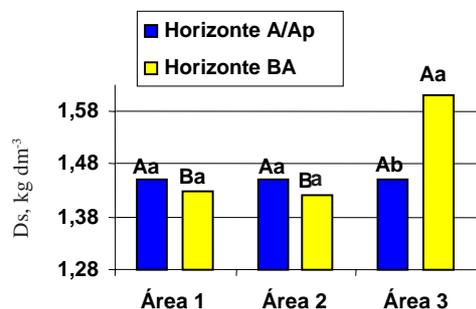


Figura 1. Densidade do solo dos perfis analisados no Latossolo Amarelo, considerando o manejo para os horizontes A/Ap e BA.

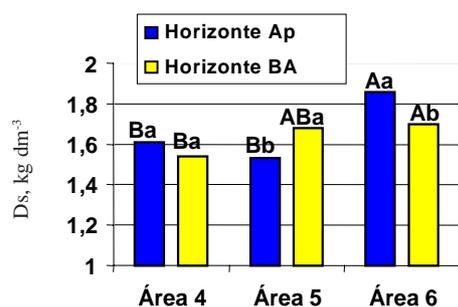


Figura 2. Densidade do solo dos perfis analisados no Argissolo Amarelo, considerando o manejo para os horizontes Ap e BA. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Letras maiúsculas comparam as médias para o mesmo horizonte em cada área estudada. Letras minúsculas comparam as médias dos horizontes dentro da mesma área.

pisoteio do gado, observada no perfil do solo sob vegetação nativa; reduzido tempo de utilização, no qual não houve operação de sistematização, e maior estabilidade estrutural desse solo em relação ao Argissolo Amarelo. Os valores de densidade ligeiramente mais altos observados no horizonte superficial dos perfis 1 e 2, em relação aos horizontes subsuperficiais, revelaram que os efeitos do pisoteio do gado e da remoção mecânica da vegetação restringiram-se a esse horizonte, não afetando o horizonte subsuperficial, BA. Fato semelhante foi observado por Cintra (1980) e Silva (1980), em uma área desmatada com trator de esteira, em Latossolos no Rio Grande do Sul.

O aumento da densidade do solo no horizonte BA do perfil 3, em relação ao horizonte superficial (Ap), bem como em relação ao horizonte BA dos perfis 1 (sob mata nativa) e 2 (área desmatada), demonstrou que somente o cultivo mais prolongado resultou em compactação e redução da porosidade do horizonte BA, ficando os efeitos do desmatamento restritos ao horizonte superficial. Esse aumento na densidade do solo do BA no perfil 3 deveu-se à

exploração dessa área com cultivos diversificados e irrigação com pivô central durante oito anos, antes da instalação do pomar.

A figura 2 revelou comportamento semelhante dos solos dos perfis 4, 5 e 6, ou seja, a mesma tendência de elevação da densidade do solo do horizonte Ap em relação ao horizonte BA, como consequência do desmatamento, e aumento da densidade do solo dos horizontes subsuperficiais nos perfis das áreas sob cultivo, com valores mais altos no perfil 6, cujo solo foi submetido à irrigação por sulcos e culturas diversificadas.

Porosidade total, macro e microporosidade: as maiores alterações nessas propriedades ocorreram nos perfis das áreas sob cultivo (Figuras 3 e 4) e foram compatíveis com os resultados da densidade do solo.

Nos perfis do Latossolo Amarelo, não foram observadas variações da porosidade total no horizonte superficial nas três áreas estudadas, enquanto, no horizonte subsuperficial, houve redução da porosidade (18%), apenas no horizonte BA do perfil da área 3 (Figura 3). Tais resultados mostraram-se compatíveis com o uso e manejo dos perfis 1 e 2, que não foram cultivados, e com a compactação já existente no perfil 1 (sob vegetação). Observou-se, ainda, que a porosidade nos perfis de solo não cultivados foi semelhante nos horizontes A/Ap e BA, comprovando a compactação já existente no perfil do solo sob caatinga.

As variações da porosidade total dos perfis sobre o Argissolo, por outro lado, diretamente relacionadas com os tipos de uso do solo, apresentaram redução à medida que aumentou a intensidade do uso. Dessa maneira, as menores porosidades foram observadas no horizonte Ap do perfil 6 e nos horizontes BA dos perfis 5 e 6, todos diferindo em relação ao perfil 4, que sofreu apenas o desmatamento. No perfil 6, cujo solo foi cultivado durante 14 anos com lavouras anuais e irrigado por sulco, a porosidade total foi alterada nos dois horizontes superficiais, ao passo que, no perfil 5, cujo solo foi plantado com limão e irrigado por gotejamento, a porosidade total apresentou redução apenas no horizonte BA (Figura 4).

As figuras 5 e 6 mostram a variação da macroporosidade nos diversos usos e manejos dos Latossolo Amarelo e Argissolo Amarelo.

A compactação nas camadas subsuperficiais de solos sob cultivo, caracterizada por elevados valores de densidade do solo, vem sendo observada com frequência em diversos trabalhos e é comumente associada à redução da porosidade total e da macroporosidade, em razão do uso intensivo de máquinas e irrigação, com conseqüente eluviação de partículas finas, como constataram Cintra (1980), Dadalto (1983), Anjos et al. (1994), Urchei et al. (1995) e Silva & Ribeiro (1997).

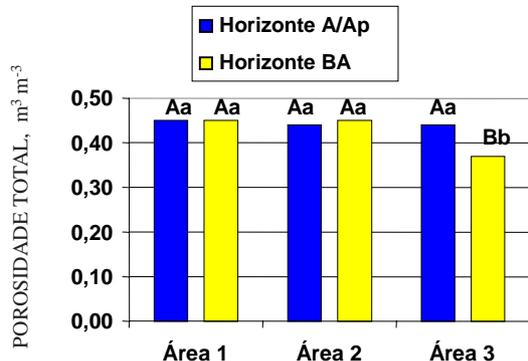


Figura 3. Porosidade total dos perfis analisados no Latossolo Amarelo, considerando o manejo para os horizontes A/Ap e BA.

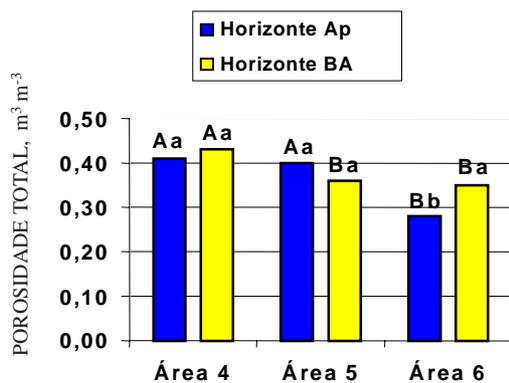


Figura 4. Porosidade total dos perfis analisados no Argissolo Amarelo, considerando o manejo para os horizontes Ap e BA₁. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Letras maiúsculas comparam as médias para o mesmo horizonte em cada área estudada. Letras minúsculas comparam as médias dos horizontes dentro da mesma área.

Capacidade de campo, ponto de murcha permanente e água disponível: os valores de capacidade de campo, ponto de murcha permanente e água disponível dos perfis estudados do Latossolo Amarelo e Argissolo Amarelo encontram-se no quadro 2. Observa-se que os valores destas constantes hídricas acompanharam a tendência da fração argila e da microporosidade, ou seja, aumentaram com a profundidade.

A capacidade de campo, ponto de murcha e água disponível no Latossolo Amarelo apresentaram valores semelhantes nos perfis 1 e 2. No perfil 3, sob cultivo de manga, os valores foram similares para ponto de murcha e menores para a capacidade de campo e água disponível. A redução de água disponível no perfil 3 não se relacionou com a utilização agrícola mas, sim, com a textura mais arenosa dos horizontes Ap e BA, que provocou diminuição nos valores de capacidade de campo,

particularmente, avaliada pela umidade a -0,034 Mpa. Estatisticamente, não foi detectada variação significativa em consequência do manejo nas três áreas estudadas no Latossolo Amarelo.

Em relação aos perfis avaliados nas áreas 4, 5 e 6, no Argissolo Amarelo, observou-se que a capacidade de campo e o ponto de murcha apresentaram diferenças com o uso e manejo do solo. No caso da capacidade de campo, os horizontes Ap dos perfis 5 e 6 não diferiram entre si e apresentaram aumentos em relação ao perfil 4. No horizonte BA, por outro lado, os perfis 4, 5 e 6 diferiram entre si, com o perfil 6 apresentando maior retenção de água na capacidade de campo. Estes resultados são condizentes com os teores de argila, podendo também ter sido influenciados pela redução da macroporosidade.

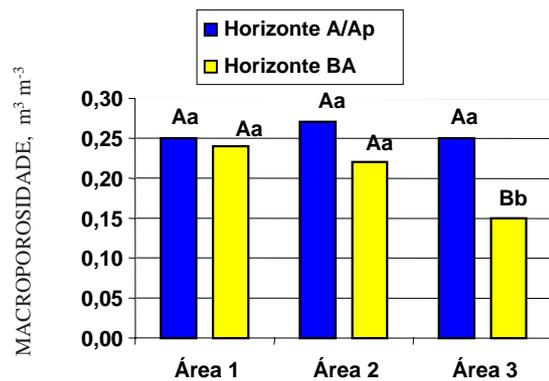


Figura 5. Macroporosidade dos perfis analisados no Latossolo Amarelo, considerando o manejo para os horizontes A/Ap e BA.

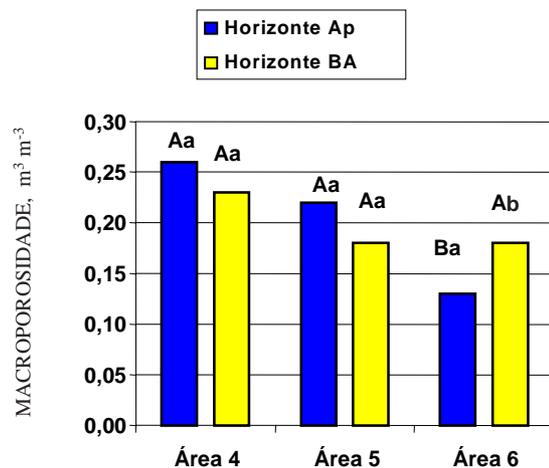


Figura 6. Macroporosidade dos perfis analisados no Argissolo Amarelo, considerando o manejo para os horizontes Ap e BA₁. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Letras maiúsculas comparam as médias para o mesmo horizonte em cada área estudada. Letras minúsculas comparam as médias dos horizontes dentro da mesma área.

Quadro 2. Valores de capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP) e água disponível dos perfis analisados

Horizonte	Espessura cm	Umidade		Água disponível
		-0,034 Mpa(CC)	-1,52 Mpa(PMP)	
g kg ⁻¹				
Latossolo Amarelo				
Área 1 (vegetação nativa)				
A	0-18	5,6 Ab	3,5 Ab	2,1 Ab
BA	18-45	8,6 Aa	4,9 Aa	3,7 Aa
Bw	45-75	8,8	5,3	3,5
Bw	75-120	12,0	5,8	6,2
Bw	120-160	11,7	6,1	5,6
Área 2 (desmatada)				
A	0-20	6,1 Ab	3,2 Ab	2,9 Aa
BA	20-45	8,6 Aa	4,7 Aa	3,9 Aa
Bw	45-105	12,0	8,8	3,2
Bw	105-140	10,3	6,2	4,1
Área 3 (cultivo irrigado – manga)				
Ap	0-20	5,0 Aa	3,2 Ab	1,8 Aa
BA	20-47	6,9 Aa	4,5 Aa	2,4 Aa
Bt	47-85	7,3	4,9	2,4
Bt	85-134	8,8	5,4	3,5
Bt	134-185	10,1	5,8	4,3
Argissolo Amarelo				
Área 4 (desmatada)				
Ap	0-20	3,4 Bb	1,6 Cb	1,8 Aa
AB	20-50	4,5 Ca	2,3 Ca	2,2 Ba
BA	50-114	9,2	5,4	3,8
Bt	114-170	10,6	5,3	5,3
Btx	170-190	12,3	6,3	6,0
Área 5 (irrigação por gotejamento)				
Ap	0-20	5,1 Ab	3,5Bb	1,6 Ab
BA	20-48	6,2 Aa	4,3Aa	1,9 Aa
Bt	48-85	9,6	6,2	3,4
Btx	85-135	9,3	4,6	4,7
Área 6 (irrigação por sulco)				
Ap	0-31	5,2 Ab	2,8 Ab	2,4 Aa
BA	31-50	9,2 Ba	5,6 Ba	3,6 Ba
Bt	50-80	12,6	6,7	5,9

Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Letras maiúsculas comparam as médias para o mesmo horizonte em cada área estudada. Letras minúsculas comparam as médias dos horizontes dentro da mesma área.

Em relação ao ponto de murcha permanente, os três perfis diferiram entre si, nos dois horizontes analisados. A maior retenção de água para essa tensão ocorreu no horizonte Ap do perfil 5 e no horizonte BA do perfil 6. Tal comportamento deve-se provavelmente ao maior percentual de argila nesses horizontes.

Observando ainda o Argissolo Amarelo, não houve diferença na disponibilidade de água no horizonte superficial dos perfis 4, 5 e 6, enquanto, no BA,

ocorreu aumento dessa variável no perfil 6, em relação aos perfis 4 e 5. Este fato foi provavelmente influenciado pela redução na macroporosidade, bem como pelo maior percentual de argila no horizonte BA do perfil 6. De acordo com Camargo (1983), solos que apresentam camadas adensadas podem aumentar a quantidade de água retida na faixa de disponibilidade para as plantas. Entretanto, essa disponibilidade deve ser relacionada com as condições de aeração e resistência mecânica do solo ao desenvolvimento das raízes.

Condutividade hidráulica saturada: as figuras 7 e 8 mostram a variação da condutividade hidráulica saturada (K_{SAT}), considerando o manejo do solo para os horizontes A/Ap e BA dos perfis 1, 2 e 3 do Latossolo Amarelo e Ap e BA dos perfis 4, 5 e 6 do Argissolo Amarelo, respectivamente.

De maneira geral, a K_{SAT} foi maior nos horizontes superficiais, provavelmente refletindo o maior percentual da fração areia e de macroporos desses horizontes. A redução na K_{SAT} no horizonte BA, por outro lado, mostrou-se relacionada com o aumento da fração argila e redução da macroporosidade, promovendo, dessa forma, redução na infiltração de água nesse horizonte, em ambos os solos.

As variações observadas nos horizontes superficiais do Latossolo Amarelo não foram determinadas pelo manejo. Isto ocorreu porque os valores de K_{SAT} dos perfis 1 (vegetação nativa) e 3 (cultura de manga irrigada) não diferiram, provavelmente porque o solo

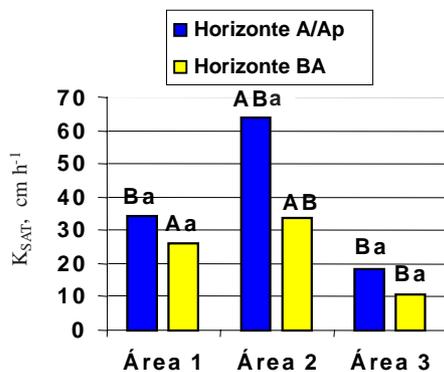


Figura 7. Condutividade hidráulica saturada dos perfis analisados no Latossolo Amarelo, considerando o manejo para os horizontes A/Ap e BA.

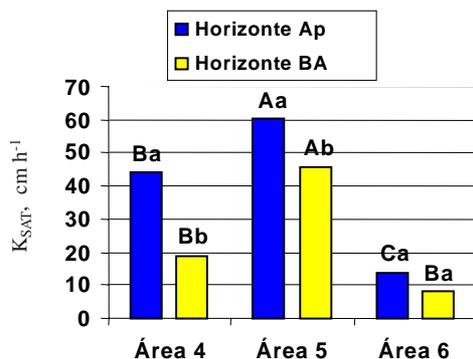


Figura 8. Condutividade hidráulica saturada dos perfis analisados no Argissolo Amarelo, considerando o manejo para os horizontes Ap e BA. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Letras maiúsculas comparam as médias para o mesmo horizonte em cada área estudada. Letras minúsculas comparam as médias dos horizontes dentro da mesma área.

do perfil 1 já se mostrava compactado superficialmente pelo pisoteio, com porosidade semelhante à do perfil 3. O solo do perfil 2, desmatado, apresentou, por outro lado, uma K_{SAT} mais alta, parcialmente explicada pelas maiores percentagens de areia grossa e macroporosidade. Com relação ao horizonte subsuperficial BA, o cultivo prolongado promoveu redução na K_{SAT} no perfil da área 3, em torno de 60%, em relação ao perfil da área 1.

Nos perfis avaliados sobre o Argissolo Amarelo, verificaram-se variações na K_{SAT} , resultantes do manejo, principalmente no perfil 6, que sofreu sistematização e estava sob irrigação há 14 anos, com culturas anuais. Neste caso, a redução ocorreu tanto no horizonte superficial como no subsuperficial, coincidindo com a redução da macroporosidade. A redução na K_{SAT} dos solos irrigados da região do submédio São Francisco constitui um dos problemas para a prática da irrigação, resultando na redução da infiltração e aumento do escoamento superficial e erosão hídrica, além de má distribuição da água na superfície, provocando alagamentos.

CONCLUSÕES

1. A irrigação e o cultivo promoveram modificações na morfologia dos horizontes superficiais dos dois tipos de solos estudados, com o desenvolvimento de um horizonte Ap, com consistência muito dura e transição abrupta, afetando também o BA, nos casos de utilização mais intensiva.

2. Houve aumento significativo no teor de argila entre os horizontes Ap e BA dos Argissolos, proporcional à intensidade de movimentação do solo e do uso da água.

3. Nos dois solos estudados, a irrigação e o manejo promoveram aumento da densidade do solo, redução da macroporosidade, porosidade total e condutividade hidráulica do horizonte subsuperficial, constituindo um dos principais problemas para a prática da irrigação nessas áreas.

LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, B.G. Avaliação do impacto do manejo com irrigação em solos brunos não cálcicos do Estado de Sergipe. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1995.117p. (Tese de Mestrado).
- ANJOS, J.T.; UBERTI, A.A.; UIZZOTTO, V.J.; LEITE, G.B. & KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. R. Bras. Ci. Solo, 18:139-145, 1994.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro, 1973. p.17-18. (Levantamento de recursos naturais, v1)

- CAMARGO, O.A. Compactação do solo e desenvolvimento das plantas. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 44p.
- CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLAI, R.; RUEDELL, J. & PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. R. Bras. Ci. Solo, 19:121-126, 1995.
- CHOUDHURY, E.N. & OLIVEIRA, C.A.V. Influência do preparo do solo na produção de melancia e na compactação em Latossolo Vermelho-Amarelo irrigado. Petrolina, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, 1982. 24p.(Boletim de Pesquisa, 13)
- CINTRA, F.L.D. Caracterização do impedimento mecânico em Latossolos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1980. 89p. (Tese de Mestrado)
- COELHO, R.D. Análises físicas de solo para projetos e manejo de sistemas de irrigação. In: MAQUINARIA agrícola. São Paulo, Instituto de Pesquisa Tecnológicas, 1992. p.4-5.
- DADALTO, G.G. Alterações em características físicas e químicas e solos cultivados com pastagem em áreas de caatinga hipoxerófila no município de Sebastião Laranjeiras, Bahia. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1983. 89p. (Tese de Mestrado)
- DANTAS, J.A. Averiguação dos efeitos da irrigação em solos podzólicos no sub-médio São Francisco. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1996. 104p. (Tese de Mestrado)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de Solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- GROHMANN, F. Distribuição e tamanho de poros em três tipos de solo do estado de São Paulo. *Bragantia*, 19:319-329, 1960.
- JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C. & RIBEIRO, M.R. Levantamento Exploratório Reconhecimento de Solos da Margem Esquerda do Rio São Francisco, estado da Bahia. Recife, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1976. (Boletim técnico, 38)
- JACOMINE, P.K.T; CAVALCANTI, A.C. & SILVA, F.B.R. Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos da Margem Direita do Rio São Francisco, Estado da Bahia. Recife, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1977.v.1. (Boletim técnico, 52)
- KIEHL, E.J. Manual de edafologia: relações solo-planta. São Paulo, Ceres, 1979. 272p.
- KLUTE, A. & DIRKSEN, C. Hydraulic conductivity and diffusivity laboratory methods. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis; physical and mineralogical methods*. Madison, American Society of Agronomy, 1986.
- LEMOES, R.C. & SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 2ed.. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Centro Nacional de Pesquisa do Sorgo, 1996. 83p.
- LIMA, L.R.F. Determinação da condutividade hidráulica saturada em solos aluvionais por métodos de campo e laboratório. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1986. 81p. (Tese de Mestrado)
- REDDY, S.J. & AMORIM NETO, M. S. Dados da precipitação, evaporação potencial, radiação solar global de alguns locais e classificação climática do Nordeste do Brasil. Petrolina, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - CPATSA, 1983.280p.
- RICHARDS, L.A. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*. Washington, USDA, U.S. Government Printing Office, 1954. 160p. (Agriculture Handbook, 60)
- REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo, Manole, 1990. p.27-70.
- SANTOS, M.C.; MERMUT, A.R & RIBEIRO, M.R. Micromorfologia de solos com argila de atividade baixa no sertão Pernambucano. R. Bras. Ci. Solo, 6:83-91, 1991.
- SILVA, A.J.N. Caracterização de Latossolos Amarelos sob o cultivo contínuo de cana-de-açúcar no Estado de Alagoas. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1996. 133p. (Tese de Mestrado)
- SILVA, A.J.N. & RIBEIRO, M.R. Caracterização de Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas: atributos morfológicos e físicos. R. Bras. Ci. Solo, 21:677-684, 1997.
- SILVA, I.F. Efeitos de sistemas de manejo e tempo de cultivo sobre propriedades físicas de Latossolo. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1980. 70p. (Tese de Mestrado)
- SILVA, J.A.A. & SILVA, I.P. Estatística experimental aplicada à ciência florestal. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1995. 296p.
- SILVA, M.S.L.; SILVA, D.J. & SOUZA Jr., V.S. Alterações físicas e químicas de Podzólico Vermelho-Amarelo cultivado com capim buffel. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., Manaus, 1996. Anais. Manaus, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p.188-189.
- SILVA, M.S.L.; KLANT, E.; NASCIMENTO, P.C. & KROTH, P.L. Propriedades físicas e químicas de Podzólico Vermelho-Amarelo adensado no sertão Pernambucano. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12., Fortaleza, 1998. Anais. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. p.309-310.
- URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. & CHIEPPE Jr., J.B. Efeito do plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso, sob pivô central. *Irriga*, 1:8-15, 1995.
- VOMICIL, J.A. Porosity. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis; physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. Madison, American Society Agronomy, 1965. p.299-314.
- ZONTA, E.P. & MACHADO, A.A. SANEST - Sistema de Análise Estatística. São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1980. (software)