



Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFPR

ESTIMATIVA DO COMPORTAMENTO DA LÂMINA D'ÁGUA NO SOLO EM ANOS ATÍPICOS (SECO E CHUVOSO) NOS MUNICÍPIOS DE SÃO CARLOS DO IVAÍ E FLORAÍ – PR

ESTIMATION OF THE BEHAVIOR OF THE WATER SLUDGE IN SOIL IN ATYPIC YEARS (DRY AND RAINY) US MUNICIPALITIES OF SÃO CARLOS DO IVAÍ AND FLORAÍ – PR

(Recebido em 26-02-2018; Aceito em: 28-07-2018)

Carlos Henrique da Graça

Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá- UEM
henriquechg@gmail.com

Hélio Silveira

Doutor em Geografia, Professor da Universidade Estadual de Maringá.
hesilveira70a@hotmail.com

Resumo

O presente artigo teve como objetivo estimar o comportamento edafoclimático nos municípios de São Carlos do Ivaí e Floraí, Brasil, aplicando o balanço hídrico edafológico para determinar a marcha anual da água disponível nos solos em anos atípicos (seco e chuvoso), relacionando essas informações com os períodos das safras dos principais cultivos agrícolas dos municípios para identificar possíveis variações na produtividade. Os principais métodos utilizados foram a determinação da água disponível nos solos; tipologia de anos padrão e balanço hídrico edafológico. O comportamento edafoclimático nos municípios mostrou que as porções mais propensas a apresentar riscos quanto à queda de produtividade agrícola estão diretamente relacionadas a presença dos solos com textura mais grosseiras, como o Argissolo e Latossolo Vermelhos distróficos, que exibiram as maiores ausências de água em profundidade nos perfis, devido sua baixa capacidade de retenção de água, quando comparados aos solos argilosos, casos do Nitossolo e Latossolo Vermelhos eutroféricos. Tal comportamento denotam uma situação bastante crítica do ponto de vista edafológico nas porções dos municípios onde ocorrem esses solos, já que muitos cultivos, dependendo da época de desenvolvimento podem sofrer sérios danos que resultam na queda da produtividade.

Palavras-chave: Comportamento edafoclimático; balanço hídrico; produção agrícola.

Abstract

The objective of this article was to estimate the edaphoclimatic behavior in the municipalities of São Carlos do Ivaí and Floraí, Brazil, applying the edaphological water balance to determine the annual march of available water in the soils in atypical years (dry and rainy), relating this information to the periods of the crop of the main agricultural crops of the municipalities to identify possible variations in productivity. The main methods used were the determination of available water in the soils; typology of standard years and edaphological water balance. The edaphoclimatic behavior in the municipalities showed that the portions most likely to present risks related to the fall in agricultural productivity are directly related to the presence of the coarser textured soils, Argisols and Latossol Reds dystrophics, that exhibited the greatest water depth absences in the profiles, due to their low water retention capacity when compared to clay soils, Nitosol and Latossolo Reds eutroferics. Such behavior denotes a situation very critical from the standpoint of edaphological in the portions of the municipalities where these soils occur, since many plants, depending on the season of development can suffer serious damages that result in the fall of the productivity.

Keywords: *Edafoclimatic behaviour; water balance; agricultural production.*

Introdução

O conhecimento dos fatores climáticos combinados com as características edáficas dos solos contribui para potencializar a produção agrícola e nortear o desenvolvimento de muitas atividades econômicas.

O clima aparece como um condicionante importante nesse processo, de modo que as culturas devem ser compatíveis às suas características, que são muito variáveis no tempo e no espaço (RIBEIRO, 1993). Estudos detalhados da variabilidade climática contribuem para estabelecer se o sistema de cultivo agrícola será ou não tolerante à quantidade de água que a região recebe ao longo do ano. Para Lima *et al.* (1978) a perda ou prejuízo na agricultura nem sempre é proporcionada por deficiência climática, mas sim, pode estar atrelada a deficiência edafológica dos solos.

Nesse contexto, os solos podem apresentar diferenças muito significativas em suas propriedades, em especial as físicas, que influenciam diretamente na capacidade de armazenamento de água em profundidade no solo, sendo reservatórios de água para as plantas nos períodos mais secos do ano. Carvalho *et al.* (1986) ressalta que o clima de uma região pode apresentar características uniformes, mas diferentes tipos de solos possuem distintos valores de excedente e deficiência hídrica, refletindo assim, de forma diferenciada sobre a produção agrícola.

Para análise do comportamento da água no solo é usualmente empregado o método de balanço hídrico que quantifica as relações de entrada e saída de água no solo que tem se mostrado uma maneira eficaz de relacionar os atributos climáticos aos parâmetros edafopedológicos, como uma ferramenta capaz de monitorar a variação e o armazenamento de água no solo, tornando-se um

importante indicador climatológico da disponibilidade hídrica de uma região (PEREIRA *et al.*, 2002). Esta técnica consiste, segundo Ometto (1981), em contabilizar a água no solo, num processo que a chuva representa a entrada de água no sistema, a evapotranspiração e a infiltração a saída, considerando-se uma determinada capacidade de armazenamento ou retenção de água no solo.

O balanço hídrico climatológico de Thornthwaite e Mather (1955), amplamente utilizado, foi desenvolvido para determinar o regime hídrico de um local sem a necessidade de medidas diretas das condições do solo (PEREIRA, 2005), adotando um valor médio para a capacidade de água disponível (CAD) no solo. Diante disso, Ranzani (1971), utilizando a capacidade de água disponível nos horizontes de solos associada ao balanço hídrico climatológico desenvolveu uma adaptação metodológica capaz de estimar a marcha anual da água disponível em profundidade no solo numa mesma região climática.

A partir deste método, é possível calcular o comportamento da lâmina d'água em profundidade nos diferentes tipos de solos, submetidos ao mesmo regime de chuvas. Assim o balanço hídrico edafológico consiste essencialmente na correlação de dois conjuntos: os que se referem às condições climáticas e os que traduzem os aspectos edafológicos (RANZANI, 1971). Embora trazendo bons resultados essa metodologia não vem sendo muito aplicada devido a necessidade de análises pontuais sobre condições hídricas dos solos (capacidade de campo, ponto de murcha permanente e água disponível), o que demanda tempo e custos no decorrer da pesquisa, sendo encontrado na literatura poucos estudos que a utilizaram, entre os principais pode-se mencionar Lima *et al.* (1978), Carvalho *et al.* (1986), Braido *et al.* (2005), Zandonadi *et al.* (2005), Zandonadi *et al.* (2007), Braido e Tomaselli (2012; 2013) e Tomaselli e Braido (2013).

A região norte e noroeste do Paraná, onde estão inseridos os municípios em estudo, apesar de possuírem um sistema de cultivo agrícola bem desenvolvido, sendo consideradas como uma das principais regiões produtoras de grãos e cana-de-açúcar do Estado, apresentam algumas características tanto climáticas quanto pedológicas que podem influenciar diretamente na produção agrícola local.

Os municípios de São Carlos do Ivaí e Floraí foram escolhidos por apresentarem um setor agropecuário muito ativo dentro de sua economia, além de serem representativos quanto às características transacionais dos solos da zona de contato entre o arenito da Formação Caiuá e basalto da Formação Serra Geral, as quais podem ser determinantes na redução ou queda de produtividade na região quando da ocorrência de períodos extremamente secos ou chuvosos.

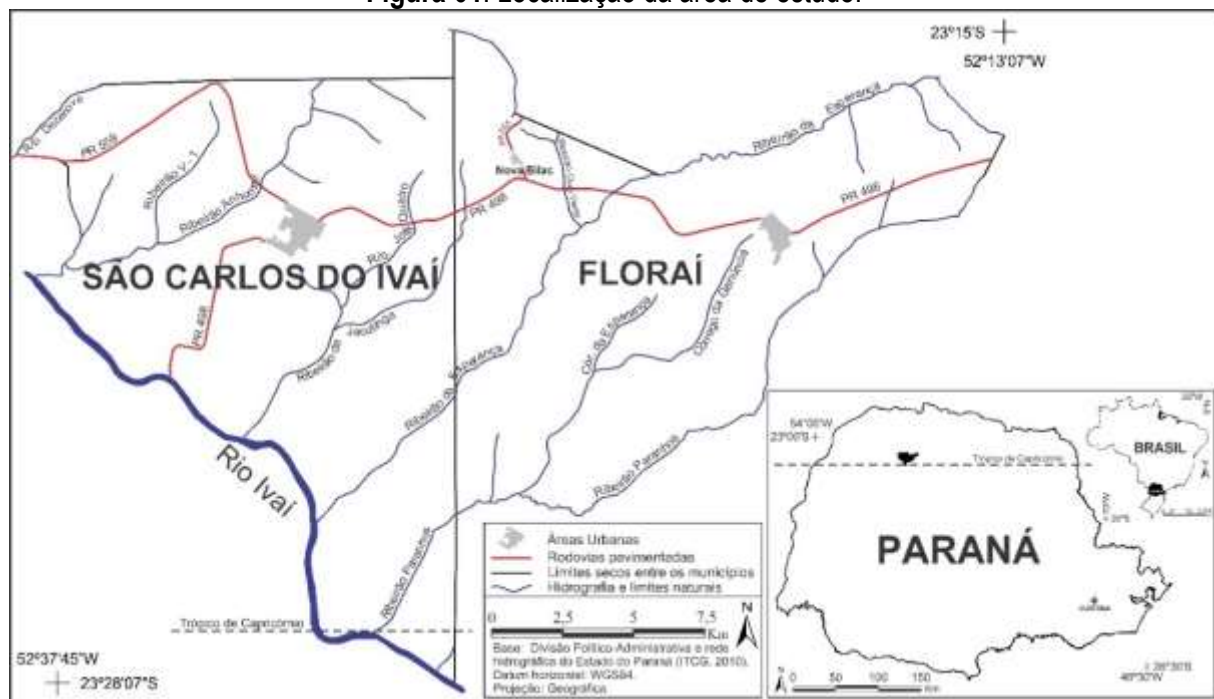
Desse modo, o presente artigo teve como objetivo estimar o comportamento edafoclimático nos municípios de São Carlos do Ivaí e Floraí, Paraná - Brasil, aplicando o balanço hídrico edafológico para

determinar a marcha anual da água disponível nos solos em anos atípicos (seco e chuvoso), relacionando essas informações com os períodos das safras dos principais cultivos agrícolas dos municípios para identificar possíveis variações de produtividade.

Materiais e Métodos

A área de estudo corresponde aos municípios de São Carlos do Ivaí e Floraí que estão inseridos, respectivamente, nas mesorregiões noroeste e norte central do Estado do Paraná. Os municípios estão situados entre 23°15' a 23°28'07" de latitude sul e 52°13'07" a 52°37'45" de longitude oeste. Possuem uma área conjunta de aproximadamente 417,3 Km² (Figura 01).

Figura 01: Localização da área de estudo.



Fonte: Os autores (2018).

O clima predominante na região, segundo classificação de Köppen (1948), é subtropical úmido mesotérmico (Cfa), apresenta verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração de chuvas nos meses de verão e sem estação seca bem definida. As temperaturas médias dos meses mais quentes são superiores a 22°C e a dos meses mais frios inferiores a 18°C. A pluviosidade média anual varia entre 1.400 a 1.600mm (CAVIGLIONE *et al.*, 2000).

O substrato geológico encontrado nos municípios é caracterizado por uma zona de transição geológica constituída predominantemente por rochas da Formação Serra Geral – basaltos maciços e amigdaloides; e da Formação Caiuá - arenitos vermelho-arroxeados (MINEROPAR, 2001).

As feições do relevo demonstram uma íntima ligação com o substrato geológico que ocorre na região, sendo possível associar as porções mais elevadas (altitudes entre 400 a 550 metros) e mais dissecadas do relevo (declividades entre 8 e 20%) à ocorrência do arenito Caiuá e nas porções relacionadas ao basalto uma maior monotonia em suas formas, apresentando um relevo mais suavizado (declividades inferiores a 8%) e menores altitudes (entre 250 a 400 metros).

Nas porções dos municípios com presença de basalto encontram-se os Latossolos Vermelhos Eutrófico e Eutroférico típicos com textura muito argilosa e o Nitossolo Vermelho Eutroférico típico, textura muito argilosa. Aonde ocorre o arenito são encontrados o Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura média e os Argissolos Vermelhos Distrófico típico e Eutrófico abrupto, textura arenosa/média (EMBRAPA, 2007).

Após o reconhecimento das principais classes de solos na área de estudo foram abertas trincheiras (1,5 metros de profundidade) para coleta de amostras indeformadas em anéis volumétricos (150 cm³) para determinar a densidade do solo e a umidade na capacidade de campo (CC) e no ponto de murcha permanente (PMP); e amostras deformadas para realização de análises de rotina (granulometria e matéria orgânica) em todos os horizontes descritos dos solos, seguindo os padrões definidos em Lemos e Santos (1996) e EMBRAPA (1997).

As análises de solo foram realizadas no laboratório de física de solo do departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá sob supervisão do Professor Dr. Cássio Antônio Tormena.

A densidade do solo foi calculada pelo método do anel volumétrico (Kopecky) para cada horizonte dos solos, equação (1):

$$D_s = a_s/v_a \quad (1)$$

Onde: D_s = Densidade do solo (g.cm⁻³); a_s = peso da amostra seca a 105°C (g); v_a = volume do anel (cm³).

Os valores de umidade na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente foram determinados em laboratório utilizando método indireto em amostras de solos indeformadas, previamente saturadas em "Panela de Pressão" aplicando a tensão equivalente a 0,01 Mpa; e em amostra deformada, previamente saturada, submetidas ao extrator de Richards aplicando a tensão equivalente a 1,5 Mpa, respectivamente. A umidade retida em cada horizonte dos solos foi determinada com base no volume, equação (2):

$$U = (a_u - a_s) * V_s \quad (2)$$

Onde: U = umidade (cm^3/cm^3); a_u = peso da amostra úmida após ser submetida à pressão utilizada: 0,01; 1,5 MPa (g); a_s = peso da amostra seca a 105°C (g), como a densidade da água é igual a $1\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, sua massa será igual ao volume; V_s = volume da amostra de solo ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$).

Água disponível (AD) e a capacidade de água disponível (CAD) em cada horizonte dos solos foram calculadas utilizando as equações (3 e 4):

$$AD = (U_{CC} - U_{PMP}) * 100 \quad (3)$$

Onde: AD = água disponível (%); U_{CC} = umidade na Capacidade de Campo (0,01 MPa), U_{PMP} = umidade no Ponto de Murcha Permanente (1,5 MPa).

$$h = (AD\% * DS * Eh/100) * 10 \quad (4)$$

Onde: h = capacidade de água disponível no horizonte (mm); AD = conteúdo de água disponível por horizonte (%); DS = densidade do solo, em $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$; Eh = espessura do horizonte (mm). Assim, a capacidade de água disponível específica utilizada no balanço hídrico para cada solo foi calculada pelo somatório dos valores h obtidos para cada horizonte, expressos em mm.

Para o cálculo do balanço hídrico foram utilizados valores de precipitação pluviométrica coletados em 9 postos pluviométricos do Instituto das Águas do Paraná e também na Estação Meteorológica de Paranavaí - IAPAR, para a série entre 1980 a 2010 (Quadro 01), que foram submetidos a tipologia de determinação de anos padrão proposta por Monteiro (1976) para a identificação dos anos atípicos (seco e chuvoso) representativos ao longo da série analisada. O preenchimento de falhas (dados faltantes) foi realizado aplicando o método de ponderação regional (VILLELA; MATTOS, 1975).

Quadro 01: Informações sobre os postos pluviométricos e a estação climatológica de Paranavaí – PR.

Municípios	Códigos (ANEEL)	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Série (Anos)
Rondon	2352000	23°19'27"	52°40'01"	250	1980 – 2010
São Carlos do Ivaí	2352036	23°21'49"	52°31'26"	293	1980 – 2010
São Jorge do Ivaí	2352063	23°25'00"	52°18'00"	350	1980 – 2010
Paranavaí	2352052	23°06'49"	52°42'45"	383	1980 – 2010
Guaporema	2352047	23°19'59"	52°46'00"	400	1980 – 2010
Paranavaí	2352017	23°05'00"	52°26'00"	480	1980 – 2010
Nova Esperança	2352039	23°13'19"	52°20'59"	497	1980 – 2010
Japurá	2352045	23°28'00"	52°33'00"	500	1980 – 2010
Indianópolis	2352044	23°28'58"	52°42'05"	501	1980 – 2010
Floraí	2352037	23°19'26"	52°17'58"	521	1980 – 2010

Fonte: Instituto das Águas do Paraná e E. M. Paranavaí - IAPAR. **Org.:** Os autores (2018).

Em virtude da falta de estações meteorológicas nos municípios, os dados de temperatura do ar foram estimados seguindo o método apresentado por Pinto e Alfonsi (1974) que utilizaram de regressão linear múltipla (Equação 5) para estimar os valores de temperatura média, máxima e mínima para o estado do Paraná. Os valores de temperatura do ar nos anos atípicos dos municípios foram, então, estimados utilizando como base os dados de temperatura do ar média mensal, altitude e latitude de estações meteorológicas próximas aos municípios (E. M. Paranaíba e E. C. Cianorte – IAPAR, E. C. P. Maringá - INMET) para a obtenção das variáveis a, b e c da equação da reta.

$$Y = a+b.(x)+c.(x') \quad (5)$$

Onde: Y – temperatura do ar média estimada (°C); a – intercepto do eixo Y, b e c – coeficientes angular e linear; x – altitude (m); x' – latitude (minutos).

Para maior detalhamento na aplicação dos balanços hídricos específicos em cada tipo de solo foram geradas áreas homogêneas levando em consideração os valores médios anuais de pluviosidade (1980 e 2010), os valores médios anuais estimados de temperatura do ar e as altitudes (Figura 02). A área referente à precipitação pluviométrica foi delimitada pelo valor do curso médio anual da disponibilidade de água no solo para o Estado do Paraná, que é de aproximadamente 55 mm (ORTOLANI *et al.*, 1970). A delimitação da área pela temperatura e altitude foi definida de forma conjunta, já que os valores de temperatura foram estimados com base nas altitudes, além das latitudes. Os intervalos atribuídos para essa delimitação estão representados a cada 100 metros de altitude, entre 300, 400 e 500 metros, e no mínimo 0,5°C de variação na temperatura, intervalos próximos aos citados por Ometto (1981) ao relacionar uma variação de 0,65°C na temperatura a cada 100 metros de altitude.

$$Ct = Eh_{acum} + [(P-EP)_{acum} - h_{acum}/h]/Eh \quad (6)$$

Onde: Ct – Espessura da camada de terra (mm) com água disponível, quando P – EP for positiva e sem água disponível quando P – EP for negativa; P – Precipitação pluviométrica média (mm); EP – Evapotranspiração potencial média (mm); Eh_{acum} - espessura dos horizontes do perfil de solo acumulada (mm); h_{acum} - camada de água disponível acumulada (mm); h - camada de água disponível no horizonte (mm); Eh = espessura do horizonte (mm).

Os dados referentes à produção agrícola dos municípios foram obtidos via *sítio eletrônico* do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), sendo selecionados, para efeito de comparação da produção com os resultados do balanço hídrico edafológico, apenas os cultivos temporários mais representativos em área produzida (ha), como: cana-de-açúcar, milho (1ª e 2ª safra), soja e trigo.

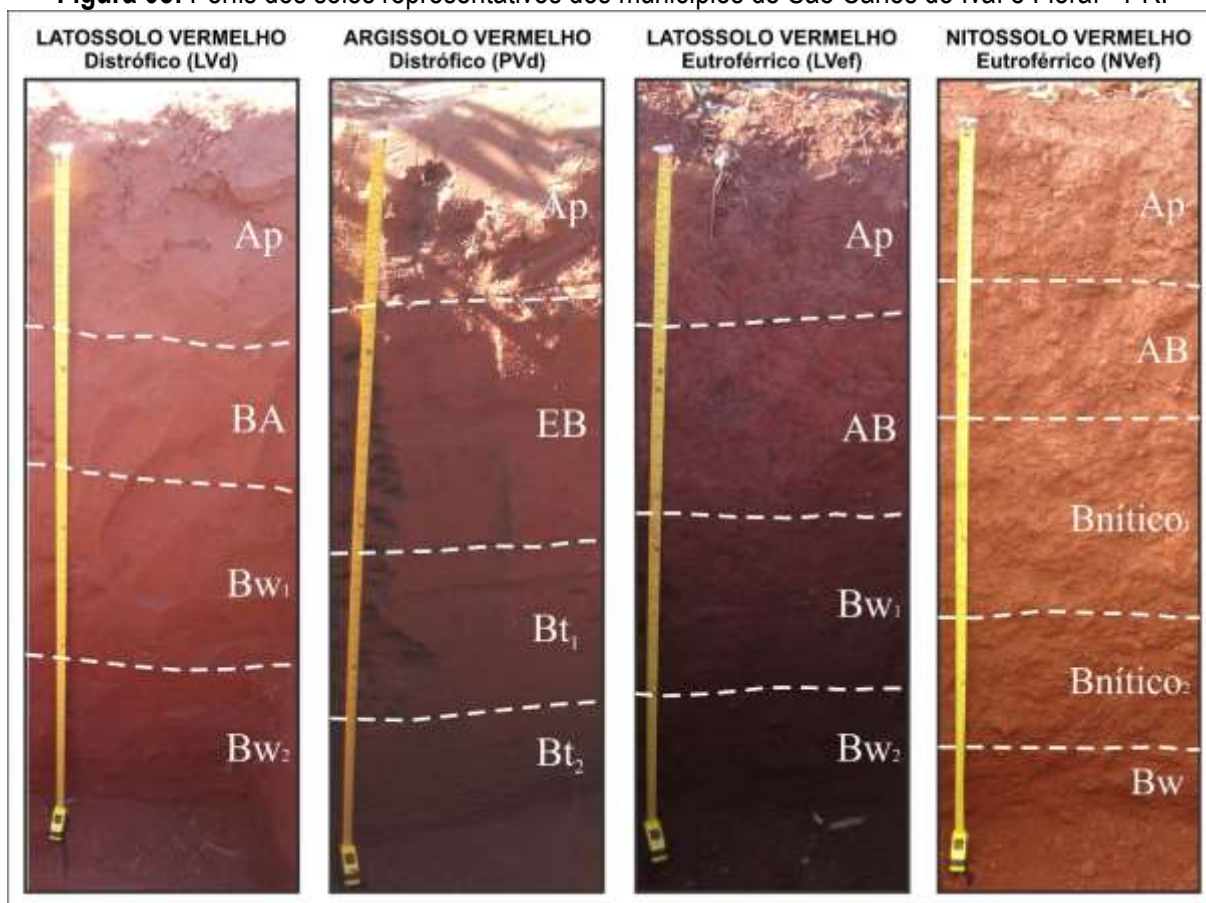
Para identificar a interferência do clima na produção agrícola nos anos atípicos foi adotado o período relacionado à época de semeadura e colheita das lavouras usando como base as informações específicas para a região (CARAMORI *et al.*, 2003). As informações sobre o ciclo da cana-de-açúcar foram obtidas junto a Cooperativa Agrícola Regional de Produtores de Cana – COOPCANA, unidade São Carlos do Ivaí.

Para a efetivação dos cálculos e elaboração dos quadros, tabelas e gráficos foram utilizados os softwares Microsoft Excel®, versão 2010 e Corel Draw X7®.

Resultados e Discussões

Nos municípios analisados os solos mais representativos são os Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), Argissolo Vermelho Distrófico (PVd), Latossolo Vermelho Eutroférico (LVef) e Nitossolo Vermelho Eutroférico (NVef) (Figura 03 e Tabela 01). Esses solos ao serem submetidos às análises apresentaram variações significativas quanto às características físicas e químicas, decorrentes principalmente do seu material de origem e, também, das condições do relevo onde ocorrem. Essas variações vão demandar cuidados específicos para cada solo quanto ao manejo e tipo de uso, principalmente aqueles que derivam dos arenitos da Formação Caiuá, que apresentam, geralmente, valores mais significativos de areia (superiores a 60%), baixa fertilidade e capacidade de retenção de umidade, além da maior suscetibilidade a erosão (NAKASHIMA; NÓBREGA, 2003), quando comparados aos solos provenientes do basalto da Formação Serra Geral, que apresentam textura muito argilosa e maior capacidade de retenção de água.

Figura 03: Perfis dos solos representativos dos municípios de São Carlos do Ivaí e Florai - PR.



Fonte: Adaptado de Graça (2013).

Os valores de densidade aparente dos solos analisados estão de acordo com o esperado para suas respectivas classes (KIEHL, 1979; EMBRAPA, 1997), apresentando valores de $1,62 \text{ g.cm}^{-3}$ - LVd; $1,608 \text{ g.cm}^{-3}$ - PVd; $1,257 \text{ g.cm}^{-3}$ - LVef e $1,343 \text{ g.cm}^{-3}$ - NVef, (Tabela 01). Em todos os perfis foram encontrados aumentos na densidade aparente na profundidade entre 20 e 40cm, fato relativamente comum para solos agrícolas, devido a compactação pelo uso de maquinários pesados (FAGERIA; STONES, 2006), mas podendo também estar relacionado diretamente com a diminuição do teor de matéria orgânica nos horizontes dos solos em profundidade, ao passo que, quando se eleva a matéria orgânica a densidade diminui e, conseqüentemente, aumenta a porosidade total na porção do solo (BRAIDA *et al.*, 2006).

Tabela 01: Características dos solos analisados nos municípios.

Horizonte	Profundidade (cm)	Areia	Silte	Argila	Da	MO	CC	PMP	AD	CAD
		Total ----- % -----			(g.cm ⁻³)	(g.dm ⁻³)	----- cm ³ .cm ⁻³ -----			(mm)
LVd - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico										
Ap	0 – 28	88	01	11	1,479	8,33	0,27	0,238	0,032	13,27
BA	28 – 52	76	05	19	1,843	7,42	0,25	0,188	0,062	27,42
Bw ₁	52 – 101	75	04	21	1,646	4,98	0,298	0,233	0,065	52,63
Bw ₂	101 – 156 ⁺	74	04	22	1,513	3,64	0,323	0,257	0,066	54,72
		78,2	3,5	18,2	1,62	6,09	0,285	0,916	0,225	148,04
PVd - ARGISSOLO VERMELHO Distrófico										
Ap	0 – 30	92	02	06	1,448	5,94	0,313	0,295	0,019	8,18
EB	30 – 70	84	03	13	1,888	4,60	0,23	0,186	0,044	33,21
Bt ₁	70 – 110	78	03	19	1,612	5,41	0,305	0,248	0,057	36,71
Bt ₂	110 – 150 ⁺	73	02	25	1,483	6,56	0,317	0,24	0,077	45,75
		81,75	02,5	15,75	1,608	5,63	0,291	0,97	0,197	123,85
LVec - LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico										
Ap	0 – 23	25	08	67	1,285	28,0	0,352	0,197	0,155	45,77
AB	23 – 55	22	05	73	1,337	21,8	0,392	0,238	0,154	66,07
Bw ₁	55 – 96	17	04	79	1,209	20,2	0,397	0,255	0,142	70,67
Bw ₂	96 – 150 ⁺	18	03	79	1,196	18,4	0,421	0,263	0,158	102,18
		20,5	05	74,5	1,257	22,10	0,391	0,953	0,609	284,69
NVec - NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico										
Ap	0 – 20	30	07	63	1,125	34,9	0,27	0,202	0,068	15,40
AB	20 – 40	23	07	70	1,442	28,1	0,405	0,23	0,174	50,44
Bnitico ₁	40 – 81	16	05	79	1,304	15,6	0,432	0,265	0,167	89,55
Bnitico ₂	81 – 108	17	02	81	1,326	14,5	0,454	0,285	0,169	60,72
Bw	108 – 150 ⁺	18	03	79	1,3	16,6	0,435	0,27	0,164	89,95
		18,5	4,25	77,25	1,343	18,70	0,432	1,050	0,674	306,06

Da: Densidade aparente; MO: Matéria Orgânica; CC: Capacidade de Campo; PMP: Ponto de Murcha Permanente; AD: Água Disponível e CAD: Capacidade de Água Disponível.

Fonte: Os autores (2018).

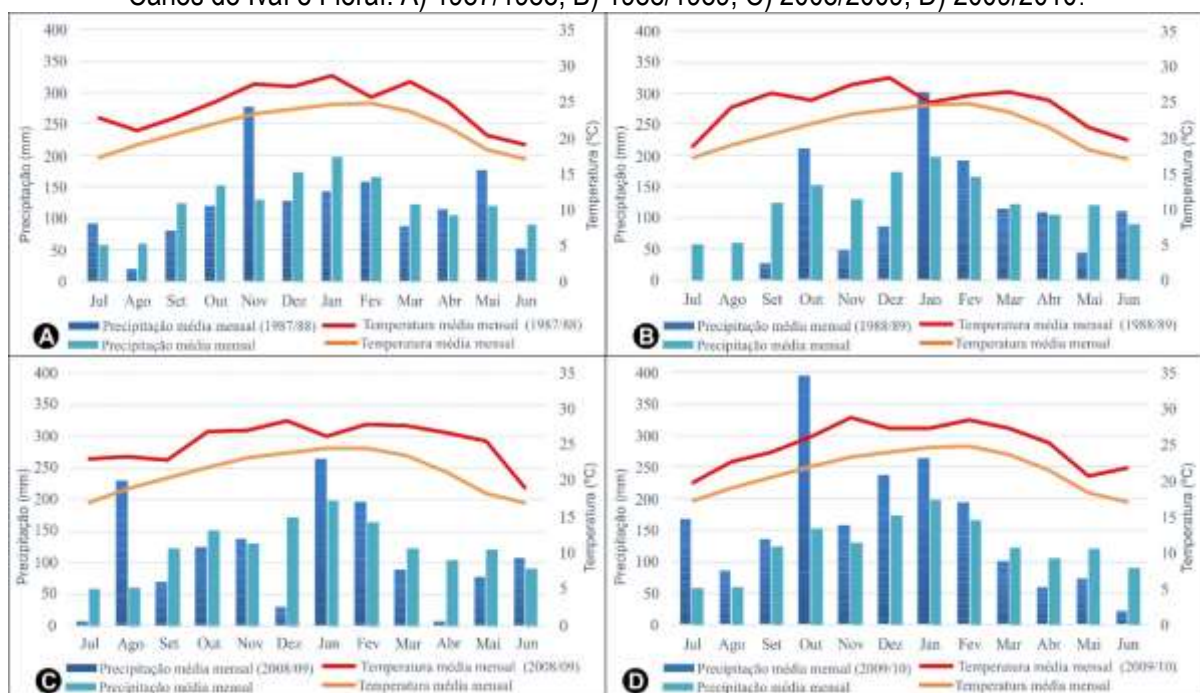
De um modo geral, a umidade contida nos perfis dos solos apresentou uma relação evidente com a fração argila, tanto que, à medida em que há um acréscimo na porcentagem de argila em profundidade a água disponível também aumenta. A umidade total disponível no Latossolo Vermelho distrófico e no Argissolo Vermelho distrófico é relativamente baixa (FONTES; OLIVEIRA, 1982), com valores entre 0,225 e 0,197 cm³.cm⁻³, respectivamente, mesmo para solos com textura arenosa/média e média, o que sugere que esses solos apresentam um rápido preenchimento ou saturação, em períodos mais chuvosos, devido à baixa capacidade de campo, e da mesma forma, uma rápida perda da umidade em períodos de escassez de chuvas (CARVALHO *et al.*, 1986). Conseqüentemente, a capacidade de água disponível (CAD) total dos solos para as plantas é relativamente baixa, armazenando apenas 148,04 e 123,85 mm, respectivamente (Tabela 01).

Os solos Latossolo Vermelho eutroférico e Nitossolo Vermelho eutroférico apresentaram uma umidade total disponível consideravelmente alta (FONTES; OLIVEIRA, 1982), com valores entre 0,609 e 0,674 cm³.cm⁻³, respectivamente. Como são solos muito argilosos e, também, exibem teores de matéria orgânica elevados, que contribuírem diretamente na estruturação e na capacidade de retenção de

água dos solos (LIBARDI, 2005), são mais tolerantes a períodos de escassez hídrica, com valores de CAD entre 284,69 e 306,06 mm, respectivamente (Tabela 01).

A distribuição da precipitação e temperatura do ar nos anos atípicos analisados mostraram uma grande variabilidade entre os meses e suas respectivas médias mensais, especialmente para o comportamento das chuvas. No entanto, pode-se observar que os valores de temperatura estiveram sempre acima da média e oscilaram de acordo com o comportamento das chuvas em alguns meses (Figura 04), favorecendo assim, o aumento da taxa de evapotranspiração nos meses em que as chuvas ficaram abaixo da média da região.

Figura 04: Distribuição da precipitação e temperatura médias mensais para os anos atípicos para São Carlos do Ivaí e Florai: A) 1987/1988; B) 1988/1989; C) 2008/2009; D) 2009/2010.



Fonte: Os autores (2018).

No ano entre 1987/1988 ocorreram grandes variações negativas nas chuvas em quase todos os meses, exceto nos meses de novembro, abril e maio, que apresentaram valores acima da média esperada (Figura 04 – A).

A tendência de valores de precipitação abaixo da média prosseguiu no período entre 1988/1989, com destaque para as irregularidades registradas no segundo semestre do ano de 1988, com a falta e/ou chuvas bem abaixo da média em seus meses. A exceção para o referido semestre do ano ocorreu apenas durante o mês de outubro, em que os valores acumulados foram acima de 200 mm. No semestre seguinte, no ano de 1989, as chuvas voltaram a apresentar maior regularidade, registrando valores próximos ou acima das médias para a região (Figura 04 – B).

O período entre 2008/2009 foi marcado por irregularidades nas chuvas tanto positivas quanto negativamente ao longo dos meses, com destaque para os meses de agosto, janeiro e fevereiro que tiveram valores acumulados acima da média. Já os meses de julho, setembro, dezembro, março, abril e maio registraram valores muito abaixo da média (Figura 04 - C).

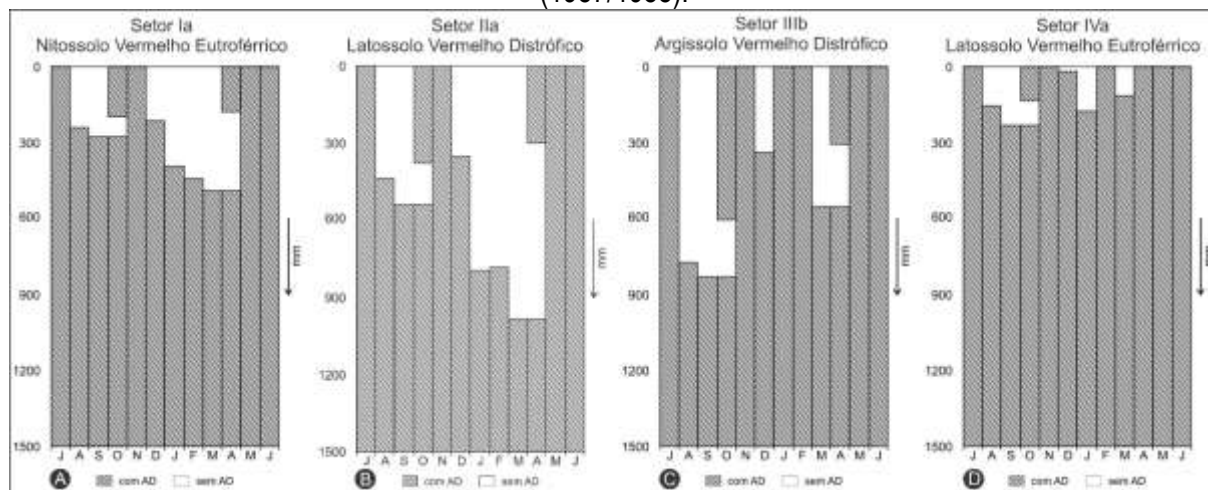
Entre 2009/2010 o comportamento das chuvas foi mais regular, no entanto, com valores acumulados sempre superiores à média entre os meses de julho a fevereiro e redução entre os meses de março e junho (Figura 04 – D).

Ao longo das discussões dos resultados foram utilizados apenas alguns exemplos de aplicação dos balanços hídricos em virtude da compartimentação dos municípios e do grande número de setores e de solos criados através da presente proposta.

De modo geral, percebe-se que houve uma significativa variação no comportamento da água disponível nos perfis dos solos em profundidade no mesmo ano e entre os anos representativos (seco e chuvoso), mostrando que os mesmos apresentaram um comportamento típico de acordo com sua capacidade de retenção de água, características que estão estritamente ligadas à classe textural, estrutura e teor de matéria orgânica, aliadas a intensidade das chuvas em determinadas épocas do ano, confirmando o que já foi observado por Souza (1966) e Carvalho *et al.* (1986) em solos com características texturais semelhantes aos analisados.

No ano representado pelo intervalo de 1987/1988 as maiores ausências de água nos solos foram identificadas entre os meses de agosto a setembro e de dezembro a março, com destaque maior para os solos arenosos (Latosolo e Argissolo vermelhos) dos setores IIa e IIIb que apresentaram valores muito representativos de falta de água no perfil devido as chuvas abaixo da média (Figura 04 – A), enquanto que em novembro, maio e junho, os solos apresentaram preenchimento total do perfil (Figura 05 – A, B, C e D).

Figura 05: Comportamento da água disponível nos setores para os diferentes tipos de solos (1987/1988).



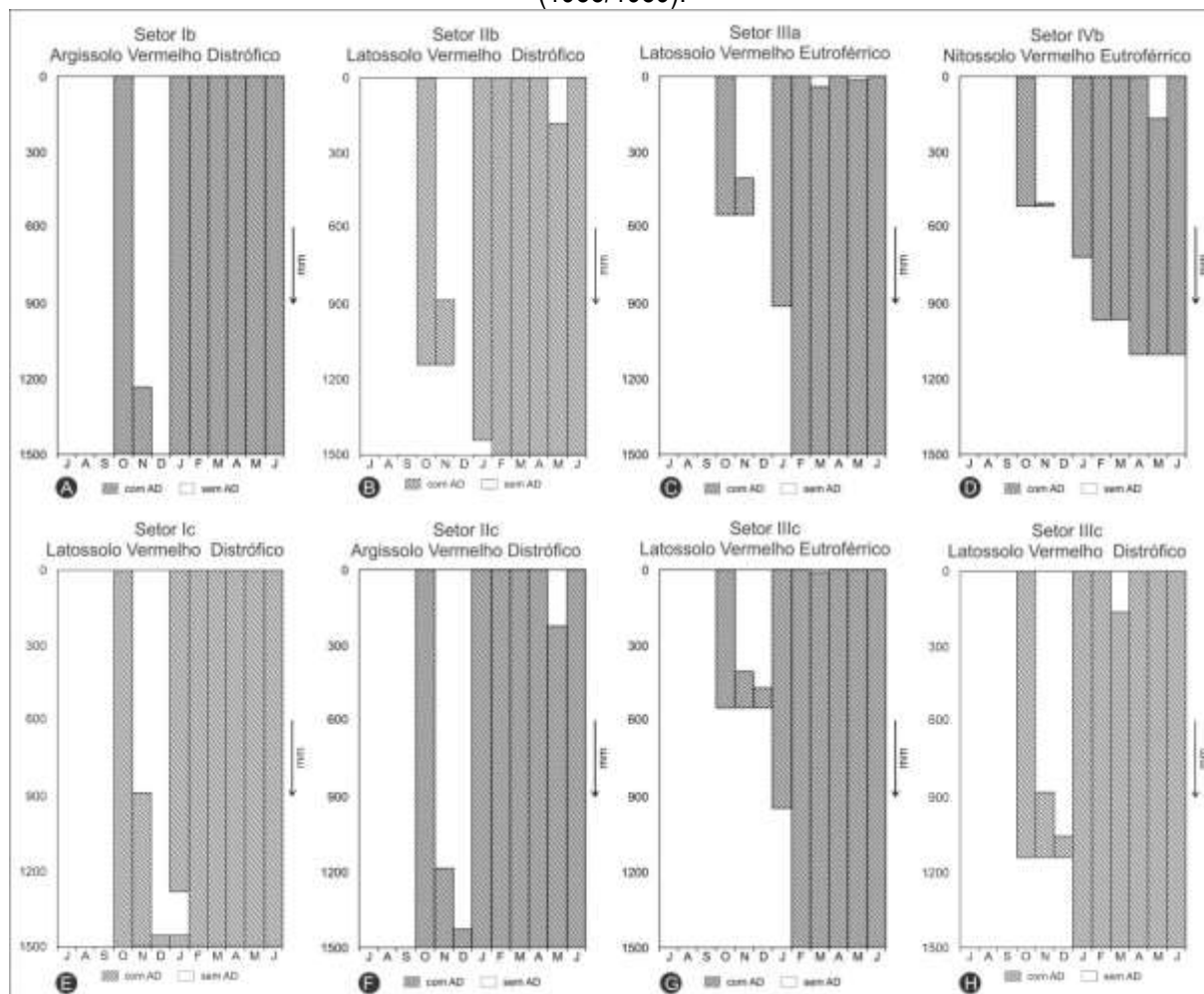
Fonte: Os autores (2018).

Para o ano representado entre 1988/1989 os meses de julho, agosto, setembro e dezembro apresentaram ausência total de água no perfil em praticamente todos os setores (Figura 06), proporcionada por chuvas irregulares abaixo da média dos meses na região (Figura 04 – B).

O mês de novembro também apresentou grandes ausências de água no perfil em todos os solos, que variaram apenas em profundidade dependendo das características texturais e dos setores dos municípios onde estão localizados (Figura 06). O mês de dezembro, nos setores Ic, Ilc e Ilc (Figura 06 – E, F e G), apresentou uma pequena camada de água concentrada entre 1450 e 1500 mm de profundidade nos solos com textura arenosa/média e média; e entre 500 a 550 mm no Latossolo com textura muito argilosa.

O preenchimento total do perfil dos solos não seguiu um padrão marcado por regularidade entre os solos e setores, sendo principalmente identificado nos meses de fevereiro a junho nos solos com textura arenosa/média e média do setor I e nos meses de fevereiro, abril e junho nos setores II e III, para os mesmos solos (Figura 06 – A, B e E). Entre os solos argilosos, apenas o Latossolo apresentou preenchimento total do perfil nos meses de fevereiro, abril e junho no setor III dos municípios, devido a maior regularidade na precipitação (Figura 04 – B) e sua menor capacidade de retenção de água em relação ao Nitossolo o que proporciona o preenchimento das camadas mais rapidamente (Figura 06 – C e G).

Figura 06: Comportamento da água disponível nos setores para os diferentes tipos de solos (1988/1989).



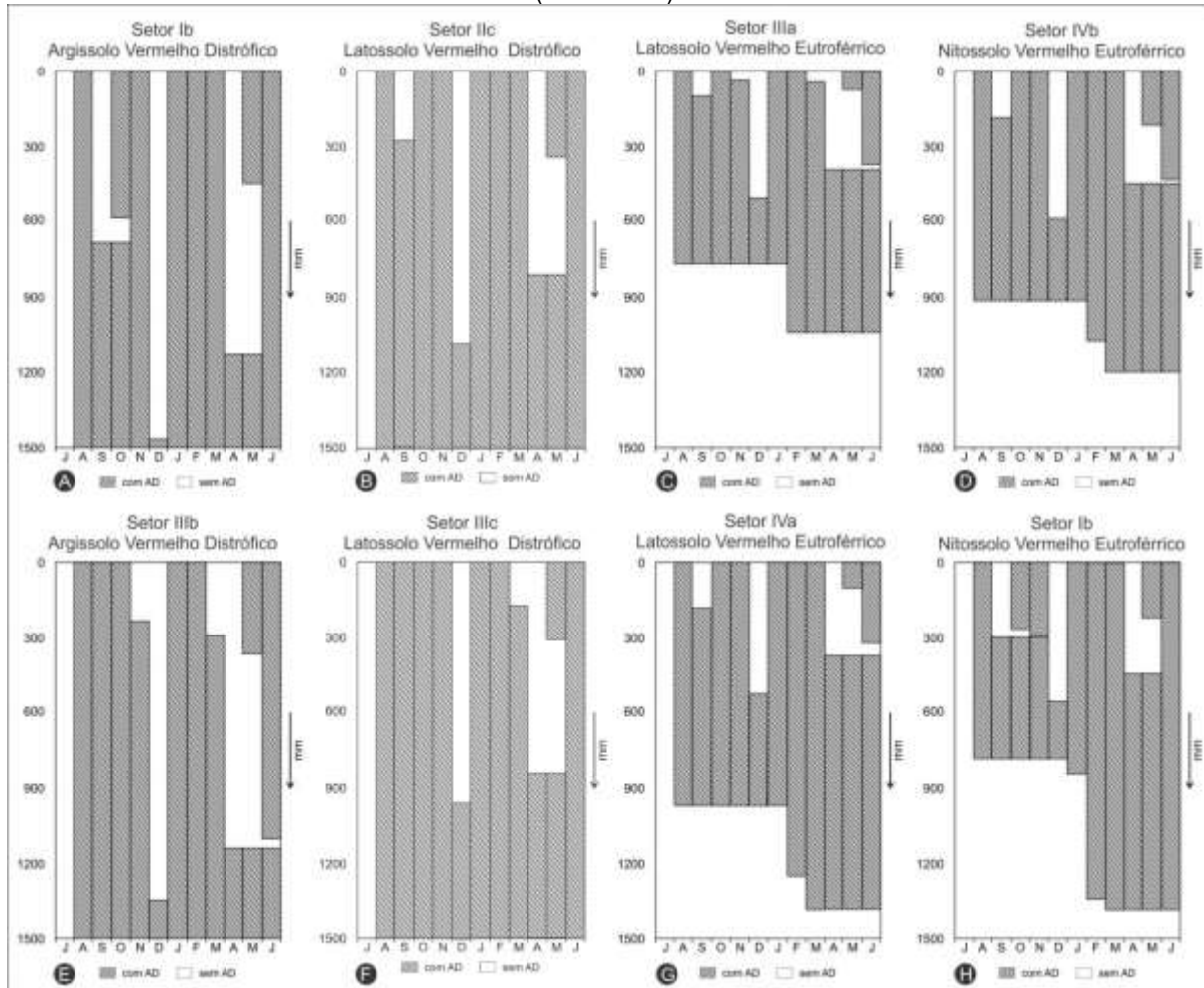
Fonte: Os autores (2018).

No ano representado entre 2008/2009 as maiores ausências de água nos perfis foram identificadas, principalmente, nos meses de julho, dezembro e abril em todos os solos, independentemente dos setores onde estão localizados (Figura 07), enquanto que apenas os solos com textura arenosa/média e média apresentaram preenchimento total do perfil nos meses de agosto, novembro, janeiro a março e junho nos setores I e II e entre setembro a novembro e janeiro a fevereiro no setor III. Nesses mesmos solos os períodos com ausência de água no perfil, exceto julho, apresentaram profundidades que variaram entre 1100 e 1450 mm em dezembro e de 800 a 1200 mm no mês de abril (Figura 07 – A, B, E e F).

Nos solos argilosos essas profundidades foram menores, exceto julho em que não houve chuvas, e variaram de 500 a 600 mm no mês de dezembro e entre 400 e 500 mm no mês de abril. Nesses solos, em nenhum mês ocorreu o preenchimento total do perfil, no entanto, entre os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e, dependendo do setor onde estão localizados os solos, também os

meses de agosto, outubro, novembro e junho, apresentaram uma camada de água disponível constante entre as profundidades de 750 a 1400 mm, que dependendo do cultivo já são suficientes para suprir as necessidades hídricas das plantas no decorrer desse período (Figura 07 – C, D, G e H).

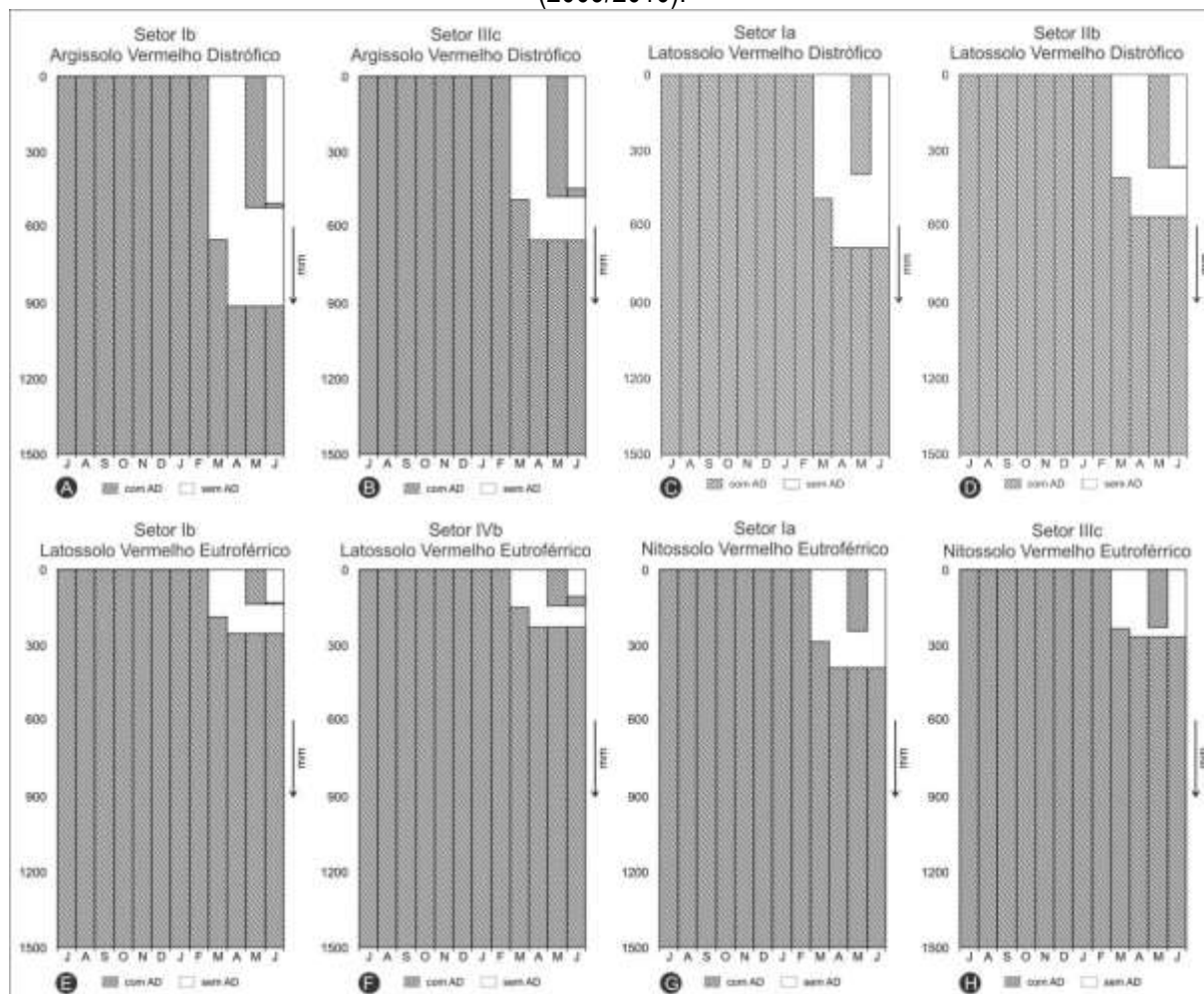
Figura 07: Comportamento da água disponível nos setores para os diferentes tipos de solos (2008/2009).



Fonte: Os autores (2018).

Para o intervalo 2009/2010 o comportamento da água disponível nos solos apresentou dois períodos bem marcados entre o preenchimento total e a ausência de água disponível nos perfis. Esse comportamento, no entanto, não apresentou grandes variações entre os períodos de ocorrência, sendo que em todos os setores dos municípios os solos apresentaram preenchimento total dos perfis entre os meses de julho a fevereiro, enquanto que as ausências de água foram identificadas, principalmente, entre março, abril e junho com variação apenas em profundidade de acordo com cada solo e o setor onde estão localizados (Figura 08).

Figura 08: Comportamento da água disponível nos setores para os diferentes tipos de solos (2009/2010).



Fonte: Os autores (2018).

Ao analisar as irregularidades no comportamento edafoclimático entre os anos atípicos (1987/1988, 1988/1989, 2008/2009 e 2009/2010) e compará-los com os períodos dos principais cultivos agrícolas nos municípios, pode-se afirmar que independentemente do ano, houve influência sobre a produção e que isso foi responsável por proporcionar queda de produtividade nos anos secos (1987/1988 e 1988/1989) e aumento na produtividade nos anos chuvosos (2008/2009 e 2009/2010) em praticamente todos os cultivos analisados (Tabela 02). O trigo foi o único cultivo que apresentou aumento de produtividade independente da variação ocorrida (Tabela 02).

As exceções ocorreram na safra de 1987/1988 (ano seco) para a soja, no município de Floraí, que apresentou aumento na produção, explicada pela presença mais significativa de solos argilosos que, caracteristicamente, retém mais água disponível no perfil para ser utilizada pelas plantas em período mais secos; e a cana-de-açúcar que exibiu aumento de produtividade na safra de 1988/1989, mesmo sendo considerado ano seco; e queda de produtividade na safra de 2009/2010, que foi o ano

mais chuvoso (Tabela 02 - A). Na cana-de-açúcar elevados valores de excedente hídrico (> 100 mm) ao longo de todo o desenvolvimento fenológico, podem causar problemas de maturação ocasionando antecipação ou atraso na colheita (BRUNINI, 2010) e, conseqüentemente, isso vai afetar a produtividade.

Tabela 02: Principais cultivos agrícolas e produção por safras para os anos atípicos (seco e chuvoso).

Safras	São Carlos do Ivaí				Floraí			
	Área Plantada (ha)	Quantidade Produzida (Ton.)	Rendimento Médio (kg/ha)	Variação da produção em relação ao rendimento médio anual (%)	Área Plantada (ha)	Quantidade Produzida (Ton.)	Rendimento Médio (kg/ha)	Variação da produção em relação ao rendimento médio anual (%)
(A)	Cana-de-açúcar							
1987/1988	1.156	83.232	72.000	- 16,18	18	1.406	78.111	- 9,85
1988/1989	1.064	97.412	91.553	+ 6,57	68	6.614	97.265	+ 12,24
2008/2009	9.958	896.833	90.062	+ 4,83	2.448	230.538	94.174	+ 8,68
2009/2010	10.673	842.446	78.932	- 8,11	3.400	281.822	82.889	- 4,34
	Rend. Médio anual (kg/ha)			85.906	Rend. Médio anual (kg/ha)			86.652
(B)	Milho (em grão)							
1987/1988	2.504	4.612	1.842	- 30,75	460	1.104	2.400	- 15,87
1988/1989	3.700	6.032	1.630	- 38,72	500	1.300	2.600	- 8,86
2008/2009	1.730	5.130	2.965	+ 11,46	7.900	25.920	3.281	+ 15
2009/2010	1.760	8.758	4.976	+ 87,06	6.285	31.394	4.995	+ 75,07
	Rend. Médio anual (kg/ha)			2.660	Rend. Médio anual (kg/ha)			2.853
(C)	Soja (em grão)							
1987/1988	3.050	6.832	2.240	- 1,45	9.500	21.850	2.300	+ 1,09
1988/1989	3.200	6.400	2.000	- 12,01	9.750	21.450	2.200	- 3,29
2008/2009	3.000	6.000	2.000	- 12,01	9.590	19.638	2.048	- 10,32
2009/2010	2.800	8.404	3.001	+ 32,02	9.993	29.510	2.953	+ 29,8
	Rend. Médio anual (kg/ha)			2.273	Rend. Médio anual (kg/ha)			2.275
(D)	Trigo (em grão)							
1987/1988	1.150	2.840	2.470	+65,66	7.814	15.377	1.968	+ 24
1988/1989	1.150	2.750	2.391	+ 60,36	9.000	16.628	1.848	+ 16,44
2008/2009	5.500	12.100	2.200	+ 47,55	900	1.350	1.500	+ 38,62
2009/2010	25	62	2.480	+ 66,33	1.800	4.500	2.500	+ 56,26
	Rend. Médio anual (kg/ha)			1.491	Rend. Médio anual (kg/ha)			1.587

Fonte: IPARDES. **Org.:** Os autores (2018).

A redução da produtividade na safra de 1987/1988 (Tabela 02) foi marcada, principalmente, pelos períodos onde foram encontradas as maiores variações no comportamento edafoclimático nos municípios, que coincidiram, no caso do cultivo do milho (1ª safra) e da soja, com os estágios de desenvolvimento fenológico das plantas. Durante esse ano as maiores ausências de água nos perfis dos solos foram identificadas, no geral, nas profundidades de 300 a 900 mm entre os meses de dezembro e abril que correspondem, a grosso modo, aos períodos do crescimento vegetativo e preenchimento dos grãos das culturas de milho e soja.

As maiores ausências de água nos perfis em profundidade foram encontradas nos Argissolos e Latossolo Vermelhos Distróficos, solos com textura arenosa/média e média, respectivamente.

Na safra de 1988/1989 apenas os cultivos de milho e soja sofreram queda de produtividade (Tabela 02 – B e C). A explicação para a queda na produtividade para esses cultivos está relacionada à variação no comportamento edafoclimático durante os meses de julho a setembro e de novembro a

dezembro, que apresentaram ausência total ou parcial de água no perfil dos solos proporcionada pelos baixos valores pluviométricos do período (Figura 03 – B).

Nos solos com textura arenosa/média e média, nos meses de novembro e dezembro, as ausências de água atingiram profundidades maiores do que nos solos argilosos, mas em ambos a profundidade do perfil sem água disponível foi superior aos 300 mm, ocasionando uma grande redução no suprimento de água para as culturas, por estar disponível em profundidades maiores a atingida pela as raízes das plantas cultivadas nesse período (LUJÁN, 1989).

Para a safra de 2008/2009 apenas a soja apresentou redução na produtividade (Tabela 02 – C), provavelmente ocasionada pela baixa disponibilidade de água nos solos durante o mês de dezembro, período de crescimento vegetativo e perfilhamento das plantas (CARAMORI *et al.*, 2003), e também, pelos elevados valores de precipitação entre os meses de janeiro a março que proporcionaram altos índices de excedente hídricos no período da colheita.

No mês de dezembro a água disponível no perfil dos solos foi encontrada apenas nas profundidades superiores a 600 mm. O milho da 1ª safra plantado no mesmo período da soja nos municípios provavelmente deve ter apresentado queda na produção, mas como os dados disponíveis para consulta oferecem apenas os valores totais da safra anual, não foi possível identificar se isso realmente ocorreu, no entanto, o aumento da produtividade do milho para essa safra pode estar relacionado ao milho de 2ª safra, principalmente pelo comportamento edafoclimático marcado por uma maior disponibilidade de água nos solos ocasionado pela regularidade nas chuvas entre os meses de fevereiro a setembro (Figura 03 – C).

A safra de 2009/2010 apresentou a maior produção entre os anos analisados, seja para o milho, a soja ou o trigo (Tabela 02 – B, C e D). O comportamento edafoclimático durante o período dessa safra foi marcado pelo preenchimento total de água nos horizontes dos solos entre os meses de julho a fevereiro, o que proporcionou uma boa disponibilidade de água para as culturas durante todo o seu ciclo de desenvolvimento.

A cana-de-açúcar foi o único cultivo que apresentou queda de produtividade nessa safra, possivelmente proporcionada pelos altos índices de excedente hídrico, acima de 750 mm identificado durante o ano (GRAÇA, 2013).

Considerações finais

Entre os solos analisados nos municípios o Nitossolo e Latossolo Vermelhos Eutroférico foram os que exibiram as melhores condições estruturais, nutricionais e, conseqüentemente, alta capacidade de armazenamento de água, enquanto que os Argissolos e Latossolo Vermelhos Distrófico

apresentaram características estruturais mais fragilizadas devido às altas concentrações de areia total, que superou os 60%, exibindo uma baixa fertilidade e capacidade de armazenamento de água.

A caracterização da precipitação e temperatura do ar mostrou uma grande variabilidade entre os meses e suas respectivas médias mensais que pode ter favorecido o aumento da taxa de evapotranspiração em períodos com chuvas abaixo da média da região.

A partir de todo o levantamento e análise dos fatores que pode influenciar na variação do comportamento edafoclimático para os anos atípicos (seco e chuvoso) nos municípios, observou-se que as porções mais propensas a apresentar riscos quanto à queda de produtividade agrícola quando ocorrem valores pluviométricos abaixo ou acima da normal climatológica da região foi o noroeste de São Carlos do Ivaí (setor I), nordeste de Floraí (setor III) e norte dos dois municípios (setor IIb, IIc). Esse comportamento, independente do ano ser muito seco ou muito chuvoso, mostrou-se como um padrão delineado nos municípios, principalmente onde predominam os Argissolos e Latossolos Vermelhos Distrófico, que apresentaram as maiores ausências de água nos perfis em profundidade. Tal comportamento denota uma situação bastante crítica do ponto de vista edafológico nessas porções dos municípios, já que muitas plantas, dependendo da época de desenvolvimento, podem sofrer sérios danos que vão proporcionar queda na produtividade agrícola, assim como foi observado nos anos atípicos, que mostraram queda de produtividade em pelo menos um dos cultivos analisados.

Referências

- BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M.; REINERT, D. J. *Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio de Proctor*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, 2006, p. 605 – 614.
- BRAIDO, L. M. H.; TOMMASELLI, J. T. G. *Excedentes e deficiências hídricas no solo através de parâmetros edafoclimáticos para a produção de cana-de-açúcar no município de Teodoro Sampaio - SP - Brasil*. Revista GeoNorte, v. 3, 2012, p. 970-983,
- BRAIDO, L. M. H.; TOMMASELLI, J. T. G. *Parâmetros edafoclimáticos para determinação de deficiências e excedentes hídricos no solo para produção de cana-de-açúcar no município de Marabá Paulista*. In: XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: Uso e ocupação da terra e as mudanças das paisagens, Vitória - ES, 2013, p. 228-235.
- BRAIDO, L. M. H.; ZANDONADI, L.; SILVEIRA, H. *Análise da pluviosidade e da água disponível das principais classes de solos encontradas na bacia do Paranapanema III – PR*. In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, São Paulo, 2005.
- BRUNINI, O. *Zoneamento agrícola da cultura da cana-de-açúcar para o Brasil e estimativa da produtividade*. In: CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A. ROSSETTO, R.; SORATTO, R. P. *Tópicos em ecofisiologia da cana-de-açúcar*. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais (FEPAF), Botucatu – SP, 2010. p. 27-33.
- CARAMORI, P. H.; GONÇALVES, S. L.; FARIA, R. T. F. *Zoneamento Agrícola do Estado do Paraná*. Londrina: IAPAR, 2003. 76 p.
- CARVALHO, W. A.; MORAES, M. H.; PIEDADE, G. C. R.; BASSETO, J. L. *Condições hídricas de solos da fazenda experimental “Presidente Médici” – Botucatu*. Revista Científica, São Paulo, v.14 (1/2), 1986, p. 39-54.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. *Cartas climáticas do Paraná*. Londrina: IAPAR. 2000. CD ROM...

- CORRÊA, M. G. G.; SILVEIRA, H. *A variabilidade sazonal da precipitação pluviométrica nos municípios de São Carlos do Ivaí e Florai - PR*. In: XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: Dinâmicas Socioambientais, das Inter-Relações às Interdependências. Dourados - MS, 2011. 15p.
- EMBRAPA. *Manual de métodos de análises de solo*. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.
- EMBRAPA. *Mapa de Solos do Estado do Paraná*. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos: EMBRAPA: Solos e Florestas, 2007. 95p. (ISSN 1517-2627).
- FAGERIA, N. K.; STONES, L, F. *Qualidade do solo e meio ambiente*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. (Documento/Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644, 197).
- FONTES, E. F.; OLIVEIRA, L. B. *Disponibilidade de água de solos do norte de Minas Gerais, área de atuação da SUDENE*. EMBRAPA: Solos, Rio de Janeiro, 1982. 22p.
- GRAÇA, C. H. *Comportamento edafoclimático em anos atípicos (seco e chuvoso) nos municípios de São Carlos do Ivaí e Florai – PR*. 2013. 147f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2013.
- IPARDES. *Base de Dados do Estado*. 2012. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php>>. Acesso em 23 de abril de 2012.
- KIEHL, E.J. *Manual de edafologia: Relações solo-planta*. São Paulo: Ceres, 1979. 262p.
- KÖPPEN, W. *Climatologia. Com um estudio de los climas de la tierra*. In: IAPAR. *Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná*. Londrina, 1948. 41p.
- LEMONS, R. C.; SANTOS, R. D. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84p.
- LIBARDI, P. L. *Dinâmica da água no solo*. São Paulo: EDUSP, 2005, 335p.
- LIMA, J. J.; CORSINI, P. C.; POLITANO, W. *Condições hídricas de solos dispostos em uma topossequência no município de Rio Branco-Acre*. Revista Científica, Botucatu, (6), p.53-60, 1978.
- LUJÁN GARCIA, J. *Riego por Aspersión*. Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX/MOPU. Madrid, 1989.
- MINEROPAR. *Atlas Geológico do Estado do Paraná*. Curitiba. 2001. 125p. CD ROM...
- MONTEIRO, C. A. F. *O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas*. Série Teses e Monografias, nº28, São Paulo: USP/IGEOG, 1976. 54p.
- NAKASHIMA, P.; NÓBREGA, M. T. *Solos do Terceiro Planalto do Paraná*. In: I Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense. Maringá. 2003, p. 67-85,
- OMETTO, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1981, 425 p.
- ORTOLANI, A. A.; PINTO, H. S; PEREIRA, A. R.; ALFONSI, R. S. *Parâmetros Climáticos e a Cafeicultura*. Seção de Climatologia Agrícola: Instituto Agronômico da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. 1970. 27p.
- PEREIRA, A. R. *Simplificado o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather*. Bragantia, Campinas, v. 64, n. 2, 2005, p. 311-313.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P.C. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2002. 478 p.
- PEREIRA, A.R.; VILA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. *Evapo(transpi)ração*. Piracicaba: ESALQ, 1997. 183p.
- PINTO, H. S.; ALFONSI, R. R. *Estimativa das temperaturas médias, máximas e mínimas mensais no Estado do Paraná, em função de altitude e latitude*. Caderno de Ciências da Terra, v.52. 1974. 28p.
- RANZANI, G. *Marcha anual da água disponível no Solo*. ESALQ/USP, Centro de Estudos dos Solos, Piracicaba, São Paulo, 1971, 14 p.
- RIBEIRO, A. G. *A climatologia geográfica e a organização do espaço agrário*. Boletim de Geografia Teórica. Rio Claro, v. 23 (45/46), 1993, p. 34-38.
- SOUZA, D. M. P. *Hidrologia de solos*. 1966, 33f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP, Piracicaba, 1966.
- THORNTHWAITE, C. W. *An approach towards a rational classification of climate*. Geographical Review London, Nova Jersey, (38), 1948, p.55-94.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J.R. *The water balance climatology*. Centerion, v.8 (1), 1955, p.1 - 86.
- TOMMASELLI, J. T. G.; BRAIDO, L. M. H. *Deficiências e excedentes hídricos no solo através de parâmetros edafoclimáticos para a produção da cana-de-açúcar no município de Nantes*. In: XV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: Uso e ocupação da terra e as mudanças das paisagens, Vitória - ES, 2013, p. 30-35.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. *Hidrologia aplicada*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 1975. 245p.

ZANDONADI, L.; BRAIDO, L. M. H.; SILVEIRA, H. *Análise da pluviosidade e da água disponível das principais classes de solos encontradas na bacia do Paranapanema IV – PR*. In: Anais... XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, São Paulo, 2005.

ZANDONADI, L.; SILVEIRA, H.; BRAIDO, L. M. H.; BALDO, M. C. *Proposta de caracterização edafoclimática para determinar o risco de queda de safra na Bacia do Paranapanema IV - PR*. In: V Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Natal - RN, 2007.

(Recebido em 26-02-2018; Aceito em: 28-07-2018)