



BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL DAS CULTURAS INSERIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE PAULISTA¹

Gilmar Oliveira Santos², Fabiano Barbosa de Lima³, Luiz Sérgio Vanzela⁴

RESUMO

O balanço hídrico permite uma primeira avaliação na escala macro da disponibilidade hídrica no solo. Assim, este trabalho teve como objetivo determinar o balanço hídrico espacial da cultura como ferramenta ao planejamento hidro-agrícola e ambiental na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste Paulista. Os componentes do balanço hídrico da cultura (precipitação, evapotranspiração da cultura e capacidade de água disponível) com auxílio do software ArcView. A partir dos valores médios mensais ponderados, foi elaborado o balanço hídrico ponderado da cultura pelo método de Thornthwaite e Mather. A bacia apresenta nove meses de deficiência hídrica (abril a dezembro) e para manter uma produtividade agrícola, as práticas de irrigação estão limitadas por já possuírem 92,5% da vazão outorgável em uso, o que deixa evidente a criticidade da bacia hidrográfica onde se torna necessário um planejamento integrado.

Palavras-Chave: Gestão hídrica, Método Thornthwaite e Mather, SIG.

SPACE WATER BALANCE OF CULTURES INSERTED IN THE SANTA RITA WATER BASIN, NORTHWEST STATE OF SÃO PAULO

ABSTRACT

The water balance allows a first assessment of macro-scale water availability. Thus, this study aimed to determine the spatial water balance of culture as a tool for planning environmental and hydro-agricultural in Santa Rita Basin, Northwest State of São Paulo. The water balance components of culture (precipitation, evapotranspiration, and water holding capacity) use ArcView software. From the monthly average weighted, the culture fluid balance was developed by Thornthwaite and Mather methods. The basin presents nine months of water deficit. (april to december) and, in order to maintain agricultural productivity, irrigation practices are limited because they already present 92,5% of the flow grantable in use, which makes clear the critical watershed where necessitates an integrated planning.

Keywords: Water Management, Thornthwaite and Mather Methods, GIS.

¹ Parte do Trabalho de Conclusão de Curso do primeiro e segundo autor.

² Doutorando em Agronomia pela UNESP Jaboticabal. e-mail: gilmar_engambiental@yahoo.com.br.

³ Engenheiro Ambiental. e-mail: fbl_eng8@yahoo.com.br.

⁴ Doutor em Agronomia, Prof. Fundação Educacional de Fernandópolis. e-mail: lsvanzela@yahoo.com.br.

BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL DAS CULTURAS INSERIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE PAULISTA

INTRODUÇÃO

O conhecimento da necessidade e a disponibilidade da água no solo para as culturas agrícolas é a base para executar o planejamento hidro-agrícola e ambiental, priorizando o uso racional dos recursos naturais. Um dos métodos de se estimar a disponibilidade de água no solo é o balanço hídrico climatológico, que permite uma avaliação da variabilidade hídrica no solo (LIMA e SANTOS, 2009) é uma ferramenta essencial para se determinar o zoneamento agrícola de uma determinada área (REICHARDT, 1990).

Este planejamento é especialmente importante em regiões com grandes períodos de deficiência hídrica como é o caso da região noroeste paulista, que apresenta deficiência hídrica no solo entre os meses de julho a outubro (MARINHO, 2008; LIMA e SANTOS, 2009; SANTOS, HERNANDEZ e ROSSETTI, 2010).

Segundo Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002) a estimativa da quantidade de água no solo, leva em consideração as variáveis: precipitação, uso e ocupação do solo, vegetação existente e seu estágio de desenvolvimento, profundidade efetiva da raiz e o tipo de solo, podendo assim, definir a evapotranspiração da cultura e os períodos de deficiência e excedente hídrico.

Estudos voltados para grandes áreas onde pode existir grande variabilidade de solo, vegetação, precipitação, entre outros, é de fundamental importância o uso de ferramentas de Sistemas de Informação Geográficas (SIG) no intuito de facilitar o planejamento hidro-agrícola pelo manuseio de dados, obtenção dos resultados, confecção de mapas e análise espacial.

A espacialização dos dados do balanço hídrico tem por finalidade gerar informações mais precisas para determinada região auxiliando na classificação climática e no zoneamento

agrícola e ambiental, que por sua vez, permite a análise da variabilidade espacial e temporal das necessidades hídricas na bacia e o planejamento sustentável de grandes perímetros irrigados. Sendo assim, essa informação é imprescindível para fornecer subsídios as instituições públicas e privadas na elaboração de projetos agrícolas e ambientais e no planejamento integrado dos recursos hídricos na bacia hidrográfica.

Posse et al. (2009) apresentam que o município de Campos de Goytacazes, Norte do Rio de Janeiro, apresentou queda da produtividade total do mamoeiro (*Carica papaya* L.) de 19,7%, devido a redução no fornecimento hídrico (50% da evapotranspiração da cultura) de 33,2%, demonstrando a importância do uso de sistemas de irrigação nos períodos de estiagens para garantir a produção e as consequências da deficiência hídrica no solo, além da grande perda socioeconômica.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o balanço hídrico espacial da cultura da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo, como ferramenta ao planejamento hidro-agrícola e ambiental de sua ocupação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Bacia do Ribeirão Santa Rita, que compreende os municípios de Fernandópolis, Estrela d'Oeste, Vitória Brasil, Guarani do Oeste, Turmalina, Ouroeste e Populina, situados no Noroeste Paulista, com área total de aproximadamente 763 km², localizada na folha de articulação 22K entre as coordenadas E 546.000 m e N 7.752.000 m, e E 582.000 m e N 7.814.000 m (UTM/SAD69), representando 4,8% da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - Turvo/Grande (Figura 1).

BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL DAS CULTURAS INSERIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE PAULISTA

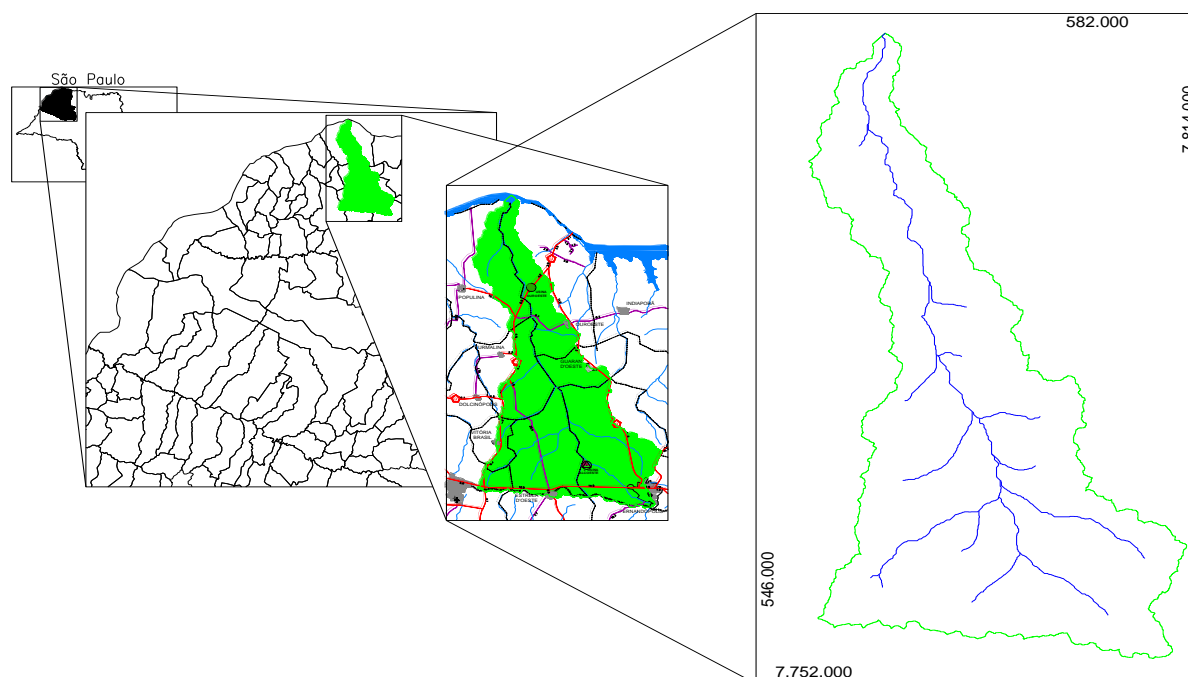


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita.

O clima da região segundo Koppen é tropical úmido, Aw, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso (ROLIM et al., 2007) e as características fisiográficas Covre, Serro Júnior e Vanzela (2008) estão apresentadas na Tabela 1.

O balanço hídrico espacial foi elaborado a partir da metodologia do balanço hídrico da cultura desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) utilizando técnicas de geoprocessamento, cujo fluxograma resumido está apresentado na Figura 2.

Tabela 1 Características fisiográficas e hidrológica da Bacia do Ribeirão Santa Rita.

Parâmetro	Resultado
Área de drenagem	763,92 km ²
Perímetro	247,00 km
Comprimento do leito principal	76,10 km
Comprimento total de cursos d'água	568,10 km
Fator de forma (Kf)	2,44
Densidade de drenagem	0,74 Km km ⁻²
Declividade média	4,67%
Elevação média	448,28 m
Vazão específica - Q _{esp}	0,0071 m ³ /s km ²
Vazão média de longo período / plurianual - Q	5,4104 m ³ /s
Vazão de permanência - Q _p ou Q _{95%}	1,7259 m ³ /s
Vazão mínima de 1 mês consecutivos com retorno em 10 anos - Q _{1,10}	1,4185 m ³ /s
Vazão mínima de 7 dias consecutivos com retorno de 10 anos - Q _{7,10}	1,1348 m ³ /s

BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL DAS CULTURAS INSERIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE PAULISTA

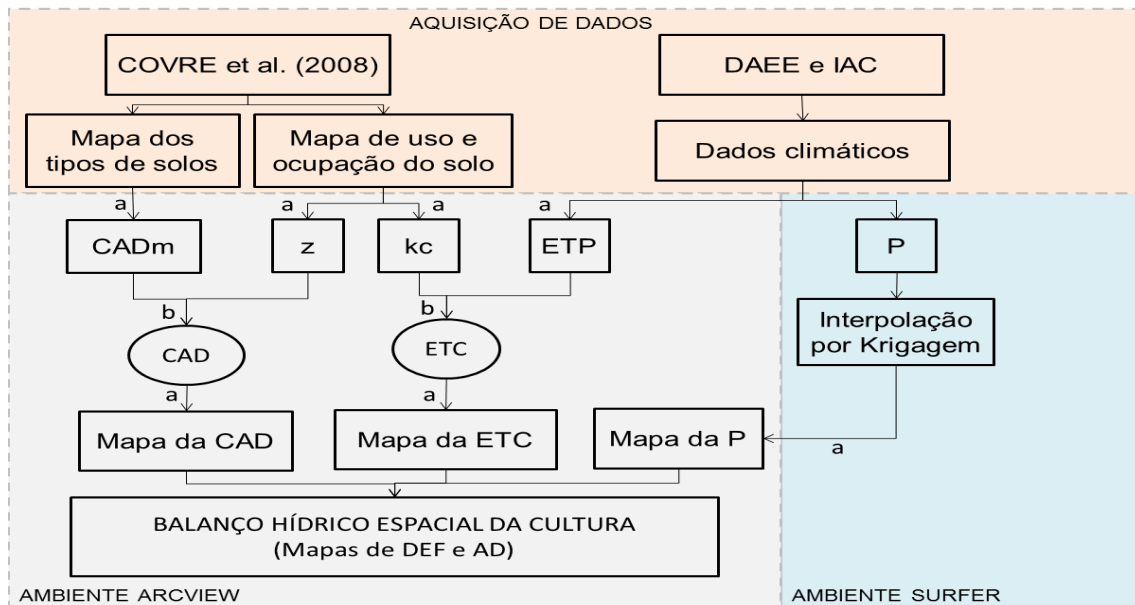
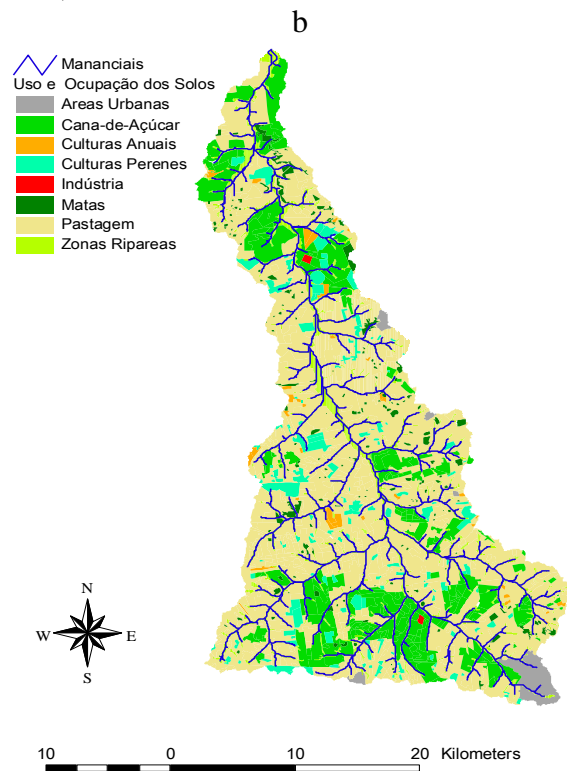
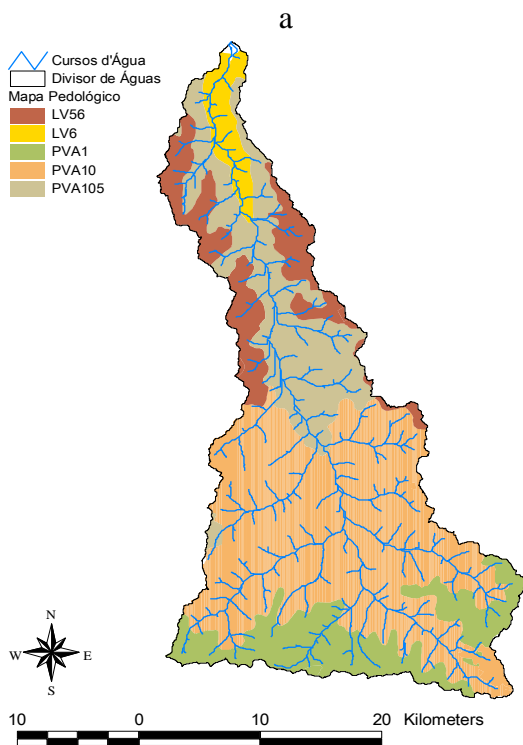


Figura 2. Fluxograma do balanço hídrico espacial da cultura.

Obs.: Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE); Instituto Agrônomo de Campinas (IAC); Capacidade de água disponível média (CADm); Profundidade efetiva do sistema radicular (z); Coeficiente de cultura (kc); Evapotranspiração potencial (ETP); Precipitação (P); Capacidade de água disponível (CAD); Evapotranspiração da cultura (ETC); Deficiência hídrica (DEF); Água disponível (AD); Geração de mapa por classificação (a); Geração do mapa por álgebra de mapas (b).

Os mapas pedológicos (Figura 3a) e do uso e ocupação do solo (Figura 3b) foram obtidos do trabalho desenvolvido por Covre, Serro Júnior e Vanzela (2008). A partir do mapa pedológico da bacia foi

obtido o mapa de capacidade de água disponível do solo (CADm) pela atribuição de valores conforme as médias recomendadas por Prado (2008) (Tabela 2).



BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL DAS CULTURAS INSERIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE PAULISTA

Figura 3. Mapa pedológico (a) e de uso e ocupação do solo (b) para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, sendo: PVA1 (Argissolos vermelho-amarelos eutróficos abruptos), PVA10 (Argissolos vermelho-amarelos eutróficos), PVA105 (Argissolos vermelho-amarelos eutróficos e distróficos), LV56 (Latosolos vermelhos distróficos e Latossolos vermelho-amarelos distróficos), LV6 (Latosolos vermelhos eutróficos e distroférricos).

Tabela 2. Valores adotados para capacidade de água disponível média (CADm).

Classe de solo	CADm (mm de água/cm de solo)
Latosolo Vermelho e Vermelhos-Amarelo	0,55
Argissolo Vermelho e Vermelhos-Amarelo	1,00

Fonte: Prado (2008).

Os mapas da profundidade efetiva do sistema radicular (z) e do coeficiente da cultura (kc) foram obtidos a partir do mapa de uso e ocupação do solo pela atribuição

de valores, respectivamente, conforme adaptações de Gomes (1997) e Allen et al. (1998) (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Valores de profundidade efetiva do sistema radicular (z).

Uso e ocupação dos solos	Profundidade efetiva do sistema radicular (cm)
Áreas construídas	0,0
Cana-de-açúcar	40,0
Culturas anuais	40,0
Culturas perenes	60,0
Matas	100,0
Pastagens	40,0
Zonas ripárias	100,0

Fonte: Gomes (1997) (Valores adaptados).

Tabela 4. Valores de coeficiente de cultura (kc).

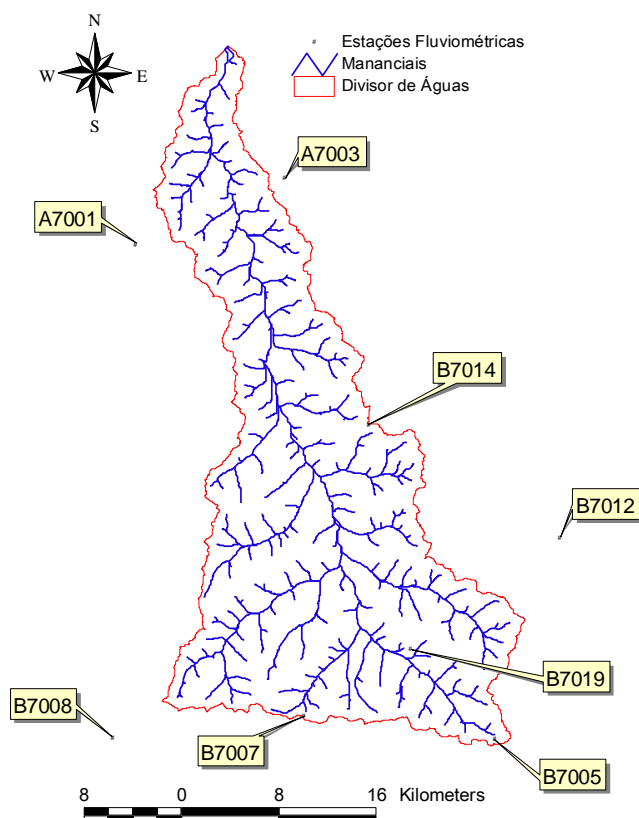
Uso e ocupação dos solos	Coefficientes médios adotados para as ocupações
Áreas construídas	0,1
Cana-de-açúcar	0,8
Culturas anuais	0,7
Culturas perenes	0,8
Matas	0,7
Pastagens	1,0
Zonas ripárias	1,0

Fonte: Allen et al. (1998) (Valores adaptados).

Para a elaboração dos mapas de precipitação total mensal, utilizou-se o histórico de dados de precipitação (P) do Departamento de Águas e Energia Elétrica

(DAEE) de algumas estações pluviométricas localizadas dentro e próximas à bacia (Figura 4).

BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL DAS CULTURAS INSERIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE PAULISTA



Estação	Município-Estado
Histórico de dados	Localização geográfica
B7-005	Fernandópolis-SP
1959 a 2004	E 578307,4 N 7755136,0
B7-019	Fernandópolis-SP
1964 a 2004	E 571376,3 N 7762543,0
B7-007	Estrela d'Oeste-SP
1958 a 1971	E 562651,8 N 7757043,5
B7-014	Guarani d'Oeste-SP
1959 a 2004	E 567967,5 N 7781000,9
A7-001	Populina-SP
1969 a 2001	E 548837,5 N 7795819,1
B7-008	Jales-SP
1959 a 2004	E 546981,9 N 7755256,1
B7-012	Macedônia-SP
1959 a 2004	E 583606,3 N 7771711,0
A7-003	Ouroeste-SP
1970 a 2000	E 561067,1 N 7801314,0

Figura 4. Localização das estações utilizadas como referência de dados de precipitação média mensal e evapotranspiração potencial média mensal.

Em seguida, calcularam-se as médias mensais a partir dos dados históricos para cada estação, sendo, posteriormente, gerados os mapas de precipitação média mensal por meio de Krigagem pelo modelo linear com o auxílio do software SURFER 6.0 e convertidos para um mapa temático com classes de variação de 25 mm. Para os dados de evapotranspiração potencial mensal (ETP) foi realizado a partir de dados obtidos somente da Estação B7-008 do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) localizada próxima a área urbana do município de Jales - SP, sendo os dados disponíveis de 1998 a 2000.

Após elaborados os mapas dos dados básicos, foram determinados os mapas da capacidade total de água disponível (CAD) e o da evapotranspiração da cultura média mensal (ETC). O mapa da CAD foi determinado pela multiplicação entre os mapas da "CADm" e do "z" e para o mapa da ETC multiplicou-se os valores de "kc"

pela ETP, ambos com o auxílio da ferramenta de cálculo de vetores do software ArcView 3.2. E, posteriormente, determinaram-se os valores de armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC) com o auxílio da mesma ferramenta de cálculo de vetores. Todos os mapas foram confeccionados com o auxílio do software ArcView 3.2.

RESULTADO E DISCUSSÃO

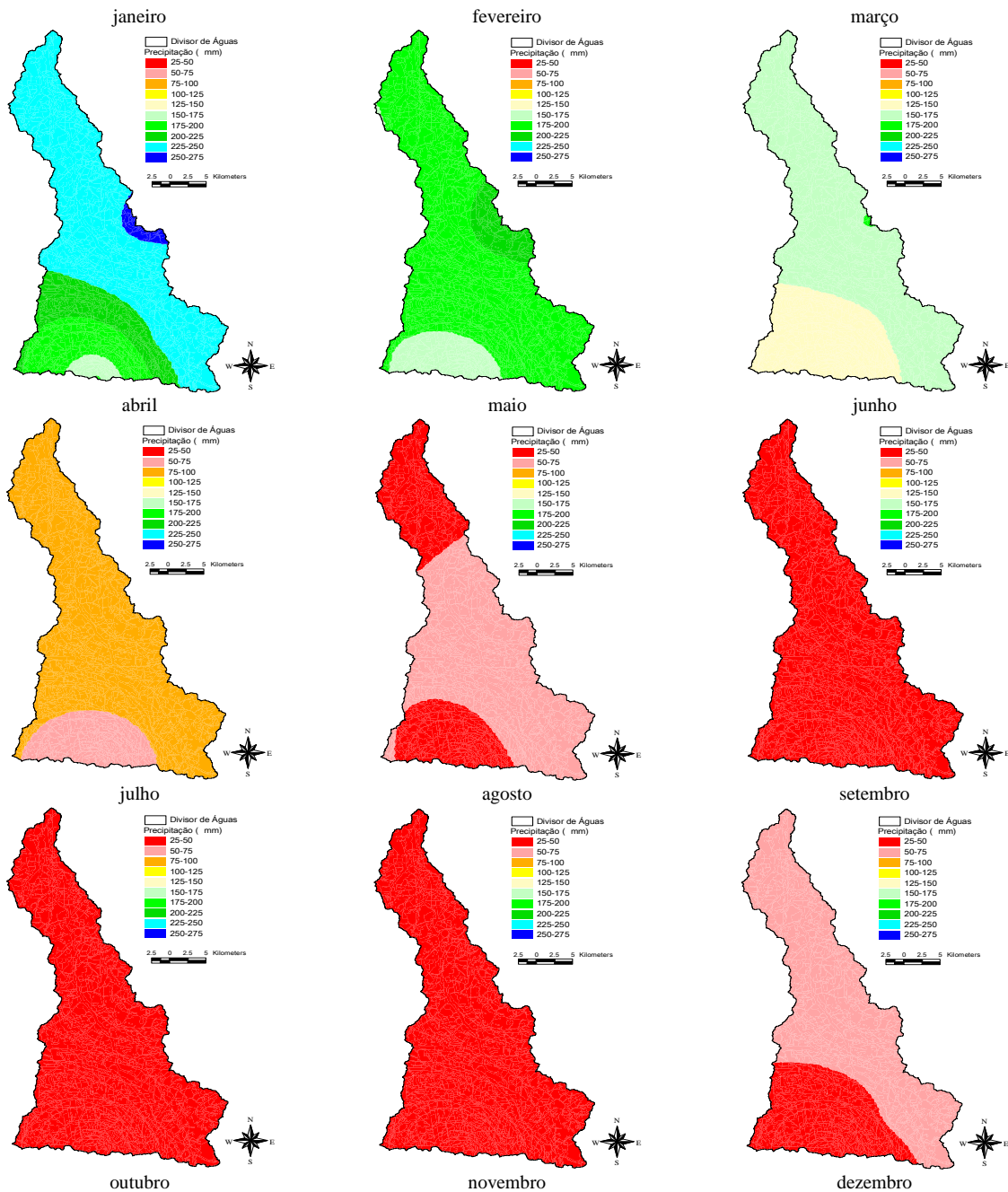
A Bacia do Ribeirão Santa Rita apresentou valor anual médio ponderado de 1.195 mm de precipitação concentrando nos meses de dezembro a março com um total acumulado de 698 mm (58,4% do total anual precipitado). Pode-se observar que a variação espacial da precipitação média mensal foi superior no mês de janeiro (mês de maior precipitação), onde os valores encontrados se distribuíram em

BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL DAS CULTURAS INSERIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE PAULISTA

5 classes de amplitudes diferentes de 25 mm de precipitação média mensal (Figura 5). Neste mês, a maior parte da bacia (66% da área total da bacia) recebeu precipitação média mensal de 225 a 250 mm.

Ainda pode-se observar que os outros meses que apresentaram maiores classes de precipitação média mensal

foram novembro e dezembro (precipitações médias mensais distribuídas em 4 diferentes classes). Isso demonstra uma tendência de que as primeiras chuvas da época das águas sejam mais desuniformes em relação a sua distribuição no espaço.



BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL DAS CULTURAS INSERIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE PAULISTA

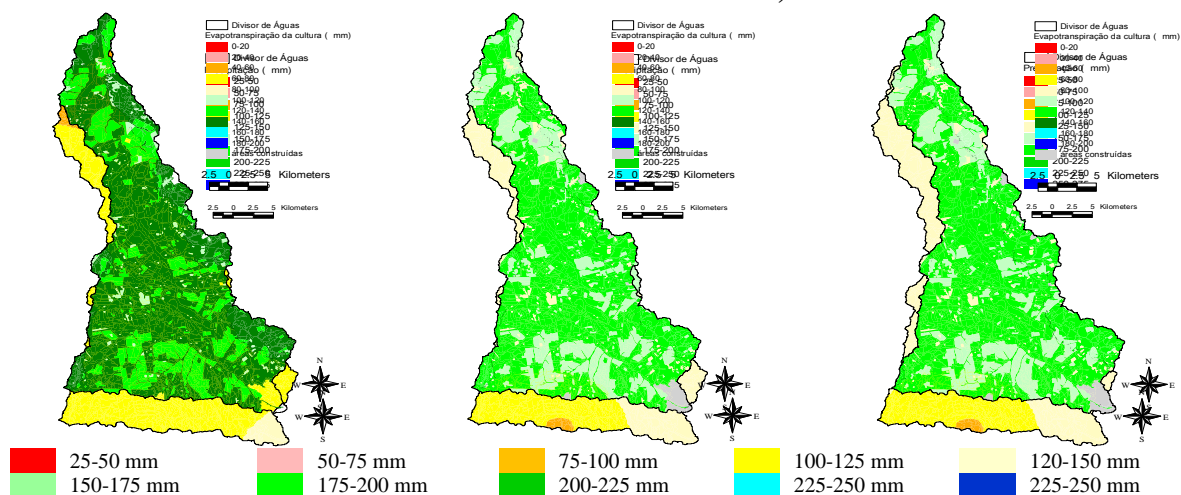


Figura 5. Variação espacial da precipitação na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita.

Os meses de menor precipitação média mensal foram de junho a agosto com valor médio entre 25 e 50 mm em 100% da bacia, fato este, que pode explicar a uniformidade na distribuição de chuvas mesmo em análise de dados históricos em diferentes anos, consequência da semelhança do posicionamento geográfico.

A irregularidade das chuvas afeta as épocas de início, duração e término das atividades agrícolas. A ausência da precipitação as culturas não irrigadas reduzem as atividades metabólicas e consequentemente a produtividade. Assim, a análise histórica e espacialização da precipitação auxiliam no planejamento das mesmas.

Na Figura 6 estão apresentados os resultados da variação espacial da evapotranspiração da cultura média mensal na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita.

A Bacia do Ribeirão Santa Rita apresentou valor anual médio ponderado de 1.304 mm da evapotranspiração da cultura. Pode-se observar que a variação espacial da evapotranspiração da cultura média mensal foi superior no mês de dezembro sendo a maior faixa de evapotranspiração da cultura de 100 a 180 mm distribuídas em 4 classes de amplitude diferentes de 20 mm em 73% da área.

De acordo com Santos, Hernandez e Rossetti (2010) a evapotranspiração é uma das ferramentas de auxílio no planejamento agrônomo por auxiliar no manejo racional da irrigação (quando e quanto irrigar) além de definir as lâminas.

Através da relação entre as médias ponderadas de evapotranspiração da cultura (k_c) pela evapotranspiração potencial (ETP), obteve-se o valor de coeficiente médio ponderado da cultura de 0,92 para a bacia hidrográfica do ribeirão Santa Rita.

BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL DAS CULTURAS INSERIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE PAULISTA

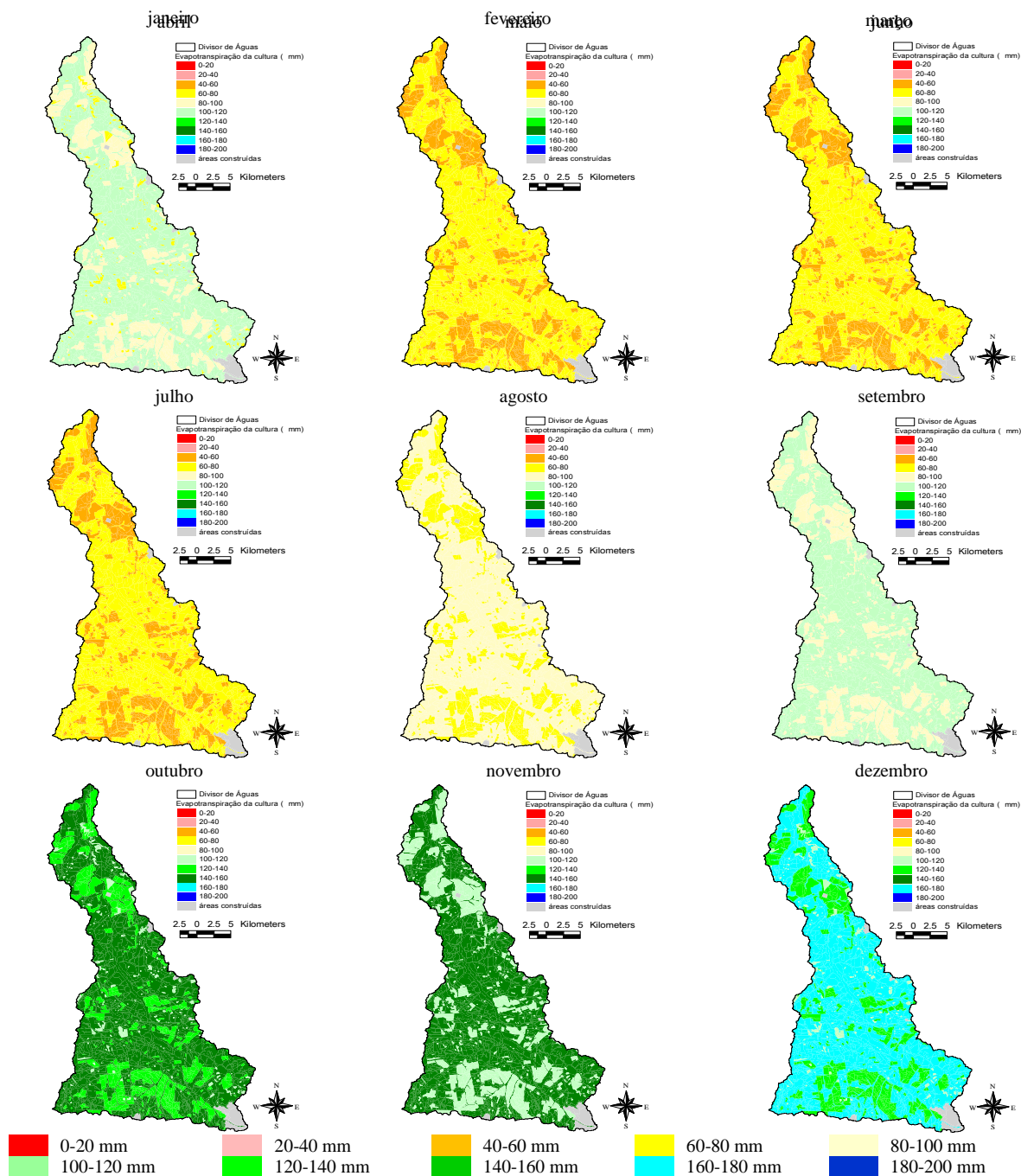


Figura 6. Variabilidade espacial da evapotranspiração da cultura na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita.

Na Figura 7 estão apresentados os mapas da variação espacial da água disponível no solo mensal na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita.

A Bacia do Ribeirão Santa Rita apresentou valor anual médio ponderado de 164 mm de água disponível no solo. Pode-se observar que nos meses de janeiro, fevereiro e março caracterizaram-se com variação de 90 a 100% da CAD em 94,5 a 98,5% da área total. Os meses de menor

valor de água disponível no solo foram de junho a dezembro, sendo que em 42,6 a 86,9% da área total apresentou variação de 0 a 10% da CAD, sendo outubro o mês mais crítico (86,9% da área).

Os meses que apresentaram menor disponibilidade de água para as culturas de pastagens e cana-de-açúcar foram de julho a outubro com variação de 0 a 10% da CAD acima de 99% da área. Para as áreas ocupadas por culturas anuais e

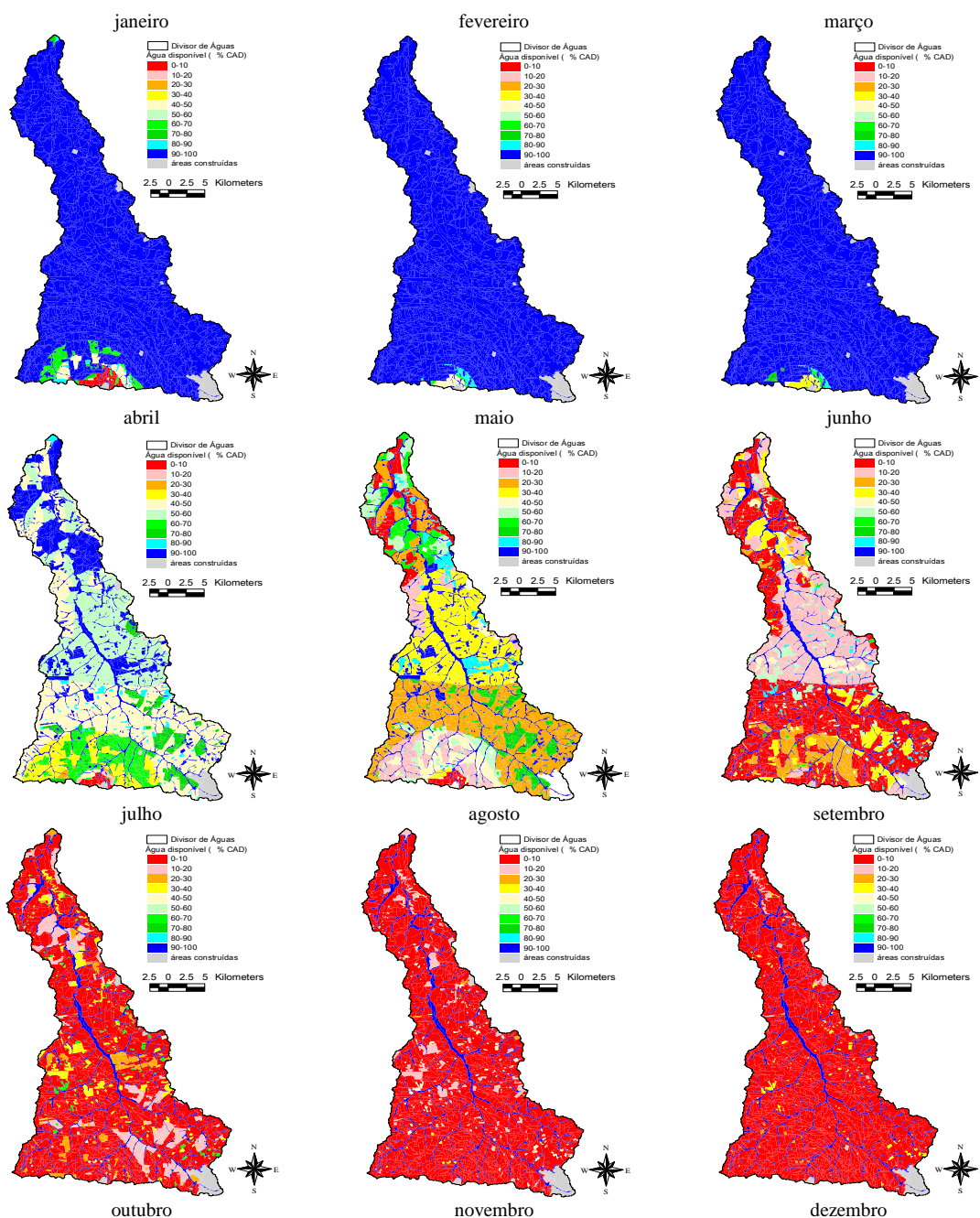
BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL DAS CULTURAS INSERIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE PAULISTA

culturas perenes, houve a mesma variação se registrou em apenas dois meses (setembro e outubro), acima 76% da área.

Os meses de baixa disponibilidade de água as culturas (0-10% da CAD) vão de encontro com os meses de início do ciclo das forrageiras na região (setembro e outubro), as quais compõem 60,3% da área total da bacia hidrográfica (pastagem). Este

fato implica na queda de produtividade devido a má germinação das mesmas.

A determinação dos meses com indisponibilidade de água no solo auxilia no manejo das culturas tanto quanto na irrigação. A espacialização destes dados serve como uma ferramenta de auxílio no planejamento das atividades, sendo que na prática, cada cultura deve se ter um manejo específico.



BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL DAS CULTURAS INSERIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE PAULISTA

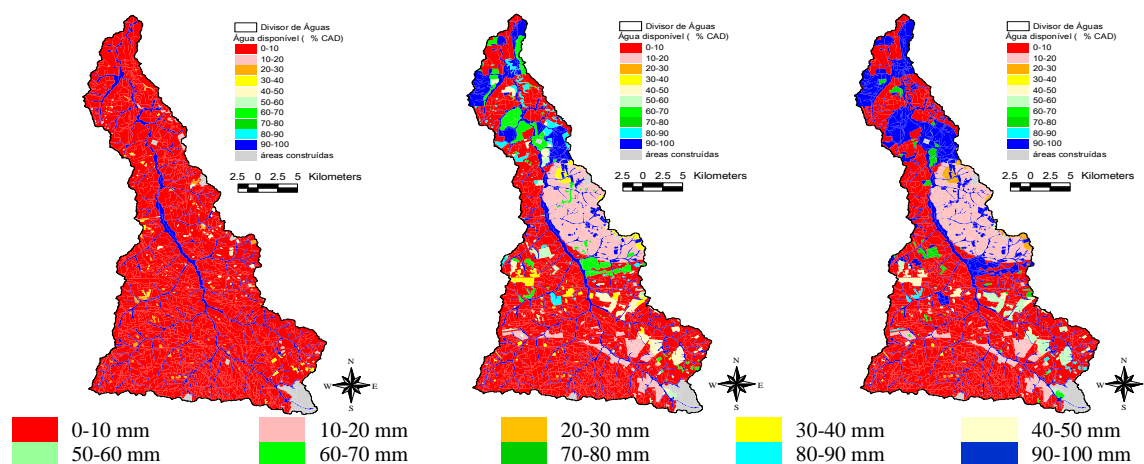


Figura 7. Variabilidade espacial da água disponível no solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita.

A Figura 8 apresenta os resultados da variação espacial da deficiência hídrica média mensal na bacia do Ribeirão Santa Rita.

A Bacia do Ribeirão Santa Rita apresentou valor anual médio ponderado de 227 mm de deficiência hídrica. Pode-se observar que nos meses de janeiro, fevereiro e março 100% da área com deficiência hídrica com variação de 0 a 10 mm, todavia o período de julho a setembro, registraram as maiores deficiências no solo sendo de 30 a 70 mm, em 40 a 63% da área, sendo agosto o mês mais crítico, o que correspondeu a 4 classes de amplitudes de 10 mm de deficiência hídrica. As maiores faixa de variação de deficiência hídrica foram obtidas no período de transição entre final e início do período chuvoso, sendo abril e setembro e outubro, respectivamente.

As ocupações de pastagens, cana-de-açúcar, zonas ripárias e culturas anuais foram as que apresentaram as maiores porcentagens de áreas com elevados valores de deficiência hídrica no mesmo

mês, sendo agosto, com os respectivos valores 99% (60-70 mm), 99% (40-50 mm), 82% (50-60 mm) e 80% (30-40 mm).

De acordo com o Reichardt (1990), Castro Neto (2003) e Hernandez et al. (2003) a indisponibilidade hídrica as culturas, influencia negativamente no crescimento e desenvolvimento das plantas, além de resultar em perda de turgescência, fechamento dos estômatos e consequentemente menor produtividade, assim, com nove meses de deficiência hídrica mais profunda (abril a dezembro), a bacia hidrográfica compromete o crescimento e o desenvolvimento das culturas por cultivo de sequeiro, o que acarreta em “prejuízos” aos produtores que não possuem sistemas de irrigação para suprir a deficiência hídrica no solo.

De acordo com Machado et al. (2009) as culturas em condições de deficiência hídrica tende a diminuir a perda de água devido ao fechamento parcial dos estômatos, evitando a redução do potencial de água na planta (Ψ).

janeiro

fevereiro

março

BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL DAS CULTURAS INSERIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE PAULISTA

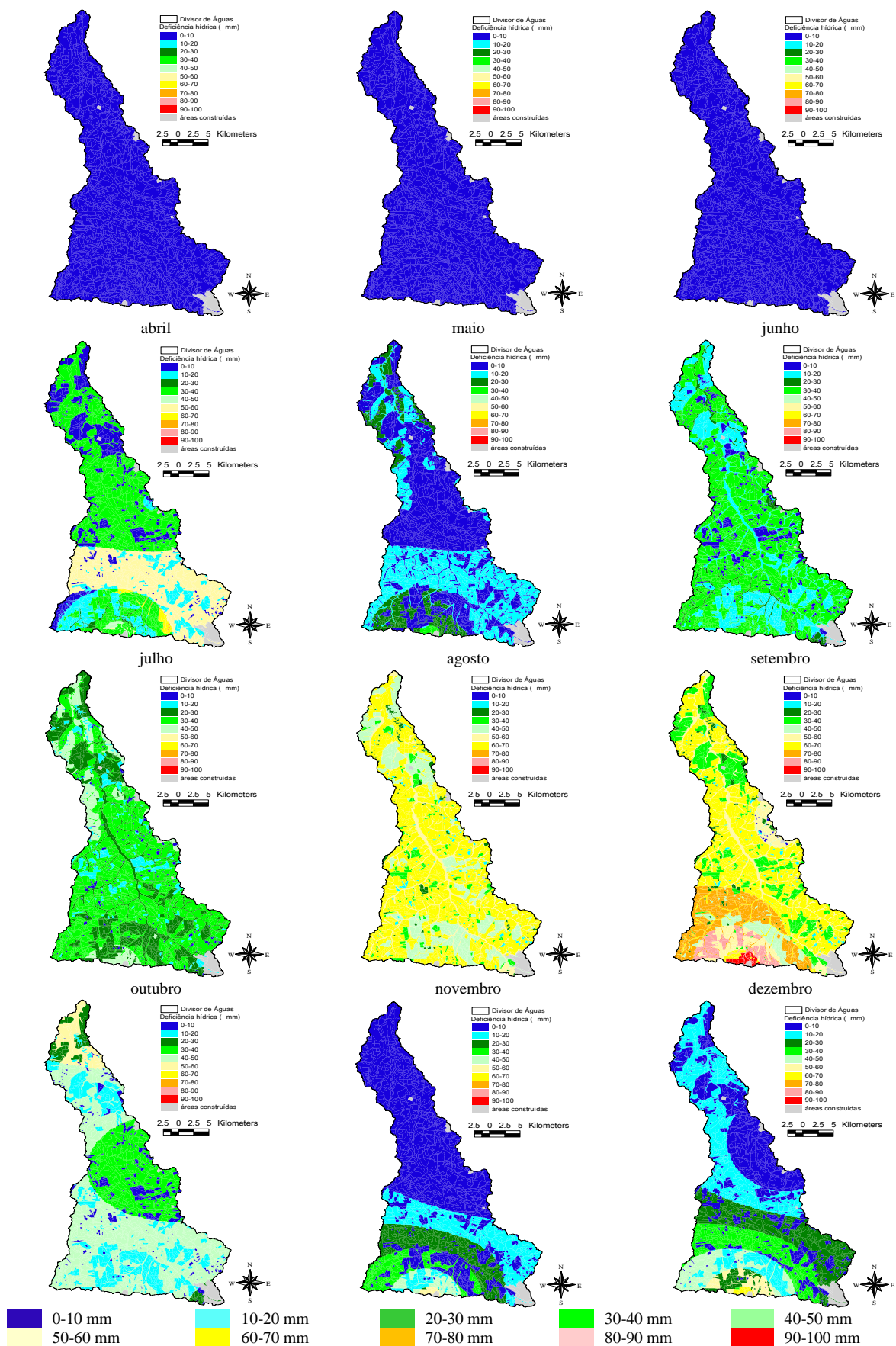


Figura 8. Variabilidade espacial da deficiência hídrica no solo na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Rita.

BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL DAS CULTURAS INSERIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE PAULISTA

A baixa disponibilidade hídrica afeta negativamente o crescimento dos cultivos agrícolas (MACHADO et al., 2009), por afetar o crescimento das culturas, floração, enchimento dos grãos além de comprometer o período vegetativo, em função do decréscimo da área foliar e da biomassa. Essas reduções das atividades metabólicas das culturas resultam na menor produtividade agrícola. Essa queda de produtividade é variável para cada tipo de cultura e a intensidade de estresse hídrico a qual é submetida.

Os períodos hídricos mais crítico de qualquer cultura se assemelha com as épocas de desenvolvimento das mesmas, com o aumento da área foliar e o consumo de energia devido a troca de gases com a atmosfera.

Estes resultados evidenciam a influência significativa da irregularidade da distribuição da precipitação na quebra de rendimento das culturas agrícolas de grande importância econômica para a região, podendo chegar a 99% (cana-de-açúcar e culturas perenes).

Marinho (2008) determinando o balanço hídrico espacial para o município de Fernandópolis e Lima e Santos (2009) para a região noroeste paulista, ambos obtiveram resultados de deficiência hídrica em época e quantidade semelhantes.

A bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita consiste em uma área dependente do cultivo de sequeiro uma vez que a vazão outorgável encontra-se saturada. Com os longos e severos períodos de deficiência hídrica no solo torna a área de estudo altamente comprometida, uma vez que se torna dependente da agricultura irrigada.

CONCLUSÕES

A bacia se caracterizou por apresentar nove meses de deficiência hídrica afetando o crescimento e o

desenvolvimento das culturas e consequentemente quebra de produtividade agrícola.

A bacia possui potencial de uso hídrico de 0,56 m³/s, sendo que deste total 0,52 m³/s já se encontra outorgado, ou seja, 92,9% do permitido (46,5% da Q_{7,10}) colocando-a área em estágio crítico em relação a implantação de novas áreas irrigadas.

Através da caracterização da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica, fica evidente a importância de um planejamento integrado dos recursos hídricos como ferramenta de auxílio na tomada de decisão aos projetos de irrigação, além de propor um zoneamento agrícola a fim de assegurar de perdas agrícolas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration** - Guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 1998. 297 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- CASTRO NETO, M. T. Efeito do déficit hídrico na transpiração e resistência estomática da mangueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP. v. 25, n.1, p. 93-95, , 2003.
- COVRE, L.; SERRO JUNIOR, M.; VANZELA, L. S. Recursos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Rita. **Revista UNIVERSITAS**, Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis (SP), v. 4, n. 1, 2008.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. Regionalização hidrológica do Estado de São Paulo. **Revista Águas e Energia Elétrica**, n. 14, 1988.
- GOMES, H. P. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados**,

BALANÇO HÍDRICO ESPACIAL DAS CULTURAS INSERIDAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA RITA, NOROESTE PAULISTA

aspersão e gotejamento. 2^o ed. Campina Grande: UFPA, 1997. 390 p.

HERNANDEZ, F. B. T.; SOUZA, S. A. V.; ZOCOLER, J. L.; FRIZZONE, J. A. Simulação e efeito de veranico em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d'Oeste, Estado de São Paulo. Jaboticabal, **Engenharia Agrícola**, v. 23, n. 1, p. 21-30, 2003.

LIMA, F. B.; SANTOS, G. O. **Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo**. 2009. 89 f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis-SP, 2009.

MACHADO, R. S.; RIBEIRO, R. V.; MARCHIORI, P. E. R.; MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E. C.; LANDELL, M. G. de A. Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.12, p.1575-1582, 2009.

MARINHO, M. A. **Balanço hídrico espacial para o município de Fernandópolis - SP**. 2008. 34f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade Camilo Castelo Branco, Campus Fernandópolis, 2008.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba (SP): Agropecuária, 2002. 478 p.

POSSE, R. P., BERNARDO, S.; SOUSA, E. F.; PEREIRA, M. G.; MONNERAT, P. H.; GOTTARDO, R. D. Relação entre a produtividade do mamoeiro e o déficit hídrico (ky) na região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 13, n. 2, p. 158-164, 2009.

PRADO, H. **Pedologia fácil: aplicações na agricultura**. 2. ed. rev. amp. Piracicaba (SP), 2008.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. Barueri (SP): Manole, 1990.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 3, p. 142-149, 2010.