



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

RECURSOS HÍDRICOS NO SUL DE MINAS: EVOLUÇÃO E TENDÊNCIAS

Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido⁽¹⁾; Adriana Ferreira de Moraes Oliveira⁽²⁾; Washington Bruno Pereira⁽³⁾; José Reinaldo da Silva Cabral de Moraes⁽¹⁾; Guilherme Henrique Expedito Lense⁽³⁾; Geraldo Gomes Júnior⁽⁴⁾; Rômulo Eduardo Bernardes da Silva⁽⁴⁾

(1) Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal) na área de Agrometeorologia, Departamento de Ciências Exatas – UNESP Jaboticabal São Paulo, E-mail: lucas-aparecido@outlook.com; (3) Discente da Engenharia Agrônômica, IFSULDEMINAS Campus Muzambinho. (2) Mestranda em Administração – UNESP Jaboticabal São Paulo. (4) Professor do IFSULDEMINAS Campus Muzambinho.

RESUMO – A escassez dos recursos hídricos tem preocupado a população mundial nos últimos anos. A população mundial necessita de água para geração de energia, abastecimento público, irrigação e produção de alimentos. Assim, objetivou-se estudar a tendência de evolução dos elementos hídricos no Sul de Minas Gerais, Brasil. Para desenvolvimento deste trabalho foram utilizados dados de temperatura mínima e máxima, totais pluviométricos mensais e os componentes do balanço hídrico no período 1965 a 2015. Os dados foram obtidos junto a Estação Meteorológica do INMET. O balanço hídrico foi realizado segundo Thornthwaite e Mather. A precipitação pluviométrica, o excedente hídrico e o armazenamento de água no solo foram os elementos hídricos que demonstraram reduções nos níveis. A deficiência hídrica, juntamente com a evapotranspiração potencial e a temperatura do ar evidenciaram elevados acréscimos em todo período.

Palavras-chave: Modelagem. Variabilidade Climática. Climatologia.

ABSTRACT - The scarcity of water resources has concerned the world's population in recent years. The world's population needs water for power generation, public water supply, irrigation and food production. Thus, it aimed to study the trend of evolution of water elements in southern Minas Gerais, Brazil. For the development of this work were used data of maximum and minimum temperatures, monthly rainfall totals and the water balance components in the period 1965 to 2015. Data were obtained from the Meteorological INMET Station. The water balance was performed according to Thornthwaite and Mather. The rainfall, the water surplus and water storage in the soil were water elements that demonstrated reductions in levels. Water stress, along with the potential evapotranspiration and the air temperature showed high increases in every period.

Key Words: Modeling. Climate Variability. Climatology.

Introdução



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

A demanda mundial para a produção de alimentos aumenta paulatinamente a taxas elevadas. A população precisa de água para diversos fins, como geração de energia, abastecimento público, irrigação e produção de alimentos na agricultura. As alterações climáticas, assim como a variabilidade tem preocupado os pesquisadores (IPCC, 2007), pois tem promovido à redução dos recursos hídricos em diversos locais. Alterações climáticas, sem dúvida, têm papel relevante no ciclo hidrológico e na quantidade de água (TUNDISI, 2008).

Conhecer a variabilidade dos elementos hídricos, assim como suas tendências de evolução, é extremamente importante de julgamento para realizar a caracterização dos valores médios dos elementos meteorológicos que mais influenciam o desenvolvimento vegetal (BURIOL et al., 1974). As condições climáticas, principalmente as hídricas, influenciam diretamente as atividades humanas (APARECIDO, 2016), sendo seu conhecimento crucial para um bom desenvolvimento do agronegócio (SÁ JÚNIOR, 2012).

Uma forma eficiente de representar as condições hídricas do ambiente no sistema solo-planta-atmosfera é por meio do balanço hídrico climatológico. Conceitualmente, o balanço hídrico é a contabilização da água em uma superfície vegetativa. Os modelos de balanço hídrico foram desenvolvidos para fins climatológicos, nas décadas de 1940 (THORNTHWAITE, 1948) e 1950 (THORNTHWAITE e MATHER, 1955). Os mesmos são úteis para caracterizar as condições climáticas predominantes nas regiões, além de avaliar as possíveis variabilidades climáticas.

Assim, objetivou-se estudar a tendência de evolução dos elementos hídricos no Sul de Minas Gerais, Brasil.

Material e Métodos

Este estudo foi desenvolvido utilizando uma série climática da região Sul de Minas Gerais, localidade de Lavras (latitude: 21° 14' 43" S e longitude: 44° 59' 59" W), com altitude média de 919 metros. Localidade com grande expressividade da região e elevada produção de grãos. A classificação climática predominante na região de acordo com a metodologia de Thornthwaite (1948) é B_{3r}B'_{3a}' (clima úmido e mesotérmico - com pequena deficiência hídrica no inverno).

Foram utilizados inicialmente dados de temperatura máxima e mínima do ar (°C) e a precipitação pluviométrica (mm) do período de 1965 a 2015 (50 anos), obtidos junto ao bando de dados do INMET (2016). A temperatura média do ar (Tar) foi calculada pela média simples $((x_1 + x_2)/2)$ entre a temperatura máxima e a mínima diária.

Utilizando a metodologia proposta por Thornthwaite (1948) estimou-se a evapotranspiração potencial (ETP) (Equações 1 a 5).

(1)

(2)

(3)



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

(4)

(5)

sendo, T_a : temperatura média do ar mês "n" ($^{\circ}$ C); I: índice térmico anual ou índice de calor anual; i_n : índice térmico do mês "n"; a: constante térmica; PET: evapotranspiração de referência (mm mensal^{-1}), ET' : valor calculado de PET sem correção; N: fotoperíodo (horas) de acordo com a latitude local.

Com os dados de Tar e ETP calculou-se o balanço hídrico climatológico sequencial diário para a região, utilizando-se da metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955) (Equações 6 a 11). A capacidade de água disponível (CAD) utilizada foi igual a 100 mm, uma vez que representa a maioria dos solos da região.

(6)

(7)

(8)

(9)

(10)

(11)

em que, PET é a evapotranspiração potencial (mm); WC é capacidade de água disponível (mm); STO é o armazenamento de água no solo (mm); NAC = Sum precipitação - evapotranspiração potencial; P é precipitação (mm); DEF é a deficiência de água no sistema solo-planta-atmosfera (mm); AET é evapotranspiração real (mm); SUR é excedente de água no sistema solo-planta-atmosfera (mm); ALT é o armazenamento de água no solo do mês atual - de armazenamento de água no solo do mês anterior (mm) e, i é o período mensal.

Utilizando-se de análises de séries temporais avaliou-se a evolução e a tendência dos recursos hídricos e climáticos.

Resultados e Discussão

A temperatura do ar da região evidenciou uma tendência de aumentos ao longo dos anos (Figura 1). A tendência climática é uma alteração no clima caracterizada por um suave acréscimo ou decréscimo nos valores médios no período de registro. A temperatura máxima, mínima e média do ar demonstraram valores médios de 26,19; 14,25 e 20,22 $^{\circ}$ C, respectivamente, sendo que ambas tem uma tendência de aumento em torno de 0,03 $^{\circ}$ C a cada ano, considerado um valor elevado.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

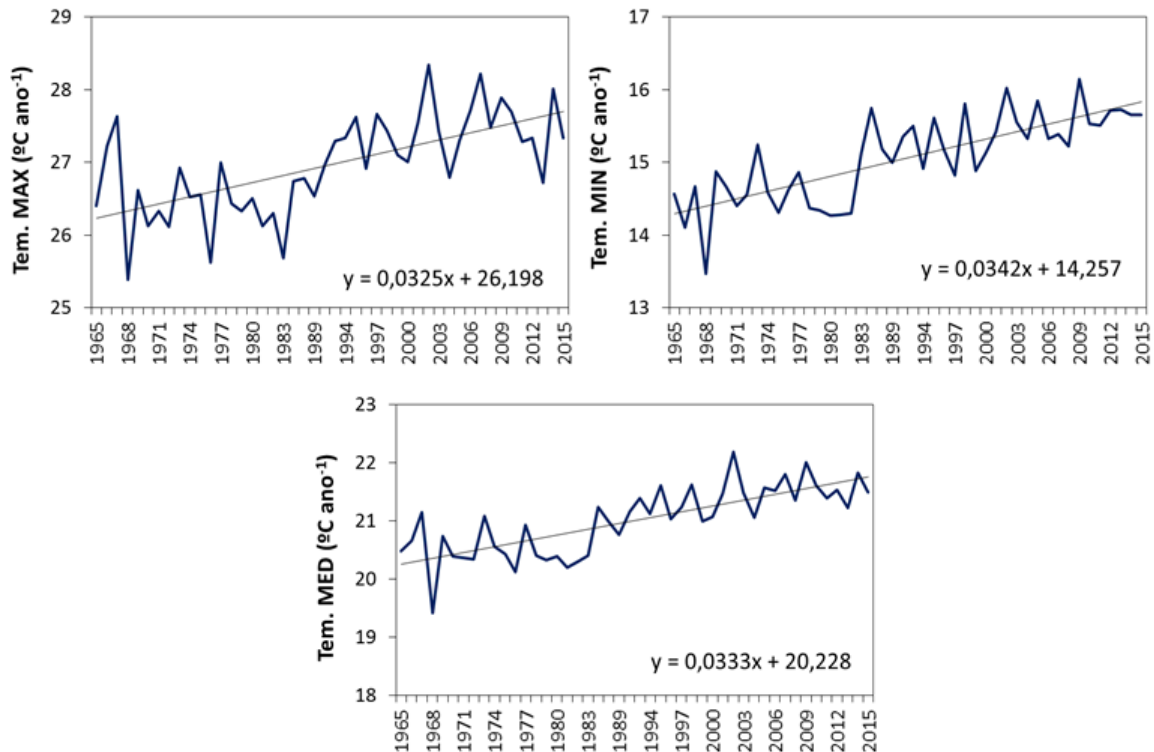


Figura 1. Evolução da temperatura do ar máxima, mínima e média no período de 1965-2015 na região Lavras, Sul de Minas.

A precipitação pluviométrica, também conhecido por chuva, apresentou uma tendência de redução do volume precipitado (Figura 2). O índice pluviométrico médio anual foi de $1518,4 \text{ mm ano}^{-1}$, acompanhado de uma redução anual de $-3,71 \text{ mm ano}^{-1}$. Esse valor é considerado alto, uma vez que passado sem anos haverá uma redução de 371 mm da precipitação anual. Por sua vez, a evapotranspiração potencial, variável que representa a quantidade de água perdida à atmosfera, tem demonstrado um elevado aumento, evidenciando que a retirada de água do sistema solo-planta-atmosfera está maior.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 pocos.com.br

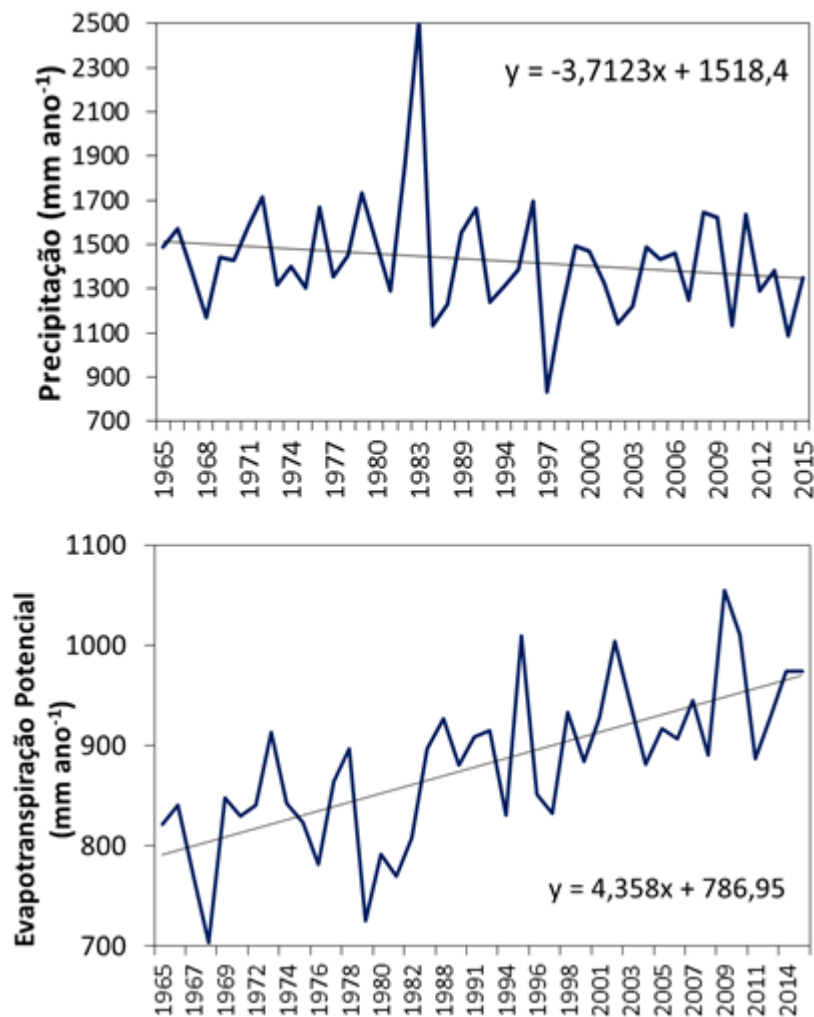


Figura 2. Evolução da precipitação pluviométrica (entrada de água) e evapotranspiração potencial (saída de água) no período de 1965-2015 na região Lavras, Sul de Minas.

A deficiência hídrica é uma das melhores formas de avaliar o ambiente em função das condições hídricas. Conceitualmente, o déficit hídrico corresponde à quantidade de água que os cultivos deixam de evapotranspirar, devido à falta de solução no solo (APARECIDO et al., 2015).

A deficiência hídrica, um dos elementos hídricos mais importantes para os cultivos (MARTINS et al., 2015), demonstrou uma grande elevação. De maneira geral, houve um aumento médio em torno de 120 mm ano^{-1} em todo o período, sendo a sensibilidade média de $3,47 \text{ mm}$ por cada ano (Figura 3). Enquanto que, o excedente hídrico evidenciou uma redução no período, em torno de $-5,55 \text{ mm ano}^{-1}$. A redução do excedente hídrico não é desejável, pois é o mesmo que realiza a reposição dos lenções freáticos, assim como o abastecimento dos aquíferos.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

Atualmente, o excedente hídrico médio anual está em torno de 410 mm ano⁻¹ (Figura 3).

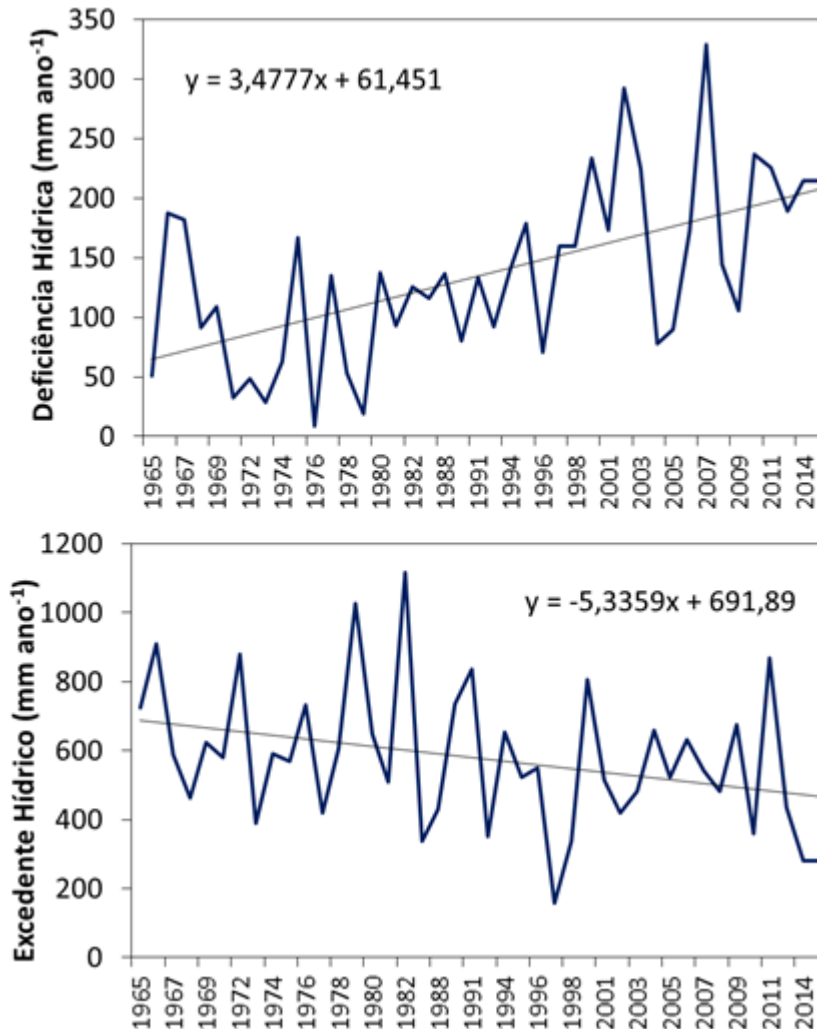


Figura 3. Evolução da deficiência hídrica e excedente hídrico anual no período de 1965-2015 na região Lavras, Sul de Minas Gerais.

O armazenamento de água no solo (ARM) evidenciou uma tendência de diminuição no decorrer dos anos. Isso não é interessante, pois o ARM corresponde à água que se encontra disponível no ambiente. O ARM médio para a região do Sul de Minas Gerais foi de 74,34 mm ano⁻¹ e a sensibilidade da tendência de redução foi de -0,44 mm a cada ano. O menor ARM da série hidroclimática analisada ocorreu no ano de 2007, na qual foram observados valores de ARM de aproximadamente 40 mm (Figura 4).



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 pocos.com.br

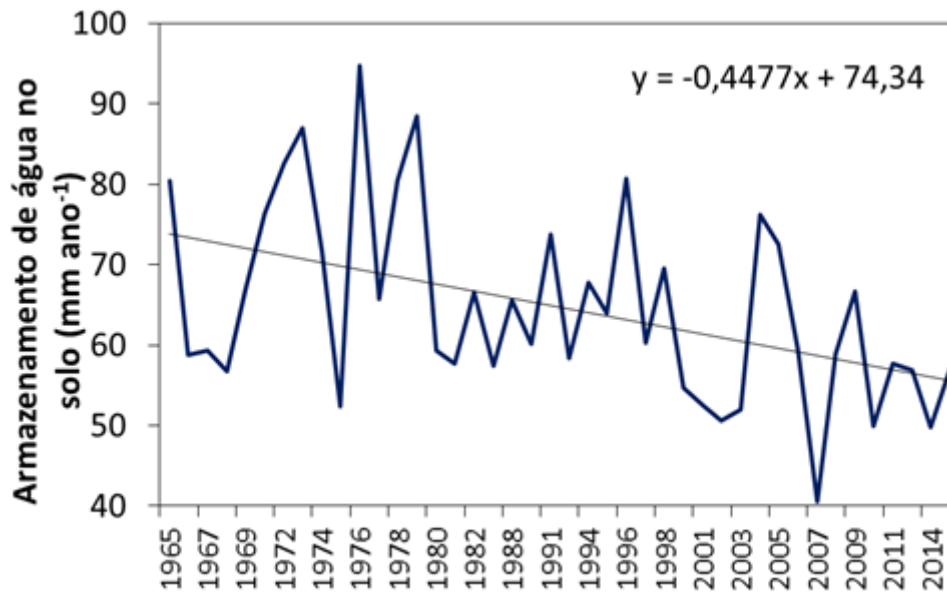


Figura 4. Tendência do armazenamento de água no solo anual no período de 1965-2015 na região Lavras, Sul de Minas.

Conclusão

A precipitação pluviométrica, o excedente hídrico e o armazenamento de água no solo foram os elementos hídricos que demonstraram elevadas reduções na região do Sul de Minas Gerais. Por sua vez, a deficiência hídrica, a evapotranspiração potencial e a temperatura do ar evidenciaram elevados acréscimos no período avaliado. Assim, comprova-se que os recursos hídricos estão ficando mais escassos.

Referências

APARECIDO, L.E.O; ROLIM, G.S.; SOUZA, P.S. Sensitivity of newly transplanted coffee plants to climatic conditions at altitudes of Minas Gerais, Brazil. [Australian Journal of Crop Science](#). v.9, n.2, p:160 – 167, 2015.

APARECIDO, A. Modelos agrometeorológicos para previsão da produtividade e qualidade de bebida natural do cafeeiro. 2016. 101p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; BONO, L. Tendência temporal da precipitação pluvial anual no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 3, p. 111-113, 1995.

BURIOL, G. A; FERREIRA, M.; ESTEFANEL, V. Variabilidade das temperaturas médias mensais e estacionais do ar no estado do Rio Grande do Sul. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, v.4, n.3, p. 271-294, 1974.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.meioambiente.pocos.com.br

IPCC. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution on the Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report. Summary for Policymakers. 2007.

MARTINS, E.; APARECIDO, L. E. O.; SANTOS, L. P. S.; MENDONÇA, J. M. A.; SOUZA, P. S. Influência das condições climáticas na produtividade e qualidade do café produzido na região do Sul de Minas Gerais. *Coffee Science*, Lavras, v. 10, n. 4, p. 499 - 506, out./dez. 2015.

SÁ JÚNIOR, A. Aplicação de classificação de Koppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais. 2009. 101p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, Engenharia de Água e Solo) – Universidade Federal de Lavras, MG.

THORNTHWAITE, C.W. An approach towards a rational classification of climate. *Geographical Review*, London, v.38, p.55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. *The Water Balance*. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v.8, n.1).

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos avançados*, v.22, n.63, 2008.