

BALANÇO HÍDRICO CLIMÁTICO PARA A MESORREGIÃO NORTE DE MINAS GERAIS UTILIZANDO O CENÁRIO B1 DO ECHAM5-OM

M.AV. SILVA¹, E.C., OLIVEIRA², R.A. RODRIGUES³, F.J. BARBOSA⁴

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi comparar e estabelecer o Balanço Hídrico Climatológico Atual e de Projeções Futuras para a Mesorregião Norte de Minas Gerais, fornecidas pelo modelo avançado ECHAM5-OM, de Circulação Acoplado Oceano-Atmosfera, com resolução 1.875°x1.875°. Utilizou-se uma série histórica de 32 anos de precipitação pluviométrica e temperatura média do ar (1972-2004) para caracterização atual do clima e outra série de 26 anos (2004 - 2020) para projeções futuras do cenário A1B do modelo ECHAM. A capacidade de armazenamento de água foi de 100 mm. Para a determinação das variáveis meteorológicas: evapotranspiração potencial, evapotranspiração real, deficiência e excesso hídrico, utilizou-se do método do balanço hídrico climatológico segundo Thornthwaite e Mather (1955). O modelo ECHAM-OM projetou alterações de baixa magnitude no excedente e deficiência hídricos para o balanço hídrico total, e de média magnitude no excedente hídrico para o primeiro trimestre do ano. **PALAVRAS-CHAVE:** Balanço Hídrico, modelo ECHAM5-OM.

CLIMATE WATER BALANCE FOR THE NORTH REGION OF MINAS GERAIS USING THE SCENARIO B1 OF ECHAM5 - OM

ABSTRACT: The aim of this work was to compare and establish the water balance and the future projections for Mesorregion of the North of **Minas Gerais**, the results were obtained through the coupled ocean-atmosphere model simulation (ECHAM5-OM) with resolution of 1.875°x1.875°. It was used a third-two years historical series of the average air temperature (1972-2004) to the current characterization of climate and was used a twenty-six years historical series (2004 - 2020) to future projections of the scenery A1B of the ECHAM5-OM model. It was used a water storage capacity of 100 mm. For the determination of the meteorological variables: Potential Evapotranspiration, actual evapotranspiration, deficiency and water deficit, was used the THORNTHWAITE & MATHER (1955) method to estimate the water balance. The ECHAM-OM model designed low-magnitude changes in the water deficiency and surplus for total water balance, and average magnitude of surplus water in the first quarter of the year. **KEY WORDS:** water balance, ECHAM5-OM model.

INTRODUÇÃO

O balanço hídrico climatológico é uma das várias técnicas de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo em escala regional. A partir do suprimento de água no solo, (via precipitação ou irrigação), da demanda atmosférica e da capacidade de água disponível, o

¹Prof. UNEB, Doutorando em Meteorologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, DEA, Campus Universitário, Viçosa, MG, CEP 36570-000. Tel (31) 3899-1901, e-mail: maavsila@uneb.br;

²Doutorando em Meteorologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, DEA, Campus Universitário, Viçosa, MG;

³Doutorando em Meteorologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa - UFV; Professor Substituto do Departamento de Geografia UFV;

⁴ Prof. Adjunto, Universidade Federal de Viçosa, DEA, Campus Universitário, Viçosa, MG.

balanço hídrico fornece estimativas da evapotranspiração real, da deficiência, do excedente hídrico e do armazenamento de água no solo. O balanço hídrico assim calculado torna-se um indicador climatológico da disponibilidade hídrica em uma região (PEREIRA et al., 1997), o que é fundamental no planejamento das atividades agrícolas.

Para AGUILAR et al. (1986) os resultados de um balanço hídrico podem ser úteis no processo de zoneamento agroclimático de uma região, cálculo da demanda potencial de água das culturas irrigadas, definição de prioridades no planejamento de pesquisas ou, ainda, no conhecimento do regime hídrico.

Os modelos globais de clima do IPCC têm mostrado que entre 1900 e 2100 a temperatura global poderá aumentar de 1,4°C a 5,8°C, o que representa um aquecimento mais rápido do que aquele observado no século XX e que, aparentemente, não possui precedentes durante, pelo menos, os últimos 10.000 anos. Modelos globais projetam o aumento da temperatura do ar, ainda com algum grau de incerteza, essas possíveis mudanças nos extremos climáticos, como ondas de calor, ondas de frio, chuvas intensas, enchentes, secas, e mais intensos e/ou frequentes furacões e ciclones tropicais e extratropicais (MARENGO, 2006). Desse modo o objetivo deste trabalho foi comparar e estabelecer o balanço hídrico climatológico atual e de projeções futuras para a mesorregião norte de Minas Gerais, fornecidas pelo modelo avançado ECHAM5-OM.

METODOLOGIA

A área de estudo compreende a mesorregião norte de Minas Gerais (Figura 1). Utilizou-se uma série histórica de 32 anos de precipitação pluviométrica e temperatura média do ar (1972-2004) para caracterização atual do clima e outra série de 26 anos (2004 - 2020) para projeções futuras do cenário A1B do modelo ECHAM5-OM, de circulação acoplada oceano-atmosfera, com resolução de $1,875^{\circ} \times 1,875^{\circ}$. A escolha do modelo foi determinada por representar de forma realística a circulação meridional do Atlântico. Mais informações sobre o modelo podem ser encontradas em MARSLAND et al. (2003).

Para a determinação das variáveis meteorológicas: evapotranspiração potencial, evapotranspiração real, deficiência e excesso hídrico, a partir do cenário A1B do modelo ECHAM, foi realizado o balanço hídrico, pelo método de Thornthwaite-Mather (1955) através do programa "BHnorm" elaborado em planilha eletrônica por ROLIM e SENTELHAS (1999), adotando-se uma capacidade de água disponível (CAD) de 100mm.



Figura 1. Mesorregiões geográfica do Estado de Minas Gerais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **Tabela 1** apresenta os valores das variáveis utilizadas na determinação do balanço hídrico tais como: **precipitação** e **evapotranspiração**, para o período de 1972 a 2004 (clima atual). A precipitação total anual foi de **1086 mm/ano**, sendo que os meses de maio, junho, julho, agosto e setembro registraram os menores índices pluviométricos 21, 5, 5, 8 e 23 mm, respectivamente, provocando longos períodos de estiagem na região. A falta de chuva e o clima seco da região neste período proporcionaram a redução do nível de água armazenado no solo, contribuindo para o déficit hídrico nos respectivos meses analisados, sendo 40, 52, 60, 82 e 94 mm/mês, Essa é uma característica de clima do tipo tropical onde cerca de 90% das precipitações ocorrem entre outubro a março e os demais 10% de abril a setembro.

Os meses de novembro, dezembro e janeiro, apresentaram-se com uma maior concentração de chuva, sendo registrado um excedente hídrico em ambos os meses, após o processo de recuperação da capacidade de armazenamento do solo. A mesorregião do norte de Minas apresenta uma evapotranspiração potencial total anual de **1276 mm/ano**, sendo o que o mês de outubro apresenta o maior valor de evapotranspiração com **132 mm/mês**. Os meses de menores índices de evapotranspiração potencial foram registrados nos meses de junho e julho com 70 e 73 mm/mês, respectivamente.

Observa-se na tabela 2 que o total de precipitação projetada pelo modelo ECHAM-OM foi 27 mm inferior ao total médio anual precipitado no período de 1972 a 2004. Enquanto no clima atual o total precipitado foi de 1059 mm anual, é esperado para o clima futuro o total de 1086 mm/ano. O total acumulado da deficiência hídrica no período de 2004 a 2020 foi de 193 mm, sendo os meses de abril a outubro com maior deficiência hídrica. O excedente hídrico anual totaliza 193 mm compreendendo os meses de dezembro a março.

Tabela 1. Balanço hídrico de 1972-2004.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	25	192	121	72	0	100	0	121	0	72
Fev	25	144	115	28	0	100	0	115	0	28
Mar	25	119	124	-5	-5	95	-5	124	0	0
Abr	25	55	108	-53	-58	56	-39	94	14	0
Mai	23	21	88	-68	-126	28	-27	48	40	0
Jun	22	5	70	-65	-191	15	-14	19	52	0
Jul	22	5	73	-68	-258	8	-7	12	60	0
Ago	24	8	95	-87	-345	3	-4	12	82	0
Set	26	23	120	-96	-441	1	-2	25	94	0
Out	26	106	132	-26	-467	1	0	107	26	0
Nov	25	191	114	78	-24	78	78	114	0	0
Dez	24	216	116	100	0	100	22	116	0	78
Totais		1086	1276				0	907	368	178
Média	24	90	106					76		

Sendo: T é a temperatura média do mês; P é a precipitação média do mês, ETP é a evapotranspiração potencial, P-ETP é a diferença entre a coluna precipitação e a evapotranspiração, NEG.AC é o negativo acumulado de água no solo, ARM é o armazenamento de água no solo, ALT é a alteração entre o ARM do mês atual e o ARM do mês anterior, ETR é a evapotranspiração real, DEF é a deficiência e EXC é o excedente hídrico.

Tabela 2. Projeções de 2004-2020 através do modelo ECHAM-OM.

Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG-AC	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	24	230	114	116	0	100	0	114	0	116
Fev	24	171	103	67	0	100	0	103	0	67
Mar	24	116	109	7	0	100	0	109	0	7
Abr	23	28	93	-65	-65	52	-48	75	17	0
Mai	22	7	77	-69	-134	26	-26	33	43	0
Jun	20	2	58	-57	-191	15	-11	13	45	0
Jul	20	4	62	-58	-249	8	-7	10	51	0
Ago	23	16	84	-68	-317	4	-4	20	64	0
Set	26	43	124	-81	-398	2	-2	45	79	0
Out	26	96	141	-45	-443	1	-1	96	44	0
Nov	25	143	127	16	-176	17	16	127	0	0
Dez	24	204	119	85	0	100	83	119	0	2
Totais		1059	1211				0	866	345	193
Média	24	88	101					72		

Sendo: T é a temperatura média do mês; P é a precipitação média do mês, ETP é a evapotranspiração potencial, P-ETP é a diferença entre a coluna precipitação e a evapotranspiração, NEG.AC é o negativo acumulado de água no solo, ARM é o armazenamento de água no solo, ALT é a alteração entre o ARM do mês atual e o ARM do mês anterior, ETR é a evapotranspiração real, DEF é a deficiência e EXC é o excedente hídrico.

Através dos produtos gráficos (Figuras 2 e 3) nota-se uma pequena tendência de apenas 6% na diminuição da deficiência total anual (ETP-ETR) na evolução entre o clima atual (média de 1972-2004) e o clima futuro estimado (2004-2020). Para esse período, de

abril a outubro, é notório a demanda do manejo de irrigação com lâminas totais para os perímetros irrigados da Mesorregião do Norte de Minas Gerais, com ênfase no mês de setembro no qual o aumento da deficiência chega a 15%. Já para o total da água que sofre percolação profunda ou escoamento superficial vê-se uma tendência de variação positiva de aproximadamente 8%. Neste caso, quando a análise se concentra no trimestre jan-fev-mar, fora do período dos cultivos irrigados, a variação sobe para quase 50%, segundo a projeção climática do modelo ECHAM-OM.

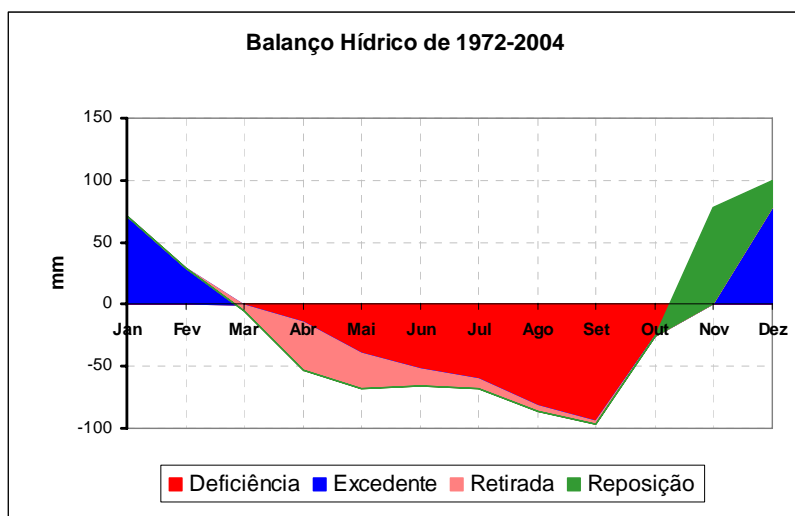


Figura 2. Balanço Hídrico na Mesorregião Norte de Minas Gerais no período de 1972 a 2004.

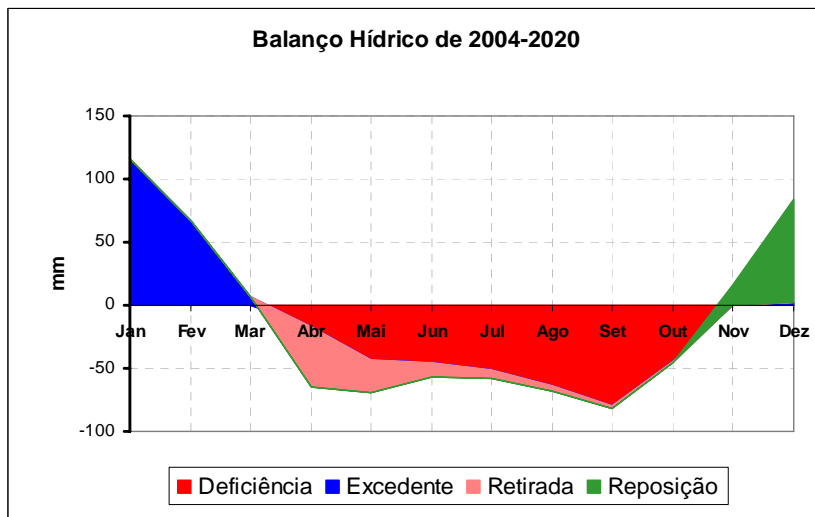


Figura 3. Balanço Hídrico na Mesorregião Norte de Minas Gerais no período de 2004 a 2020 através do ECHAM-OM.

Nota-se pouca alteração no total excedente hídrico, bem como, na deficiência com a projeção climática do modelo ECHAM-OM. Porém, os resultados do balanço hídrico climático demonstraram que o período de excedente hídrico concentra-se mais nos meses de janeiro e fevereiro nas projeções do modelo ECHAM-OM, sendo que o mês de setembro

apresenta as maiores valores de deficiência hídrica, tanto na condição atual como nas projeções futuras.

CONCLUSÃO

A projeção climática do modelo ECHAM-OM definiu alterações no balanço hídrico da Mesorregião Norte de Minas Gerais para os próximos 10 anos de baixa magnitude no excedente hídrico e na deficiência, em termos de balanço total anual, e de média magnitude no excedente hídrico para balanço do primeiro trimestre do ano. Os resultados dessa projeção contribuirão para o entendimento da tendência do regime hídrico regional, bem como serem úteis para o processo de zoneamento agroclimático da região, cálculo da demanda potencial de água das culturas irrigadas e definição de prioridades no planejamento de pesquisas.

AGRADECIMENTOS: Ao projeto ESSENCE liderado por Wilco Hazeleger (KNMI) and Henk Dijkstra (UU/IMAU), que foi conduzido com o suporte da DEISA, HLRS, SARA and NCF (por meio do projeto NCF NRG-2006.06, CAVE-06-023 and SG-06-267). Especial agradecimento ao DEISA Consortium (www.deisa.org, EU, FP6 projects 508830 / 031513). Os autores também agradecem a Andreas Sterl (KNMI), Camiel Severijns (KNMI), e ao pessoal do HLRS e SARA pelo suporte técnico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, D.J., KRUKER, R.J.M., CALHEIROS, R. de O, et al. **Determinação da evapotranspiração potencial e balanço hídrico de região da Grande Dourados**. Dourados: EMBRAPA – UEPAE, 150 p., 1986.
- MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA: 2006.
- MARSLAND, S.; HAAK, H.; JUNGELAUS, J.; LATIF, M.; RÖSKE, F. **The Max-Planck-Institute global ocean/sea ice model with orthogonal curvilinear coordinates**, Ocean Modeling, 5, 91-127, 2003.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 104p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1), 1955.
- PEREIRA, A. R., VILLA NOVA, N. A., SEDIYAMA, G. C. *Evapo(transpi)ração*. Piracicaba: FEALQ, 183 p., 1997
- ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C. Planilha no ambiente Excel para o cálculo Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite-Mather (1955). **BHnorm v5.0**. Departamento de Física e Meteorologia ESALQ-USP, 1999.