



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Diferentes cenários de aumento do ar para o estado de Mato Grosso para cultivo de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, primeira aproximação¹

*Cátia Cardoso da Silva*²; *Orlando Pereira Nalon*³; *Adilson Pacheco de Souza*⁴

¹ Parte de trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Engenharia Florestal UFMT, 2013.

² Engenharia Florestal, Mestranda em Ciências Ambientais, Instituto de Ciências Naturais Humanas e Sociais, UFMT, Sinop –MT, Fone: (66) 3531-1663, catisilvaforestal@gmail.com

³ Engenheiro Florestal, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, UFMT, Sinop – MT.

⁴ Engenheiro Agrícola, Prof. Adjunto, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, UFMT, Sinop – MT, pachecoufnt@gmail.com

RESUMO: Objetivou-se com o este trabalho delimitar áreas de aptidão climática para a implantação do *E. grandis* no estado de Mato Grosso nos diferentes cenários de aumento de temperatura obtidos no IPCC-AR4. Os dados meteorológicos foram coletados nas Estações Meteorológicas Automáticas (EMAs) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), distribuídas em 19 municípios do estado de Mato Grosso. A partir da série de dados foram obtidos as médias mensais, variâncias, desvio padrão e totais acumulados para as variáveis que definem o balanço hídrico climatológico. Considerou-se o coeficiente de cultura de eucalipto (K_c) de 0,95 e capacidade de água disponível (CAD) 100 mm. Para efeito de simulação, foram confeccionados novos dados, para cálculos de novos balanços hídricos, de temperaturas com valores incrementados de 2°C, 3°C e 4,5°C, visando acompanhar os cenários futuros de acordo com o IPCC-AR4. A partir dos novos valores de temperatura, as evapotranspirações foram recalculadas. Com o aumento da temperatura evidenciou-se várias condições desfavoráveis para o cultivo de *E. grandis*, como baixos valores de índices hídricos e alta evapotranspiração. No cenário mais crítico previsto pelo IPCC (+4,5°C), quase todas as regiões se tornam inaptas para o cultivo da espécie florestal, pois, o período com índices não favoráveis são extensos, ocasionando perda de produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: mudanças climáticas; climatologia florestal, séries históricas

Different scenarios air increase for the state of mato grosso for the cultivation of *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden first approach

ABSTRACT: The objective of this work to delimit the areas of climate suitability for the implementation of the *E. grandis* in the state of Mato Grosso in the different temperature rise scenarios in the IPCC-AR4 obtained. Meteorological data were collected from the Automatic Weather Stations (EMAs) of the National Institute of Meteorology (INMET), distributed in 19 municipalities in the state of Mato Grosso. From the series of data were obtained monthly averages, variance, standard deviation and cumulative totals for the variables that define the climatic water balance. It was considered eucalyptus culture coefficient (K_c) of 0.95 and water holding capacity (DAC) 100 mm. For simulation purposes, new data were made to calculations of new water balances, temperatures with enhanced values of 2 °, 3 ° C and 4.5 ° C, aiming to cope with future scenarios according to the IPCC AR4,. From the new temperature values, the evapotranspiration were recalculated. With increasing temperature evidenced several unfavorable conditions for cultivating *E. grandis*, such as low levels of water and high evaporation rates. In the most critical scenario predicted by the IPCC (+ 4.5 ° C), most regions become unfit for the cultivation of forest species, for the period with unfavorable ratios are extensive, resulting in lost productivity.

KEY WORDS: climate changes, forest weather, historical series



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



INTRODUÇÃO

Segundo o IPCC-AR4 projeta-se um aumento de temperatura global entre 2°C a 4,5°C, a estimativa mais realista fala em aumento médio de 3°C, assumindo que níveis de dióxido de carbono se estabilizem 45% acima da taxa atual. E em relação às causas da mudança de clima, é “muito provável” (até 90% de probabilidade) que as atividades humanas, lideradas pela queima de combustível fóssil são as principais causas do aumento da temperatura da atmosfera desde meados do século XX (MARENGO; VALVERDE, 2007).

Com a elevação na temperatura do ar há consequentemente aumento na capacidade do ar em reter vapor d'água e tende a ocorrer alterações nas demandas hídricas e/ou componentes do ciclo hidrológico, em escalas locais (superfícies vegetadas), regionais (bacias hidrográficas) e globais. Em resposta a essas alterações, os ecossistemas vegetais poderão aumentar sua biodiversidade ou sofrer influências negativas. Nesse sentido, pode ocorrer aumento na atividade fotossintética, visto que as reações de catalisação enzimáticas podem ser aceleradas, causando a perda de atividade das enzimas, e consequentemente, a perda de tolerância da planta ao calor (ASSAD et al., 2004)

Plantações florestais têm um horizonte de planejamento de longo prazo e um longo período entre a necessidade de investimento e a realização de lucro, e o balanço hídrico se torna uma perspectiva importantes para tomada de decisões para o aumento da eficiência produtiva.

Atualmente o *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden., é bastante utilizado em plantios florestais comerciais por apresentar rápido crescimento em altura e diâmetro consequentemente altas taxas de incremento volumétrico, boa forma de fuste, desrama natural, pouca casca e elevado percentual de cerne possibilitando o múltiplo uso da madeira, como fabricação de polpa e papel, lenha, moirões, construções rurais, produção de madeira serrada, e fabricação de painéis. E a espécie florestal necessita pelo menos de 500 mm (litros/m²) acumulados em um ano, para sua sobrevivência (DARROW, 1983; CROMER et al., 1993). Para atingir produtividade razoável, a região deve ter índice pluviométrico superior a 1000 mm. Joavanovic e Booth (2002) afirmam que as exigências climáticas do *E. grandis* são: precipitação anual de no mínimo 900 mm e no máximo 3.730 mm, com no máximo 5 meses sem chuvas, a temperatura média mensal de no mínimo 0°C e máximo 34°C e temperatura média anual de 25°C.

O impacto das mudanças climáticas globais pode afetar o setor florestal brasileiro, diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar as áreas de aptidão climática para a implantação do *E. grandis* no Estado de Mato Grosso, nos diferentes cenários de aumento de temperatura obtidos no IPCC-AR4.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados meteorológicos foram coletados nas Estações Meteorológicas Automáticas (EMAs) da Rede Nacional de Monitoramento do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), distribuídas em 19 municípios do estado de Mato Grosso (Figura 1). A partir da série de dados horários, foram obtidos os valores diários e posteriormente, as médias mensais, variâncias, desvio padrão e totais acumulados para as variáveis que definem o balanço hídrico climatológico, conforme proposta de Thornthwaite e Mather (1955). Segundo a classificação de Köppen, em Mato Grosso prevalecem os climas Tropical (Aw) e Tropical de Altitude (Cwa), sendo que em ambos, ocorrem claramente a definição das estações seca (maio a setembro) e chuvosa (outubro a abril) (Souza et al., 2013).

Tabela 1 – Estações meteorológicas automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), em 19 municípios do Estado de Mato Grosso.

Cidade	Código	Períodos de Dados	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
Água Boa	A908	2008 a 2012	-14,0161	-52,2122	432
Apiacás	A-910	2008 a 2012	-9,5639	-57,3936	220
Carlinda	A-926	2008 a 2012	-9,9703	-55,8272	300
Comodoro	A-913	2008 a 2012	-13,4231	-59,4546	591
Confresa	A-918	2008 a 2012	-10,6539	-51,5668	237
Cotriguaçu	A919	2008 a 2012	-9,9061	-58,5719	261
Cuiabá	A-901	2011 a 2012	-15,5594	-56,0628	240
Gaucha do Norte	A-930	2008 a 2012	-13,1847	-53,2575	379
Guiratinga	A-932	2008 a 2012	-16,3417	-53,7661	526
Juara	A914	2007 a 2009	-11,2803	-57,5267	260
Juína	A920	2009 a 2012	-11,3750	-58,7750	374
Nova Maringá	A928	2008 a 2012	-13,0386	-57,0922	353
Nova Ubiratã	A929	2008 a 2012	-13,4111	-54,7522	518
Pontes e Lacerda	A-917	2008 a 2012	-15,2511	-59,3467	256
Porto Estrela	A-935	2008 a 2011	-15,3247	-57,2264	145
Salto do Céu	A-936	2008 a 2012	-15,1247	-58,1275	303
Sinop	A917	2006 a 2012	-11,9822	-55,5658	371
Sorriso	A904	2009 a 2012	-12,5452	-55,7113	380
Vila Bela S. Trindade	A-922	2008 a 2012	-15,0628	-59,8729	222

Os dados foram processados e analisados em planilhas eletrônicas (Excel), em escala mensal e a partir das séries obtidas calculou-se a média mensal, variância, desvio padrão e somatório de cada fator meteorológico utilizado para elaboração do balanço hídrico.

O Balanço Hídrico Climatológico (BHC) foi calculado segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955), assumindo as variações para a capacidade de água disponível no solo de 100 mm. A Evapotranspiração Potencial (ETp) foi obtida pelo método de Thornthwaite (1948) e para a Evapotranspiração da Cultura (ETc) adotou-se um coeficiente de cultivo (Kc) de 0,95 (ALVES, 2009).

Para efeito de simulação, foram confeccionados novas planilhas para obtenção de balanços hídricos conforme os cenários de mudanças de temperatura do ar. Nesse caso, consideraram-se os incrementos de 2, 3 e 4,5 °C, em acordo com cenários futuros apresentados no IPCC-AR4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estado de Mato Grosso apresenta temperaturas médias anuais entre 22,58°C e 26,52°C, variando cerca de 3,94 °C entre diferentes regiões. As temperaturas mais baixas são nos meses de junho e julho, sendo as menores temperaturas registradas nas cidades de Comodoro e Salto do Céu, com médias mensais acima de 20°C. As maiores temperaturas são registradas nos meses de setembro, outubro e dezembro nas cidades de Confresa, Cuiabá e Sorriso inferiores a 30°C. Diante disso todo o território do estado de Mato Grosso se torna apto para o cultivo do *Eucalyptus grandis*.

Com as projeções de aumento de temperatura previsto pelo IPCC, ocasionadas pelo aquecimento global, em 2°C, 3°C e 4,5°C (Tabela 2), algumas regiões passam a apresentar característica térmica imprópria para o cultivo do *Eucalyptus grandis*, devido as temperaturas médias anuais já passam a serem maiores do que a exigida pela cultura (25 °C), com a projeção no cenário mais crítico (+ 4,5 °C), as regiões apresentam médias superiores a 27 °C. Temperaturas superiores as suportadas pela espécie,

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

causa estresse devido ao aumento da evapotranspiração, isso ocorre em função da planta ajustar as temperaturas através de liberação hídrica, fato que implica em maior absorção de água do solo.

Quanto a quantidade pluviométrica do estado de Mato Grosso, não é uma restrição para o cultivo de *Eucalyptus grandis*. As projeções de balanço hídrico com os aumentos de temperatura seguiu com as mesmas quantidades de precipitações, pois, não foi elaborado projeções de com aumento ou diminuição pluviométrica

Tabela 2. Temperaturas anuais de dezenove cidades do Estado de Mato Grosso.

Cidade	T °C	(+) 2 °C	(+) 3 °C	(+) 4,5 °C
Água Boa	25,19 ± 1,45	27,19 ± 1,45	28,19 ± 1,45	29,69 ± 1,45
Apiacas	25,73 ± 1,78	27,73 ± 1,78	28,73 ± 1,78	30,23 ± 1,78
Carlinda	25,74 ± 1,27	27,74 ± 1,27	28,74 ± 1,27	30,24 ± 1,27
Comodoro	22,58 ± 1,61	24,58 ± 1,61	25,58 ± 1,61	27,08 ± 1,61
Confresa	26,52 ± 1,26	28,52 ± 1,26	29,52 ± 1,26	31,02 ± 1,26
Cotriguaçu	24,93 ± 1,11	26,93 ± 1,11	27,93 ± 1,11	29,43 ± 1,11
Cuiabá	26,00 ± 2,30	28,00 ± 2,30	29,00 ± 2,30	30,50 ± 2,30
Gaúcha do Norte	25,63 ± 1,41	27,63 ± 1,41	28,63 ± 1,41	30,13 ± 1,41
Guiratinga	25,04 ± 1,84	25,04 ± 1,84	28,04 ± 1,84	29,54 ± 1,84
Juara	26,02 ± 1,47	28,02 ± 1,47	29,02 ± 1,47	30,52 ± 1,47
Juina	25,06 ± 1,48	27,06 ± 1,48	28,06 ± 1,48	29,56 ± 1,48
Nova Maringá	25,94 ± 2,40	27,94 ± 2,40	28,94 ± 2,40	30,44 ± 2,40
Nova Ubiratã	24,97 ± 1,40	26,97 ± 1,40	27,97 ± 1,40	29,47 ± 1,40
Pontes e Lacerda	25,35 ± 2,05	27,35 ± 2,05	28,35 ± 2,05	29,85 ± 2,05
Porto Estrela	25,87 ± 2,10	27,87 ± 2,10	28,87 ± 2,10	30,37 ± 2,10
Salto do Céu	24,50 ± 2,09	26,50 ± 2,09	27,50 ± 2,09	29,00 ± 2,09
Sinop	25,19 ± 1,35	27,19 ± 1,35	28,19 ± 1,35	29,69 ± 1,35
Sorriso	25,86 ± 1,47	27,86 ± 1,47	28,86 ± 1,47	30,36 ± 1,47
Vila Bela da Santíssima Trindade	25,31 ± 2,15	27,31 ± 2,15	28,31 ± 2,15	29,81 ± 2,15

A evapotranspiração da cultura é diretamente relacionada a temperatura, sendo observado altos valores de evapotranspiração nos meses de setembro, outubro e dezembro, e baixos em junho e julho (tabela 3). Ou seja, com as tendências de aumento térmico, conseqüentemente as evapotranspirações aumentam, com isso a planta consome mais água e passa por estresse hídrico nos meses da estação seca (maio a setembro).

Tabela 3. Evapotranspiração, com aumento de 4,5°C, de *E. grandis*(ETC) nas cidades de Mato Grosso

Cidade	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Água Boa	164,80	145,52	158,90	149,38	144,62	135,17	144,59	158,07	167,59	173,41	161,72	167,18
Apiacas	167,52	145,18	155,35	152,53	155,86	149,56	157,00	164,72	163,49	169,40	162,10	171,33
Carlinda	166,71	149,35	160,90	153,61	154,94	148,04	156,99	165,73	163,40	166,88	161,96	166,65
Comodoro	152,75	133,64	144,74	132,98	119,75	106,24	110,79	123,85	141,42	153,66	150,60	154,99
Confresa	167,78	150,34	166,42	157,41	160,20	151,51	158,49	168,46	171,82	174,58	166,32	172,31
Cotriguaçu	160,79	145,06	156,08	150,14	149,58	140,01	145,85	155,82	159,08	166,64	160,66	164,95
Cuiabá	176,95	154,33	166,70	157,58	135,60	123,55	130,57	158,85	173,25	181,28	176,51	183,60
Gaúcha do Norte	166,31	150,13	164,15	154,89	152,20	142,50	149,16	156,46	165,20	172,88	163,53	168,82
Guiratinga	168,65	147,58	160,25	148,12	138,15	129,82	134,42	152,80	164,99	175,24	166,72	173,33
Juara	170,53	149,00	162,87	154,20	151,52	142,11	153,19	167,43	166,85	175,26	168,79	171,63
Juina	164,21	144,93	156,29	148,83	149,19	139,02	145,17	157,40	162,53	168,03	161,14	167,28
Nova Maringá	179,18	162,11	173,82	155,77	148,40	133,14	138,49	158,49	160,61	174,15	167,90	172,34
Nova Ubiratã	157,59	147,25	160,10	149,39	142,88	134,80	143,82	159,12	165,26	169,39	159,63	163,68
Pontes e Larceda	174,64	151,84	164,20	148,97	137,76	126,16	136,57	154,00	163,73	177,80	170,93	176,59
Porto Estrela	178,79	155,27	166,57	156,24	149,27	129,15	133,20	147,98	165,80	179,16	176,17	181,31
Salto do Céu	171,16	150,37	160,44	144,80	131,27	117,12	122,36	141,70	157,33	171,67	168,55	173,62
Sinop	162,78	143,23	159,97	149,41	146,77	140,35	150,07	162,56	163,68	167,83	162,74	163,13
Sorriso	166,61	148,14	163,27	154,37	151,27	142,41	152,53	162,55	169,75	174,20	163,83	171,96
Vila Bela da Santíssima Trindade	173,86	152,58	164,12	149,91	139,73	128,43	135,86	148,66	162,05	175,59	171,85	178,04

As cidades de Cuiabá e Porto Estrela, apresentaram maiores meses de déficit hídrico devido má distribuição de chuvas entre os meses do ano. O período seco de algumas cidades são maiores que o de outras cidades, isso se deve as dimensões do estado e pelas diferentes tipologias, e biomas existentes no território mato-grossense. Porém vale salientar que o déficit hídrico ocorreu a partir dos meses de abril, e em algumas cidades, tais como Cuiabá, Porto Estrela e Vila Bela da Santíssima Trindade, apresentou déficit hídrico nos meses de novembro e dezembro. Com o aumento de temperatura, o período com déficit hídrico no solo aumentam. Os meses com excesso hídrico reduziu com o aumento da temperatura

CONCLUSÕES

Com os aumentos de temperatura previstos pelo IPCC, várias condições desfavoráveis para o cultivo de *E. grandis* foram evidenciadas, como altas temperaturas médias anuais, baixos valores de índices hídricos e altas evapotranspirações. No cenário mais crítico previsto pelo IPCC (+4,5°C), quase todas as regiões se tornam inaptas para o cultivo de *E. grandis*, devido ao maior período com índices não favoráveis (déficit hídrico e altas temperaturas), ocasionando perda de produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. E. B. **DISPONIBILIDADE E DEMANDA HÍDRICA NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO EUCALIPTO.** Viçosa – MG, 2009.

ASSAD, E. D. et al. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1057-1064, 2004.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



CROMER, R. N. et al. Response to nutrients in *Eucalyptus grandis*: 2. nitrogen accumulation. **Forest Ecology and Management**, v. 62, n. 1-4, p. 231-243, 1993.

DARROW, W. K. Provenance-typerials of *Eucalyptus grandis* and *E. saligna* in South Africa: eightyear results. **South African Forestry Journal**, n. 126, p. 30-38, 1983.

JOVANOVIC, T.; BOOTH, T. H. **Improved species climatic profiles**. Australia: Union Offset Printing: Joint Venture Agroforestry Program, Rural Industries Research and Development Corporation. 68 p. <<https://rirdc.infoservices.com.au/downloads/02-095.pdf>> Consultado: 05/06/2015, 2002.

MALUF, J. T., et al. Zoneamento Agroclimático da cultura de milho por épocas de semeadura, no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.6, n.1, p39-54, 2000.

MARENGO, J. A., VALVERDE, M. C. Caracterização do clima no Século XX e Cenário de Mudanças de clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. **Revista Multiciência**. Campinas, edição no. 8, Mudanças Climáticas, maio 2007.

SOUZA, A.P. et al. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Pesquisas Agrárias e Ambientais**, 1, 34-43, 2013.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geophysical Review**, London, n. 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, vol. VIII, n.1).