

ESTIMATIVA DA UMIDADE RELATIVA DO AR DAS 13:00 HORAS, COM BASE NOS DADOS DAS 9:00 E DAS 15:00 HORAS, PARA UBERLÂNDIA-MG

CARVALHO, H. P.¹, MORAIS, T. P.², PAZ, E. G.³, ALVES, T. A. B. R.³,
CAMARGO, R.⁴, COELHO, L.⁵

¹Eng. Agrônomo, Prof. Substituto, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, UFU, Uberlândia - MG,
Fone: (0 xx 34) 3218 2225, hudsonpc@iciag.ufu.br

²Graduanda em Agronomia, Bolsista Programa de Educação Tutorial – PET/Agronomia/UFU, Uberlândia-MG.

³Graduanda em Agronomia, ICIAG/UFU, Uberlândia-MG.

⁴Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, ICIAG, UFU, Uberlândia – MG.

⁵Eng. Florestal, Prof. Adjunto, Instituto, ICIAG, UFU, Uberlândia – MG.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de
2007 – Aracaju – SE

RESUMO: Objetivando ajustar os valores de umidade relativa do ar das 9:00 e das 15:00 horas para as 13:00 horas, foram obtidas equações de regressão lineares, não-lineares, polinomiais e exponenciais. Os modelos foram gerados a partir de uma série de 30 leituras distribuídas ao longo dos anos de 2001 e 2006, obtidas na estação meteorológica automática localizada em Uberlândia-MG. Dentre os dados, haviam leituras realizadas em meses considerados de baixa umidade relativa do ar para a região, como julho, agosto e setembro e, meses de alta umidade relativa média do ar, como dezembro e janeiro. Após a obtenção dos coeficientes, procedeu-se a validação dos modelos por meio da aplicação de indicadores de desempenho estatístico. Concluiu-se que o modelo que melhor prediz a umidade relativa do ar às 13:00 horas com base em leituras às 9:00 ou às 15:00 horas para Uberlândia-MG, foi o exponencial. Além disso, para a predição da umidade relativa do ar às 13:00 horas, os dados obtidos às 15:00 horas é mais recomendado em relação ao medido às 9:00 horas, independentemente do modelo utilizado.

PALAVRAS-CHAVE: modelagem; fórmula de Monte Alegre; meteorologia.

ESTIMATE OF RELATIVE HUMIDITY OF THE AIR AT 13:00 HOURS, BASED ON 9:00 HOURS AND 15:00 HOURS DATA, FOR UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS STATE, BRAZIL

ABSTRACT: In order to estimate values of relative humidity of the air at 13:00 hours, from the data of 9:00 and 15:00 hours, equations of linear, nonlinear, polynomial and exponential regression were developed. The models had been generated from 30 data distributed through the years of 2001 and 2006, collected in the automatic meteorological station in Uberlândia, Minas Gerais State, Brazil. Among the data, there were values obtained in months considered of low relative humidity of the air for the region, as July, August and September, and of high average of relative humidity of the air, as December and January. After the attainment of the coefficients, proceeded the validation of the models by means of the application of pointers of statistical performance. The model that better predicts the relative humidity of the air at 13:00 hours based on 9:00 or 15:00 data to Uberlândia, Minas Gerais State, was the exponential one. Moreover, to predict the relative humidity of the air at 13:00 hours is

more recommended the data collected at 15:00 hours in comparison to the measured at 9:00 hours, independently of the used model.

KEYWORDS: model; meteorology; Monte Alegre formula.

INTRODUÇÃO: No município de Uberlândia o aumento da demanda por recursos renováveis para produção de energia tem resultado na implantação de extensas áreas com a cultura do eucalipto. Como as florestas plantadas são mais suscetíveis à incidência do fogo do que as naturais, as áreas reflorestadas têm convivido sob a ameaça de ocorrência periódica de incêndios (SOARES, 1985), o que é extremamente preocupante pelos danos causados à cultura, bem como à flora, à fauna e ao solo. A ocorrência e propagação dos incêndios florestais estão fortemente associadas às condições climáticas ou fatores climáticos, como umidade relativa, temperatura e velocidade do vento. Portanto, a utilização de informações meteorológicas e climatológicas precisas é vital para o planejamento de prevenção e combate aos incêndios florestais (NUNES, 2005). A Fórmula de Monte Alegre (FMA) foi desenvolvida em 1972 e tem sido usada desde então por várias empresas e instituições florestais brasileiras para estimar o grau de perigo de incêndio e ajudar no planejamento das atividades de prevenção e combate (SOARES, 1985). Como a FMA utiliza para o cálculo do índice de perigo a umidade relativa observada às 1300 horas e o padrão das estações meteorológicas da rede oficial de estações convencionais brasileiras toma como base os dados das 9:00 e 15:00 horas, buscou-se uma alternativa para a possibilidade de utilização do índice a partir desses dados. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma equação que estime o valor da umidade relativa às 13:00 horas, através dos dados das 09:00 e 15:00 horas, que são os padrões utilizados nas estações meteorológicas da rede oficial brasileira, permitindo a utilização da Fórmula de Monte Alegre a partir deles.

MATERIAL E MÉTODOS:

Para o ajuste dos valores de umidade relativa das 9:00 e das 15:00 horas para as 13:00 horas, foram geradas equações de regressão lineares, não-lineares, polinomiais e exponenciais. As formas gerais para essas equações foram:

a) Regressão linear simples

$$UR_{13} = b_0 + b_1 * UR_9$$

$$UR_{13} = b_0 + b_1 * UR_{15}$$

b) Regressão não linear

$$UR_{13} = UR_9^{b_0}$$

$$UR_{13} = UR_{15}^{b_0}$$

c) Regressão polinomial

$$UR_{13} = b_0 + b_1 * UR_9 + b_2 * (UR_9)^2$$

$$UR_{13} = b_0 + b_1 * UR_{15} + b_2 * (UR_{15})^2$$

d) Regressão exponencial

$$\text{Tipo 1: } UR_{13} = e^{(b_0 + b_1 * UR_9)}$$

$$\text{Tipo 1: } UR_{13} = e^{(b_0 + b_1 * UR_{15})}$$

$$\text{Tipo 2: } UR_{13} = b_2 + e^{(b_0 + b_1 * UR_9)}$$

$$\text{Tipo 2: } UR_{13} = b_2 + e^{(b_0 + b_1 * UR_{15})}$$

Em que:

UR₉ = umidade relativa das 9:00 horas;

UR₁₃ = umidade relativa das 13:00 horas;

UR₁₅ = umidade relativa das 15:00 horas;

c, b₀, b₁, b₂ = coeficientes da regressão.

As equações foram geradas a partir de uma série de 30 leituras distribuídas ao longo dos anos de 2001 e 2006, obtidas na estação meteorológica automática (latitude 18° 58' S e altitude de 912) localizada na Fazenda Experimental do Glória, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia-MG. Dentre os dados, haviam leituras realizadas em meses considerados de baixa umidade relativa do ar para a região, como julho, agosto e setembro e, meses de alta umidade relativa média do ar, como dezembro e janeiro. As referidas equações foram modeladas pelo aplicativo computacional Statistica® '99 Edition fazendo-se as interações entre as variáveis dependentes (leitura às 13:00 horas) e independentes (9:00 e 15:00 horas). Após a obtenção dos coeficientes, procedeu-se a validação do modelo por meio da aplicação de indicadores de desempenho estatístico, sendo usados o coeficiente de correlação de Pearson (r), o índice de concordância de Willmot (d) proposto por WILLMOT et al. (1985) e o índice de desempenho (c), com uma série independente de 131 leituras também medidas em meses de baixa e de alta umidade relativa do ar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Quando se relacionam, por análise de regressão, valores estimados com valores observados, pode-se obter informações da precisão e da exatidão, que, conjuntamente, indicam a consistência dos dados estimados com os medidos. A precisão, ou seja, o grau de dispersão dos valores em torno da média, é dada pelo coeficiente de correlação de Pearson, o qual indica apenas o grau de dispersão dos dados obtidos, ou seja, o erro aleatório, não considerando o erro sistemático. O índice “d” quantifica numericamente a exatidão, que é um coeficiente de concordância e seus valores variam de zero, para nenhuma concordância, a um, o qual representa uma concordância perfeita entre os dados preditos pelo modelo e observados na série de dados. Já o índice “c”, que é o produto dos dois índices anteriores, representa a confiança no modelo, tendo sua interpretação semelhante ao índice citado anteriormente “d”.

Na Tabela 1 estão compilados os coeficientes gerados nas regressões e os coeficientes estatísticos, para a predição da umidade relativa do ar às 13:00 horas com base na leitura das 9:00 horas. Analisando a referida tabela, verifica-se que todos os modelos, com exceção do polinomial, apresentaram boa precisão, com valores do coeficiente “c” em torno de 70%. Por outro lado, quando se leva em consideração a exatidão e a confiabilidade do modelo, dada pelos coeficientes “d” e “c”, respectivamente, verifica-se que o modelo exponencial do tipo 2 foi o que melhor resultado alcançou, mostrando-se com excelente exatidão e boa confiabilidade, seguido do modelo não linear.

Na Tabela 2 estão reunidos os coeficientes gerados nas regressões e os coeficientes estatísticos, para a predição da umidade relativa do ar às 13:00 horas com base na leitura das 9:00 horas. Por esta tabela verifica-se que todos os modelos apresentaram boa precisão e confiabilidade e alta exatidão. Neste caso, destacou-se, novamente o modelo exponencial do tipo 2, mostrando-se superior aos demais, pelos parâmetros estatísticos utilizados.

Tabela 1. Estimação da umidade às 13:00 horas com base na leitura das 9:00 horas para Uberlândia-MG.

Modelos	Coeficientes das regressões			Coeficientes estatísticos		
	b_0	b_1	b_2	r	d	c
Linear	46,541	0,563	..	0,72	0,16	0,12
Não linear	0,842	0,72	0,84	0,61
Polinomial – 2º grau	46,541	0,563	0,011	-0,42	0,12	-0,05
Exponencial	1	49,506	0,008	..	0,72	0,12
	2	8,581	0,0002	-5370,969	0,70	0,97

r, d, c = coeficiente de correlação de Pearson, índice de concordância de Willmot e índice de desempenho, respectivamente.

Tabela 2. Estimação da umidade às 13:00 horas com base na leitura das 15:00 horas, para Uberlândia-MG.

Modelos	Coeficientes das regressões			Coeficientes estatísticos		
	b_0	b_1	b_2	r	d	c
Linear	-5,704	1,019	..	0,70	0,95	0,66
Não linear	0,918	0,70	0,88	0,62
Polinomial – 2º grau	-10,501	1,245	-0,002	0,71	0,95	0,68
Exponencial	1	14,625	0,021	..	0,65	0,61
	2	6,734	0,0009	-827,500	0,70	0,97

r, d, c = coeficiente de correlação de Pearson, índice de concordância de Willmot e índice de desempenho, respectivamente.

Quando se analisa os modelos gerados, verifica-se também que a leitura da umidade relativa do ar das 15:00 horas é a mais indicada para fazer a predição da umidade às 13:00 horas, em comparação com a leitura das 9:00 horas, independentemente do modelo utilizado. Isso se deve porque a temperatura do ar na região de Uberlândia-MG aumenta rapidamente a partir das 9:00 horas da manhã, mas, a partir das 13:00 horas ela tende a se estabilizar próximo do máximo diário, o que ocorre por volta da 14:00/15:00 horas, sendo a umidade do ar diretamente influenciada pela temperatura, essa hipótese parece ser coerente.

CONCLUSÕES:

Diante dos resultados obtidos pôde-se concluir que:

- O modelo que melhor prediz a umidade relativa do ar às 13:00 horas com base em leituras às 9:00 ou às 15:00 horas para Uberlândia-MG, foi o exponencial, cuja o modelo geral se apresenta, respectivamente, como:

$$UR_{13} = -5370,969 + e^{(8,581 + 0,0002 * UR_9)} \text{ e } UR_{13} = -827,500 + e^{(6,734 + 0,0009 * UR_{15})}$$

- Para a predição da umidade relativa do ar às 13:00 horas, os dados obtidos às 15:00 horas é mais recomendado em relação ao medido às 9:00 horas, independentemente do modelo utilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

SOARES, R. V. **Incêndios Florestais: controle e uso do fogo**. Curitiba: FUPEF, 1985. 213 p.

NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Estimativa da umidade relativa das 13:00 h, com base nos dados das 9:00 h e das 15:00 h, para o Estado do Paraná. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 35, n. 2, mai./ago. 2005.

WILLMOTT, C.J.; ACKLESON, S.G.; DAVIS, R.E.; FEDDEMA, J.J.; KLINK, K.M.; LEGATES, D.R.; O'DONNELL, J.; ROWE, C.M. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, Washington, D. C., v. 90, n. C 5, p. 8995-9005, 1985.