

Relação entre a umidade e o poder calorífico de vegetação arbustiva do Cerrado brasileiro

Amanda Cavalcante da Silva¹; Ronie Silva Juvanhol²; Jenival Silva Farias Junior¹

¹Graduanda(o) em Engenharia Florestal, pela Universidade Federal do Piauí – Campus Professora Cinobelina Elvas-CPCE. E-mail: amandacavalcante095@gmail.com; juniorfarias.3@hotmail.com

²Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto na Universidade Federal do Piauí – Campus Professora Cinobelina Elvas-CPCE. E-mail: roniejuvanhol@ufpi.edu.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi estudar a relação entre a umidade e o poder calorífico vegetal de uma área do cerrado brasileiro. O número de amostras de campo foi determinado pela altura média da vegetação nas parcelas, alocadas 9 amostras na área com gabarito de 2500cm² (50 x 50cm). No laboratório foi determinado o teor de umidade e o poder calorífico por meio de um calorímetro digital em duas repetições. Foi realizado a análise de variância e análise do modelo linear de regressão. Observou-se que o poder calorífico das amostras apresentou valores próximos de 4000 cal/g. Em síntese, o modelo de regressão não apresenta tendência, com variância dos resíduos constante.

Palavras-chave: Cerrado, Incêndios Florestais, Poder Calorífico

Introdução

O bioma Cerrado, conhecido como savana brasileira é classificado como dependente do fogo, apresentando dinâmica influenciada pelo clima e variando de acordo com a fitofisionomia local. Esse bioma, apresenta sazonalmente uma estação seca, associada às altas temperaturas do ar e ventos fortes, os quais potencializa as condições favoráveis à ocorrência e propagação de incêndios florestais, levando o fogo a consumir áreas cada vez maiores (SOUZA; VALE, 2019). Nesse sentido, avaliar os danos e estabelecer políticas adequadas de proteção contra incêndios florestais são ações necessárias para preservar a biodiversidade, garantir a qualidade atmosférica local/ regional, e a redução da emissão de CO₂ e gases equivalentes (MELO et al, 2021).

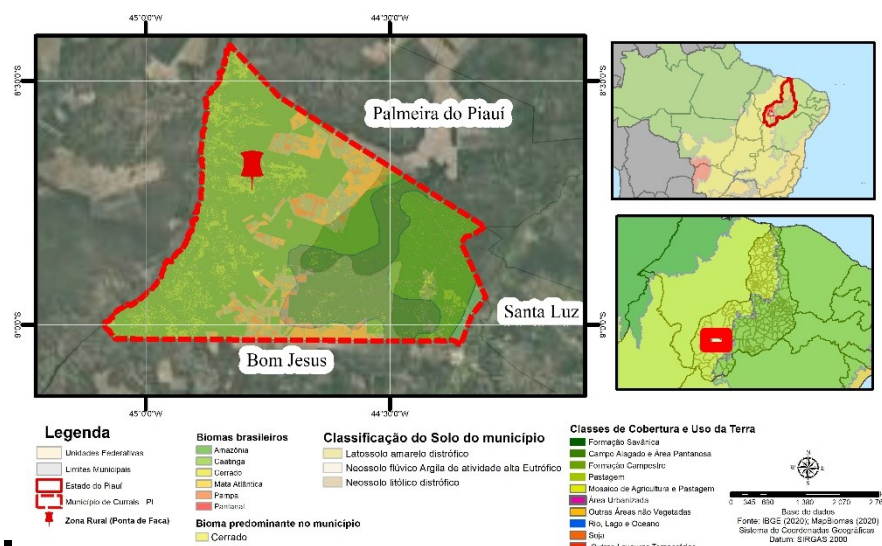
As variáveis meteorológicas como temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e precipitação pluviométrica, são considerados fatores determinantes para ocorrência e propagação de incêndios florestais (ALVES et al., 2009). Essas variáveis influenciam diretamente o teor de umidade do combustível florestal e consequentemente a quantidade de energia necessária para que a biomassa vegetal entre em processo de ignição. Outros fatores como as características físicas e químicas inerentes ao material combustível, também influenciam no processo de ignição e na forma como o fogo irá se propagar (OLIVEIRA et al., 2018), sendo determinantes na intensidade, propagação, duração e das proporções tomadas pelo incêndio.

O poder calorífico trata-se de um importante parâmetro na determinação da capacidade de queima das espécies. Conhecer esse parâmetro constitui uma análise eficiente para determinação do potencial de queima do material combustível. Sendo, portanto, um subsídio para prevenção de incêndios florestais, especialmente, por indicar quais espécies podem ser usadas em locais estratégicos para reduzir a intensidade do fogo (VASCONCELOS, 2019). De maneira geral, sabe-se que o fogo é a expressão de um conjunto de fatores físicos e químicos inerentes ao próprio material combustível, dependentes dos aspectos climáticos, topográficos e da cobertura vegetal. Cada componente exerce maior ou menor influência sobre esse fenômeno, portanto, conhecer a expressividade dessas variáveis sobre o fogo torna as previsões mais precisas e consequentemente mais seguras (BEUTLING, 2005).

O conhecimento desses fatores é fundamental para se estabelecer programas de prevenção e combate aos incêndios florestais. Além disso, esse conhecimento também é indispensável para a realização de adequadas práticas de manejo do fogo (SANTOS, 2019) e constitui um elemento central de toda a gestão dos incêndios florestais em qualquer parte do mundo. Na ausência destas informações quantitativas, os gestores realizam julgamentos puramente qualitativos sobre o evento de fogo (CAMARGO et al., 2015). Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi estudar a relação entre a umidade e o poder calorífico de vegetação arbustiva de uma área do Cerrado brasileiro.

Material e Métodos

Área de Estudo



O experimento de queima controlada foi instalado numa área contendo vegetação arbustiva do Cerrado, localizada na zona rural, povoado Faca de Ponta, no município de Currais, situado ao sul do estado do Piauí, na região do Médio Gurguéia, limitando-se ao norte com o município de Palmeira, ao sul com o município de Bom Jesus, ao leste, com Baixa Grande do Ribeiro (Figura 1).

A partir dos dados da coleção 6 de Cobertura e Uso da Terra disponibilizados pelo Projeto MapBiomas, o município caracteriza-se por apresentar dez classes de Cobertura e Uso da Terra, sendo elas: Formações savânicas, campo alagado e área pantanosa, formação campestre, pastagem, mosaico de agricultura e pastagem, área urbanizada, outras áreas não vegetadas, soja, outras lavouras temporárias e rios, lagos e oceanos (MAPBIOMAS, 2020).

Coleta dos dados

A coleta do material combustível foi definida a partir das datas ideais para condução das queimas, considerando as condições meteorológicas, principalmente número de dias sem chuva, umidade relativa do ar e velocidade do vento, de acordo com Fernandes et al., (2002), além da carga de material combustível sobre a superfície do solo. Para a caracterização do material combustível foram obtidas informações sobre o tipo, a quantidade e a altura média da vegetação sobre o solo. Esses dados foram obtidos através do inventário do material combustível depositado no solo.

O número de amostras de campo foi determinado pela altura média da vegetação nas parcelas, em que foram alocadas aleatoriamente 9 amostras na área com gabarito de 2500cm² (50 x 50cm), sendo o material classificado, segundo metodologia adotada por Beutling et al. (2005), de acordo com o estado fisiológico na seguinte classe: Material combustível verde (vivo), acamado sobre a superfície do solo da parcela. Em seguida, foram retiradas as amostras em campo e armazenadas em sacos plásticos e levadas a laboratório para pesagem em balança digital com precisão de três casas decimais. No laboratório foi determinado o teor de umidade (U%). Para tal, as amostras foram pesadas em balança analítica de precisão, para determinação do peso de massa verde, e levada para a secagem em estufa de circulação e renovação de ar, a uma temperatura de 75°C, até atingir peso constante. Em seguida o material foi novamente pesado para determinação do peso de massa seca. Assim, com a obtenção dos pesos úmido e seco, foi determinado o teor de umidade na base seca, logo após a retirada da estufa. O teor de umidade foi determinado conforme a norma ABNT NBR 8293 (1986), por meio da equação 1:

$$U(\%) = \frac{(Mu - Ms)}{Ms} * 100(1)$$

Em que: U(%) = teor de umidade do material combustível, em percentagem (%); Mu = massa úmida do material, em gramas e; Ms = massa seca do material, em gramas.

Para determinação do poder calorífico, foram triturados 4,0 g do material combustível de cada amostra em moinho de faca tipo Willey que posteriormente foram passados em peneira número 35 e deixados por um período de 15 dias em uma sala de aclimatização. Posteriormente, as amostras foram analisadas em um calorímetro digital Parr 9000 em duas repetições com peso do cadim em (0,31 ± 0,01)g.

Análise dos dados

Os dados foram organizados e analisados em planilha no Microsoft Excel. Foram considerados os valores do teor de umidade do material combustível e a média amostral do poder calorífico. Assim, foi realizado a Análise de Variância (ANOVA) e a análise do modelo linear de regressão ajustado, utilizando-se o programa Microsoft Excel para a confecção das curvas de regressão e Sigma Plot versão 10.0 para relacionar as variáveis teor de umidade do material combustível e o poder calorífico.

Resultados e Discussão

Nota-se que o poder calorífico das amostras analisadas, apresentaram valores altos, aproximando-se de 4000 cal/g (Figura 2). Os resultados evidenciam que, em caso de ocorrência de fogo nessas áreas, a energia que mantém a reação da combustão é alta, favorecendo uma maior intensidade do fogo (LORENZON et al., 2018). Quando comparado ao teor de umidade do material combustível, observa-se que o alto teor de umidade influenciou diretamente na diminuição do poder calorífico. Logo, para Müzel et al., (2014), o teor de umidade influencia diretamente no potencial energético do material combustível, uma vez que, quanto menor a umidade, maior será o poder calorífico. Esse comportamento, também está relacionado com o maior gasto de energia para evaporação dos gases de vapor d' água, ou seja, menor é a reação da combustão. Nesse sentido, o baixo teor de umidade, indica à baixa necessidade de energia para a evaporação dos gases de combustão sob forma de vapor d'água, assim, maior a reação da combustão.

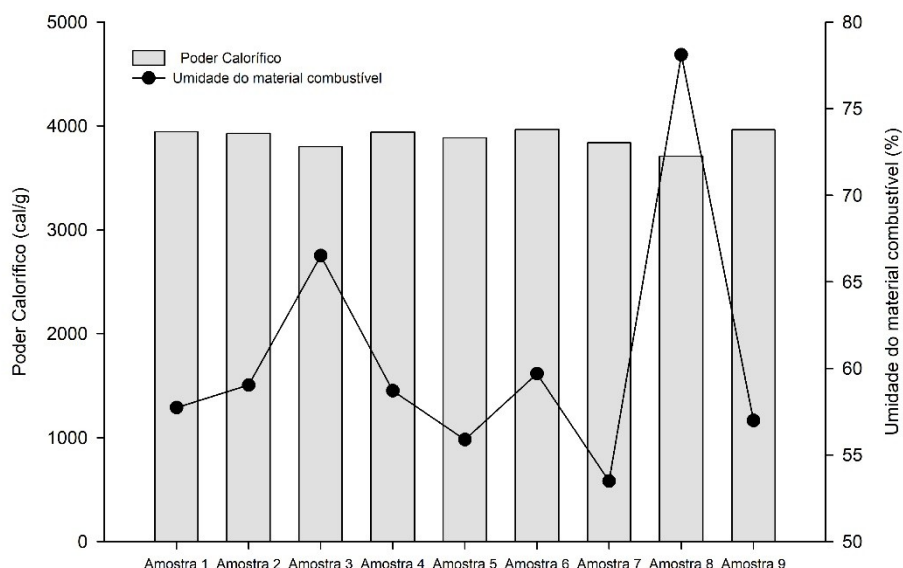


Figura 2. Relação entre o Poder calorífico e o Teor de umidade do material combustível. Fonte: o autor.

Na tabela 1, encontram-se os parâmetros e os coeficientes de determinação do modelo estatístico, para estimar o poder calorífico do material combustível, em função do teor de umidade do material combustível. Nota-se que os coeficientes do modelo de regressão foram significativos pelo Teste t. Contudo, o valor de R^2 ajustado (0,51), apresentou correlação mediana entre a variável dependente (Poder calorífico) e independente (Teor de Umidade) do modelo selecionado. Sendo assim, a partir que mais amostras são consideradas na análise, a estimativa do poder calorífico é melhorada em função da maior representação da variação da umidade presente na vegetação.

Tabela 1. Modelo, estimativa e significância dos parâmetros estatísticos e medidas de precisão da equação ajustada.

Nº	Modelo de Regressão	Estimativa dos Parâmetros Estatísticos	P-Valor	Syx	R^2	R^2 (ajustado)
1	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon$	$\beta_0 = 4425,28$ $\beta_1 = -8,89$	$<0,05$ $<0,05$	61,49	0,57	0,51

Em que: Nº = modelo estudado; β_0, β_1 : coeficientes dos modelos; ε : erro do modelo; P-Valor: Teste de Significância; Syx = erro padrão da estimativa; R^2 ajustado: coeficiente de determinação; R^2 ajustado: coeficiente de determinação ajustado.

Na figura 3, é possível observar a análise gráfica dos resíduos padronizado do modelo ajustado para avaliação da normalidade dos dados, da homoscedasticidade e o diagnóstico de outliers influentes. Nota-se que os dados possuem normalidade, ou seja, neste gráfico a distribuição dos valores observados com os valores esperados, segue uma distribuição normal, sem afastamento significativo. Dessa forma, não se observa Outliers. Também não foi observado nenhum comportamento ou tendência, indicando, portanto, que a variância dos resíduos é constante.

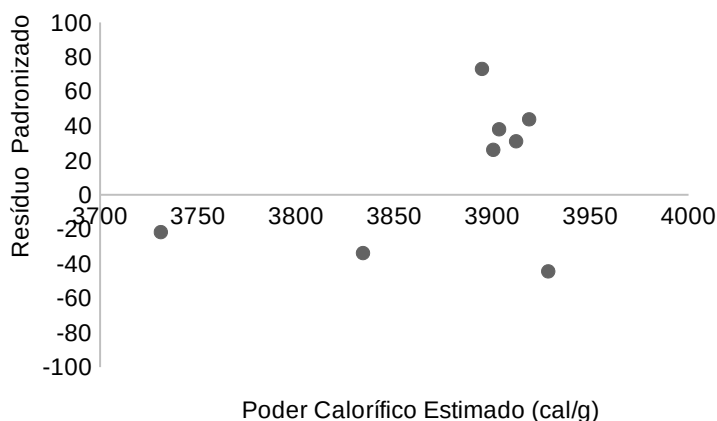


Figura 3. Distribuição dos Resíduos padronizado do modelo ajustado. Fonte: autor.

Conclusões

Nesse estudo, nota-se, de modo geral, que o conteúdo de umidade do material combustível influencia na sua inflamabilidade e na taxa de energia liberada na forma de calor pela combustão. Este comportamento foi observado nas amostras que apresentaram altas taxas de carga do combustível quando associados a baixos teores de umidade. Concomitante a isso, todas as amostras apresentaram altos valores de poder calorífico, sendo um alerta quando da presença de fogo, por ser um dos fatores influentes no desenvolvimento e propagação desse evento, em interação com condições meteorológicas e topográficas favoráveis. Baseado nessa observação, acredita-se que o conhecimento desses fatores reflete antecipadamente na estimativa da intensidade do fogo, permitindo a previsão das condições de perigo e possibilitando a adoção de medidas preventivas em bases mais eficientes e econômicas.

Referências Bibliográficas

- ALVES, M. V. G.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; KOEHLER, H. S.; PEREIRA, J. F. Modelagem de umidade do material combustível, baseada em variáveis meteorológicas. **Floresta**, v. 39, n. 1, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8293: determinação de umidade. Rio de Janeiro, 1986.
- BEUTLING, A.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; VITORINO, M. D. Quantificação de material combustível superficial em reflorestamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Floresta**, v. 35, n. 3, 2005.
- FERNANDES, P.; BOTELHO, H.; LOUREIRO, C. Manual de formação para técnica do fogo controlado. UTAD, 145 p. 2002.
- LORENZON, A. S.; BRIANEZI, D.; VALDETARO, E. B.; MARTINS, M. C. Incêndio florestal: princípios, manejo e impactos. Viçosa, MG: Ed, UFV, P. 342, 2018.
- MAPBIOMAS, Projeto. Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. 2020.
- MELO, P.; SPARACINO, J.; ARGIBAY, D.; SOUSA JÚNIOR, V.; BARROS, R.; ESPINDOLA, G. Assessing Wildfire Regimes in Indigenous Lands of the Brazilian Savannah-Like Cerrado. **Fire**, v. 4, n. 3, p. 34, 2021.
- MÜZEL, S. D.; OLIVEIRA, K. A.; HANSTED, F. A. S.; PRATES, G. A.; GOVEIA, D. Poder Calorífico da Madeira de *Eucalyptus grandis* e da *Hevea brasiliensis*. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v. 8, n. 2, p. 166-172, 2014.
- OLIVEIRA, M. V. N.; WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, G. T. Quantificação do material combustível em fragmento de Mata Atlântica no nordeste brasileiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, 2018.
- SANTOS, M. M. Caracterização e modelagem do material combustível de cerrado campestre na região do Jalapão-Tocantins, Brasil. Dissertação (mestrado), **Universidade Federal do Paraná**, Setor de Ciências Agrárias, 2019.

SOUZA, M. A.; VALE, A. T. Levantamento de plantas de baixa inflamabilidade em áreas queimadas de Cerrado no Distrito Federal e análise das suas propriedades físicas. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 181-192, 2019.