DINÂMICA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM RESPOSTA ÀS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E BIOFÍSICAS EM ÁREA AFETADA POR INCÊNDIO

Bianca Marques Barreiro [1]; Walleska Maria de Melo Silva [2]; Cinthia Maria de Abreu Claudino [3]; Eduardo Gonçalves Patriota [4]; Vanine Elane Menezes de Farias [5]; Diego Cézar dos Santos Araújo [6]; Suzana Maria Gico Lima Montenegro [7]; Guillaume Francis Bertrand [8] Cristiano das Neves Almeida [9] & Victor Hugo Rabelo Coelho [10]

RESUMO – A evapotranspiração (ET) é um componente fundamental do balanço hídrico, cuja estimativa por métodos tradicionais apresenta limitações, o que torna o sensoriamento remoto uma alternativa para o monitoramento multiescala. O modelo ESTIMET aprimora o MOD16 ao fornecer estimativas diárias de ET com resolução espacial de 250 m, representando com maior precisão a resposta das variáveis às perturbações ambientais. Assim, a relação entre ET e variáveis meteorológicas (precipitação e temperatura do ar) e biofísicas (NDVI) foi investigada durante e após um incêndio no bioma Caatinga, ocorrido entre 11 e 14/10/2020 no Parque Estadual Mata da Pimenteira-PE. Enquanto a ET analisada foi estimada pelo ESTIMET, a precipitação e a temperatura foram obtidas a partir da plataforma PROJENE, e o NDVI a partir de imagens MODIS. As variáveis foram avaliadas nas fases pré-incêndio, de ocorrência e pós-incêndio. As variáveis foram analisadas pelo coeficiente de correlação de Spearman (ρ). Os resultados indicaram déficit hídrico persistente, caracterizado por baixa precipitação e altas temperaturas. A ET e o NDVI apresentaram redução durante o incêndio e, posteriormente, recuperação. Observou-se correlação positiva fraca entre ET e precipitação, ausência de significância estatística com a temperatura e forte correlação entre ET e NDVI ($\rho = 0{,}85$; $p < 0{,}001$), evidenciando a sensibilidade da ET às alterações provocadas pelos incêndios e a eficiência do ESTIMET em detectar mudanças locais da ET em curto prazo (i.e., diariamente).

ABSTRACT– Evapotranspiration (ET) is a fundamental component of the water balance, and its estimation using traditional methods presents limitations, making remote sensing a valuable alternative for multiscale monitoring. The ESTIMET model improves upon MOD16 by providing daily ET estimates at a spatial resolution of 250 m, more accurately representing the response of variables to environmental disturbances. Therefore, the relationship between ET and meteorological

[1]) Universidade Federal da Paraíba, Campus João Pessoa, (83) 98210-7134, bmb@academico.ufpb.br.
[2]) Universidade Federal da Paraíba, Campus João Pessoa, (83) 99117-8569, walleska.maria@academico.ufpb.br.
[3]) Universidade Federal da Paraíba, Campus João Pessoa, (83) 999618-9626, cinthiamariaac@gmail.com.
[4]) Universidade Federal da Paraíba, Campus João Pessoa, (83) 99655-3877, edugoncalvespatriota@gmail.
[5]) Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Sertão, Sertânia – PE, vanine.menezes@ufpe.br.
[6]) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, diego.caraujo@ufpe.br.
[7]) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, suzanam.ufpe@gmail.com.
[8]) Université Marie & Louis Pasteur, Montéliard, França, guillaume.bertrand2@univ-fcomte.fr.
[9]) Universidade Federal da Paraíba, Campus João Pessoa, (83) 99349-0880, almeida74br@yahoo.com.br.
[10]) Universidade Federal da Paraíba, Campus João Pessoa, (83) 98886-1663, victor.coelho@academico.ufpb.br.

variables (precipitation and air temperature) as well as biophysical variables (NDVI) was investigated during and after a wildfire in the Caatinga biome, which occurred between October 11 and 14, 2020, in the Mata da Pimenteira State Park, Pernambuco, Brazil. ET was estimated using the ESTIMET model, while precipitation and temperature data were obtained from the PROJENE platform, and NDVI was derived from MODIS imagery. The variables were evaluated during the pre-fire, fire occurrence, and post-fire phases. Relationships among the variables were analyzed using Spearman's correlation coefficient (ρ). The results indicated a persistent water deficit, characterized by low precipitation and high temperatures. ET and NDVI decreased during the fire event and subsequently showed signs of recovery. A weak positive correlation was observed between ET and precipitation, no statistically significant relationship was found with temperature, and a strong correlation was identified between ET and NDVI ($\rho = 0.85$; $p < 0.001$). These findings highlight the sensitivity of ET to fire-induced changes and demonstrate the effectiveness of the ESTIMET model in detecting short-term local variations in ET (i.e., on a daily basis).

Palavras-Chave – Evapotranspiração; Variáveis meteorológicas; Caatinga.

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração (ET) representa um componente importante do balanço hídrico, sendo a percentagem de água que deixa a superfície terrestre por evaporação e pela transpiração das plantas (Ahamed *et al.*, 2022). A ET geralmente apresenta desafios de estimativa, devido às limitações das abordagens de monitoramento pontuais, como medições de umidade do solo, lisímetros e métodos meteorológicos, que são onerosos e demorosos. Esses fatores tornam sua aplicação muitas vezes inviável ou de difícil acesso, especialmente em estudos de escala regional, devido à elevada variabilidade temporal e espacial desse componente (Li *et al.*, 2009; Melo *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2015).

O sensoriamento remoto tem se mostrado uma ferramenta essencial para a estimativa e o monitoramento de variáveis e condições ambientais, especialmente por permitir a observação contínua e em diferentes escalas espaciais (Ferreira, 2013). Nesse contexto, modelos que integram dados meteorológicos e informações obtidas por satélites têm sido amplamente empregados, ampliando a capacidade de análise de processos ambientais (Khan *et al.*, 2021). Dentre esses modelos, destaca-se o ESTIMET (*Evaluation and Spatial-Temporal Improvement of MODIS EvapoTranspiration*), desenvolvido como uma versão aprimorada do modelo MOD16 para a estimativa da ET no Brasil. Entre seus principais avanços, destacam-se o refinamento da resolução espacial de 500 m para 250 m e a melhoria da resolução temporal, passando de composições de 8 dias para estimativas diárias. Essas melhorias permitem uma representação mais detalhada da variabilidade espaço-temporal da ET. Além disso, o modelo tem demonstrado acurácias pontuais e

regionais satisfatórias quando comparado aos dados observados no Brasil e a outros produtos baseados em dados de satélites (Claudino *et al.*, 2025).

Nesse contexto de monitoramento mais detalhado da ET e de sua variabilidade, o ESTIMET possibilita uma análise mais precisa da resposta das variáveis meteorológicas, climáticas e biofísicas às perturbações ambientais. As variáveis meteorológicas e climáticas são altamente sensíveis às condições ambientais, de modo que perturbações na cobertura do solo, como desmatamento e queimadas, podem acarretar impactos significativos no tempo, no clima e no ciclo hidrológico locais (Nóbrega, 2014; Oyama, 2002; Santos *et al.*, 2019). Assim, avaliar a relação entre a variabilidade de parâmetros biofísicos e meteorológicos/climáticos e a ocorrência desses eventos de supressão da vegetação é fundamental para compreender os impactos hidrológicos em escala local, permitindo analisar a dinâmica de resposta desses componentes e seus efeitos nas interações no sistema solo–vegetação–atmosfera.

Nesse cenário, o objetivo do presente estudo é avaliar a relação entre a variabilidade das variáveis biofísicas (ET e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - NDVI) e das variáveis meteorológicas (precipitação - P e temperatura do ar - Tar) durante e após a ocorrência de incêndio em região representativa do Parque Estadual Mata da Pimenta (PEMP), no bioma Caatinga.

METODOLOGIA

Área do estudo

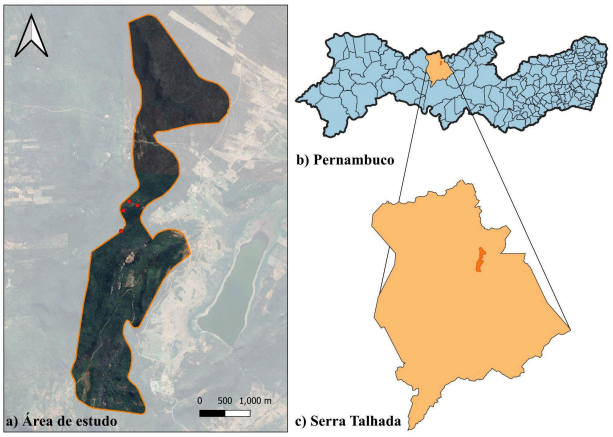
O PEMP é uma unidade de conservação (Proteção Integral) de Pernambuco, situada no município de Serra Talhada, no semiárido nordestino, pertencente à microrregião do Vale do Pajeú, com área de 887,24 ha (CPRH, 2021). De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, o parque apresenta clima do tipo BSh, caracterizado como semiárido quente com inverno seco. A P média anual é de aproximadamente 657 mm, enquanto a Tar média anual pode atingir 25,8 °C (Brito *et al*., 2022; Cruz *et al.*, 2024).

Inserido no bioma Caatinga, o parque está sujeito a condições climáticas marcadas por elevada Tar, irregularidade das chuvas, longos períodos de estiagem e limitada disponibilidade hídrica. Esses fatores, associados à ocorrência frequente de secas e ondas de calor, favorecem a redução da umidade da vegetação e aumentam a vulnerabilidade do ambiente à ocorrência e propagação de incêndios florestais (Bezerra *et al.*, 2025).

Segundo o noticiário da *Folha de Pernambuco* (2020), entre os dias 11 e 14 de outubro de 2020, o PEMP foi afetado por um incêndio de grandes proporções, adotado neste estudo como

referência para a análise das variáveis meteorológicas (P e Tar) e biofísicas (NDVI e ET). A Figura 1 apresenta a área de estudo, com a distribuição dos focos de incêndio registrados pela plataforma INPE BDQueimadas, representados por pontos vermelhos.

Figura 1 - Localização da área de estudo com os focos do incêndio avaliado.



Processamento dos dados

Os valores de ET foram obtidos pelo modelo ESTIMET, que se baseia na equação de Penman-Monteith (Monteith, 1965). O ESTIMET estima a ET atual diária, a partir da soma da evaporação da superfície do dossel, da transpiração da vegetação e da evaporação do solo, incorporando aprimoramentos regionais para regiões tropicais em relação ao produto MOD16, como mudanças nos esquemas de parametrização da condutância estomática e da radiação líquida, o uso de parâmetros biofísicos mensais livres de nuvens, dados de uso e cobertura da terra mais detalhados do MapBiomas e informações meteorológicas de reanálise (ERA5 e GLDAS) com maior resolução espacial (Claudino *et al.*, 2025).

Os dados diários de P e Tar foram obtidos por meio da plataforma PROJENE - Projeções de Dados Climáticos Futuros do Nordeste, um conjunto de dados climáticos que integra séries históricas e cenários de projeção (Araújo *et al.*, 2026). Para a obtenção dos dados de 2020, foram utilizados os seguintes parâmetros de projeção: cenário SSP2-4.5 (intermediário), modelo ENSEMBLE e agregação temporal diária.

Para a representação do vigor vegetativo, utilizou-se o NDVI, um índice de estágio da cobertura vegetal de acordo com a reflectância dessas regiões, ao passo que a saúde da vegetação pode ser compreendida pela presença de clorofila na sua folhagem (absorve radiação) e sua dispersão de raios do infravermelho próximo.

Para o cálculo do NDVI, foi utilizada a Equação 1, seguindo a abordagem proposta por CLAUDINO *et al.* (2022), na qual são combinadas 8 imagens mensais dos produtos de satélites MOD09Q1–Terra e MYD09Q1–Aqua, com periodicidade de 8 dias e resolução espacial de 250 m. Nesse procedimento, foram selecionados os valores máximos dos pixels de todas as imagens MOD e MYD disponíveis em cada mês, assumindo-se que esses valores correspondem a condições sem nuvens e que o índice de vegetação permanece relativamente constante ao longo do mês.

$$NDVI = \frac{infravermelho\ próximo\ (B2) - banda\ vermelho\ (B1)}{infravermelho\ próximo\ (B2) + banda\ vermelho\ (B1)} \quad (1)$$

A relação entre as bandas do vermelho (B1) e do infravermelho (B2) realça e caracteriza áreas vegetadas. O NDVI relaciona as bandas do vermelho e do infravermelho próximo, com valores variando entre -1 e 1; valores negativos e próximos de 0 indicam a presença de água ou nuvens; valores positivos e próximos de 0 indicam a presença de solo exposto; e valores superiores a 0,3 já indicam a presença de vegetação. Quanto mais próximo de 1, mais densa e saudável é a vegetação. Ambos os parâmetros biofísicos foram calculados na plataforma Google Earth Engine (GEE).

As quantificações diárias de ET, P, Tar e NDVI abrangem o mês anterior ao evento (setembro de 2020), o mês do evento (outubro de 2020) e o mês subsequente (novembro de 2020).

A correlação de Spearman (ρ) foi utilizada para avaliar a associação monotônica entre as variáveis analisadas. Esse método não paramétrico foi adotado por não exigir distribuição normal dos dados, sendo amplamente aplicado em estudos ambientais e hidrológicos. Os valores de ρ variam entre -1 (correlação negativa de alta intensidade) e 1 (correlação positiva de alta intensidade), indicando a intensidade e a direção da correlação entre as variáveis. Valores próximos de 0 indicam ausência de correlação. A significância estatística das correlações foi avaliada ao nível de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Os resultados obtidos para as variáveis meteorológicas (Tab. 1 e Fig. 2) evidenciam baixos valores de P antes, durante e após a ocorrência do incêndio, indicando a permanência de condições de déficit hídrico ao longo de todo o período analizado. Apesar das pequenas diferenças observadas entre os meses, a redução da pluviometria indicou indisponibilidade de água, fator que contribui para aumentar a suscetibilidade da vegetação ao fogo.

Figura 2 - Variabilidade temporal diária da evapotranspiração real (ET) na área do incêndio antes (verde), durante (amarelo) e após (verde) a ocorrência, juntamente com a variação diária da precipitação (P) e da temperatura do ar (Tar).

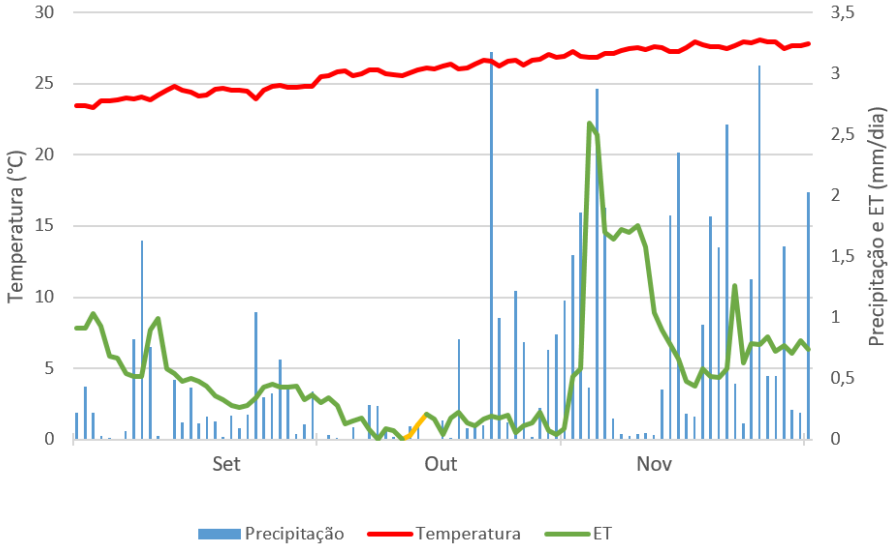


Tabela 1 - Valores médios diários e acumulados mensais, na área de ocorrência do incêndio, dos parâmetros meteorológicos e biofísicos no período de análise.

Período de análise	Média Diária			Acumulado Mensal		
	ET (mm/dia)	P (mm/dia)	T (°C)	ET (mm/mês)	P (mm/mês)	P-ET (mm/mês)
Pré-evento (set./2020)	0.54	0.32	24.28	16.35	9.67	-6.68
Durante-evento (out./2020)	0.14	0.37	26.16	4.31	11.71	7.4
Pós-evento (nov./2020)	1.03	1.03	27.51	30.83	30.97	0.14

A Ta apresentou baixa variabilidade temporal, mantendo valores elevados ao longo de todo o período, com inclinação de crescimento ao longo da série. Esse comportamento reforça a persistência de condições atmosféricas quentes, capazes de intensificar a demanda evaporativa e reduzir a umidade da vegetação e do solo. Por outro lado, a ET destacou-se como a principal variável de resposta às condições de incêndio, apresentando elevada sensibilidade mesmo sob baixa variabilidade de P e de Tar. A redução da ET de 16,35 mm/mês antes do incêndio para 4,31 mm/mês no mês do evento sugere impacto direto do fogo sobre a cobertura vegetal, associado à redução da atividade vegetativa, à perda de biomassa e à diminuição da transpiração. O aumento da ET em novembro, mês subsequente ao incêndio (30,83 mm), pode estar relacionado ao aquecimento das superfícies queimadas, o que favorece a maior absorção de radiação e a intensificação da

evaporação do solo exposto (Souza *et al.*, 2015), em decorrência da maior P acumulada nesse mês (30,97 mm). Já o balanço hídrico ressalta o período de déficit hídrico que precede o incêndio e contribui para o evento; no entanto, sugere um excedente hídrico no mês do incêndio. No mês seguinte, o balanço foi praticamente zero, o que evidenciou valores similares de P e ET (ambos elevados) decorrentes da perda da vegetação. Esses resultados indicam que, em ambientes com limitação hídrica persistente, associada a altas temperaturas, a ET tende a ser mais responsiva às mudanças na superfície do que às próprias variáveis meteorológicas (Lins *et al.,* 2017).

O NDVI apresentou comportamento semelhante em todos os focos (Tab. 2), com redução durante o período do incêndio, seguida de aumento no período pós-evento. Isso está associado ao impacto imediato do fogo sobre a cobertura vegetal, à posterior recuperação da vegetação herbácea e à influência de condições meteorológicas mais favoráveis, como o aumento de P e, consequentemente, da disponibilidade hídrica. Em escala mensal e regional completa, esses efeitos tendem a ser suavizados ao incorporar simultaneamente áreas em diferentes estágios de regeneração (Sun *et al.,* 2021). Esse aumento do NDVI no mês seguinte ao incêndio indica potencial de rápida recuperação da vegetação da caatinga após eventos de P não tão significativos na região.

Tabela 2 - Variabilidade do NDVI e da ET mensais

Período de análise	NDVI					ET (mm/mês)
	Foco 1	Foco 2	Foco 3	Foco 4	Média mensal	
Pré-evento (09/2020)	0.48	0.54	0.48	0.54	0.51	16.35
Durante-evento (10/2020)	0.46	0.43	0.46	0.47	0.46	4.31
Pós-evento (11/2020)	0.63	0.62	0.63	0.69	0.64	30.83

Na análise conjunta da variação diária da ET com os parâmetros meteorológicos (Tabela 3), observa-se uma correlação positiva fraca entre ET e P, indicando uma tendência de crescimento da ET com o aumento da P. Embora a magnitude da correlação seja baixa, o resultado foi estatisticamente significativo ao nível de 5% ($p < 0,05$), sugerindo que a disponibilidade hídrica exerce influência moderada sobre a dinâmica da ET. Esse comportamento está de acordo com estudos que indicam a redução de P e ET em cenários de perturbação da cobertura do solo (Oyama, 2002; Santos *et al.*, 2019).

A correlação entre ET e Ta não apresentou significância estatística, sugerindo ausência de relação monotônica significativa entre as variáveis no período analisado, o que pode ser explicado pela baixa variabilidade da Tar nesse período. Além disso, observou-se uma correlação positiva

forte entre a ET e NDVI (ρ = 0,85), com significância estatística elevada (p < 0,001), indicando uma relação monotônica consistente entre o vigor da vegetação e a perda de água para a atmosfera ao longo do período analisado.

Tabela 3 - Correlação entre a variação da ET e as variáveis meteorológicas (P e Tar) e biofísicas (ET e NDVI).

Variáveis	ρ (Spearman)	p-valor
ET x P	0.21	0.04
ET x Ta	0.19	0.06
ET x NDVI	0.85	0.001

CONCLUSÕES

Os resultados evidenciaram a aplicabilidade de imagens de satélite no monitoramento de variáveis hidrológicas e na análise dos impactos de eventos que alteram a cobertura vegetal, como incêndios. As análises de correlação indicaram uma correlação positiva e fraca entre ET e P, bem como a ausência de correlação significativa entre ET e Tar. Quanto à dinâmica da vegetação, o NDVI apresentou alta correlação com a ET. De modo geral, os resultados destacam o impacto do déficit hídrico prévio ao incêndio e reforçam o potencial da ET como indicador sensível das respostas ambientais em eventos de alteração da vegetação. Principalmente, esse estudo aponta a eficiência do modelo ESTIMET, devido à sua melhor resolução temporal (diária) e espacial (250 m), para detectar mudanças localizadas de ET no curto prazo. Em análises futuras, recomenda-se ampliar o estudo para outras regiões e períodos mais extensos, a fim de compreender melhor a variabilidade espacial e temporal dos processos analisados. Além disso, sugere-se a incorporação de outras variáveis, como a umidade do solo, que podem contribuir para uma avaliação mais completa das dinâmicas hidrológicas em eventos de alteração da vegetação.

AGRADECIMENTOS - Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) concedida à primeira autora por meio da Universidade Federal da Paraíba (UFPB); à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela Bolsa de Fixação de Pesquisador concedida à terceira autora; e ao Núcleo de Estudos de Recursos Hídricos do Semiárido (NERHIS), pelo apoio no processamento dos dados do estudo.

REFERÊNCIAS

AHAMED, A. *et al.* (2022). "Assessing the utility of remote sensing data to accurately estimate changes in groundwater storage". Science of the Total Environment 807, p. 150635. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.150635.

ARAUJO, D. C. S. *et al.* (2026). "PROJENE: High-Resolution Bias-Corrected Climate Projections Dataset (CMIP6) for Northeast Brazil". Zenodo, versão 1.1.0. DOI: 10.5281/zenodo.20466697.

BRITO, N. D. S. *et al.* (2022). "Drought response strategies for deciduous species in the semiarid Caatinga derived from the interdependence of anatomical, phenological and bio-hydraulic attributes". Flora 288, p. 152009.

CLAUDINO, C. M. A. *et al.* (2025). "ESTIMET: Enhanced and Spatial-Temporal Improvement of MODIS EvapoTranspiration algorithm for all sky conditions in tropical biomes". Remote Sensing of Environment 325, p. 114771. DOI: 10.1016/j.rse.2025.114771.

CLAUDINO, C. M. A. *et al.* (2022). "Uso de Google Earth Engine para minimização automática de incertezas causadas por alta cobertura de nuvens em série histórica de NDVI" in Anais do XVI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Caruaru, 2022.

COSTA LINS, F. A.; ARAÚJO, D. C. S.; SILVA, J. L. B.; LOPES, P. M. O.; OLIVEIRA, J. D. A.; SILVA, A. T. C. S. G. (2017). "Estimativa de parâmetros biofísicos e evapotranspiração real no semiárido pernambucano utilizando sensoriamento remoto". Irriga, Edição Especial Irriga & Inovagri, pp. 64–75. DOI: 10.15809/irriga.2017v1n1p64-75.

CRUZ, J. C. G. *et al.* (2024). "Spatial–Temporal Dynamics of Land Use and Cover in Mata da Pimenteira State Park Based on MapBiomas Brasil Data: Perspectives and Social Impacts". AgriEngineering 6(3), pp. 3327–3344.

FERREIRA, E. M. (2014). "Geoprocessamento aplicado ao monitoramento ambiental: análise quantitativa de parâmetros biofísicos de bacia hidrográfica obtidos por sensoriamento remoto". Revista Eletrônica de Engenharia Civil 7(1), pp. 1–13. DOI: 10.5216/reec.v7i1.25193.

FOLHA DE PERNAMBUCO (2020). "Incêndio de grandes proporções atinge parque em área de caatinga no Sertão". Recife, 12 out. 2020. Disponível em: https://www.folhape.com.br/noticias/incendio-de-grandes-proporcoes-atinge-parque-em-area-de-caatinga-no/158175/. Acesso em: 06 Jun 2026.

KHAN, M. S.; JEONG, J.; CHOI, M. (2021). "An improved remote sensing based approach for predicting actual evapotranspiration by integrating LiDAR". Advances in Space Research 68, pp. 1732–1753.

LI, Z.-L. *et al.* (2009). "A review of current methodologies for regional evapotranspiration estimation from remotely sensed data". Sensors 9(5), pp. 3801–3853. DOI: 10.3390/s90503801.

MELO, D. C. D. *et al.* (2021). "Are remote sensing evapotranspiration models reliable across South American ecoregions?". Water Resources Research 57, e2020WR028752. DOI: 10.1029/2020WR028752.

NEARY, D. G.; RYAN, K. C.; DEBANO, L. F. (2004). "Effects of wildfire on soils and watershed processes". Journal of Forestry 102(6), pp. 16–20. DOI: 10.1093/jof/102.6.16.

NÓBREGA, R. S. (2014). "Impactos do desmatamento e de mudanças climáticas nos recursos hídricos na Amazônia ocidental utilizando o modelo SLURP". Revista Brasileira de Meteorologia 29, pp. 111–120. DOI: 10.1590/0102-778620130024.

OYAMA, M. D. (2002). "Consequências climáticas da mudança de vegetação do Nordeste brasileiro: um estudo de modelagem". Tese de Doutorado em Meteorologia, INPE, São José dos Campos.

PARQUE ESTADUAL MATA DA PIMENTEIRA. "Parque Estadual Mata da Pimenteira". Disponível em: https://www2.cprh.pe.gov.br/uc/parque-estadual-mata-da-pimenteira/. Acesso em: 06 Jun 2026.

SANTOS, L. L. *et al.* (2019). "Impactos das mudanças do uso da terra na evapotranspiração em área transicional entre os biomas Amazônia e Cerrado" in Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Foz do Iguaçu, 2019.

SILVA, B. B. *et al.* (2015). "Changes to the energy budget and evapotranspiration following conversion of tropical savannas to agricultural lands in São Paulo State, Brazil". Ecohydrology 8(7), pp. 1272–1283. DOI: 10.1002/eco.1580.

SUN, L.; GAO, F.; XIE, D.; ANDERSON, M.; CHEN, R.; YANG, Y.; YANG, Y.; CHEN, Z. (2021). "Reconstructing daily 30 m NDVI over complex agricultural landscapes using a crop reference curve approach". Remote Sensing of Environment 252, p. 112124. DOI: 10.1016/j.rse.2020.112124.