

ANÁLISE DE TRILHA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL (ETR) DO MUNICÍPIO DE CAICÓ-RN

Eryka Evelyn Medeiros Brilhante¹

Stefeson Bezerra. de Melo²

Eduarda Dantas Medeiros³

RESUMO

A evapotranspiração pode ser definida como um processo simultâneo e dinâmico de mudança do estado físico da água pela evaporação no solo e pela transpiração das plantas. Caicó é um município no estado do Rio Grande do Norte (Brasil), localizado na região do Seridó zona central do estado, sendo o bioma da região é a caatinga, é afetado por períodos longos de estiagem e secas extremas, com isso a vegetação sofreu uma adaptação caindo as folhas durante o período de estiagem. O clima semiárido tem baixa umidade e pouco volume pluviométrico, nesse contexto a análise de trilha baseia-se no estudo dos efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas sobre uma variável básica, em que avaliações são adquiridas por meio de equações de regressão, em que as variáveis são previamente padronizadas. Desse modo, o trabalho tem por objetivo analisar os efeitos diretos e indiretos de variáveis climáticas sobre a evapotranspiração real no município de Caicó-RN de uma série normal climatológica de trinta anos. A variável com maior efeito direto absoluto sobre a ETR foi a precipitação total (0,50), seguida da umidade relativa (0,30) e velocidade do vento (-0,22), demonstrando que essas variáveis são as maiores responsáveis pela Evapotranspiração Real.

Palavras-chave: Evaporação. Agrometeorologia. Processos climáticos.

1 INTRODUÇÃO

O processo físico no qual um líquido passa ao estado gasoso é chamado de evaporação, e isso pode ser devido à radiação solar e aos processos de difusão molecular e turbulenta. Além da radiação solar, variáveis como a temperatura do ar, a velocidade do vento e insolação, também interferem na evaporação. Por sua vez, a evapotranspiração pode ser definida como um processo simultâneo e dinâmico de mudança do estado físico da água pela evaporação no solo e pela transpiração das plantas [ALENCAR et al 2011].

1, 3 – Estudante do curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Angicos.

¹eryka.evelyn@gmail.com

³eduardadantas012@gmail.com

2 – Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia da Informação, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Angicos

²stefeson@ufersa.edu.br

A evapotranspiração é importante para o balanço hídrico de uma bacia como um todo e, principalmente, para o balanço hídrico agrícola, que poderá envolver o cálculo da necessidade de irrigação. As pesquisas voltadas para a evapotranspiração real (ETR), são importantes no planejamento da gestão de bacias hidrográficas, além de serem amplamente necessárias para as modelagens meteorológica e hidrológica, bem como diante do manejo da agricultura irrigada, principalmente no que diz respeito ao aspecto hídrico [BEZERRA et al 2008].

[FRANCISCO et al 2017] Demonstrou que as estimativas de ETo mensais para o Estado da Paraíba apresentam dependência da localização geográfica, sobretudo da topografia do local, assim como [SOUZA et al 2017] ao comparar métodos alternativos com métodos padrão de evapotranspiração de referência, indicaram que para diferentes regiões os métodos alternativos devem ser testados individualmente.

Os processos climáticos do Nordeste Brasileiro são complexos e associados ao comportamento de vários sistemas de circulação atmosférica, dentre os mais atuantes são os sistemas frontais [KOUSKY 1979], a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) [UVO 1989], os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior [KOUSKY 1981] e os Distúrbios de Leste [ESPINOZA], como também os fatores orográficos, de maritimidade e continentalidade, resultando em uma grande variabilidade espacial e temporal das variáveis meteorológicas, como a precipitação, temperatura, umidade relativa e regime hidrológico, e em especial no Estado do Rio Grande do Norte.

2 DESENVOLVIMENTO

Nesse contexto, o município de Caicó, pertencente ao Rio Grande do Norte, é considerado a principal sede do Seridó. Possui um território com uma área de 1.228.574,00 km², apresenta uma população, de acordo com estimativas do IBGE de 2020, estimada em 68.343 habitantes. Situada na confluência dos rios Seridó e Barra Nova, na microrregião do Seridó Ocidental, possui um clima semiárido, indicando uma densidade de 55,6 hab./km² e exibe uma altitude média de 151 metros acima do nível do mar [IBGE 2020].

Dessa forma, um estudo que permita analisar a situação dos últimos 30 anos em relação a evaporação e transpiração das plantas é relevante para planejar, diagnosticar e prever os riscos futuros para a administração dos recursos hídricos.

1, 3 – Estudante do curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Angicos.

¹eryka.evelyn@gmail.com

³eduardadantas012@gmail.com

2 – Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia da Informação, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Angicos

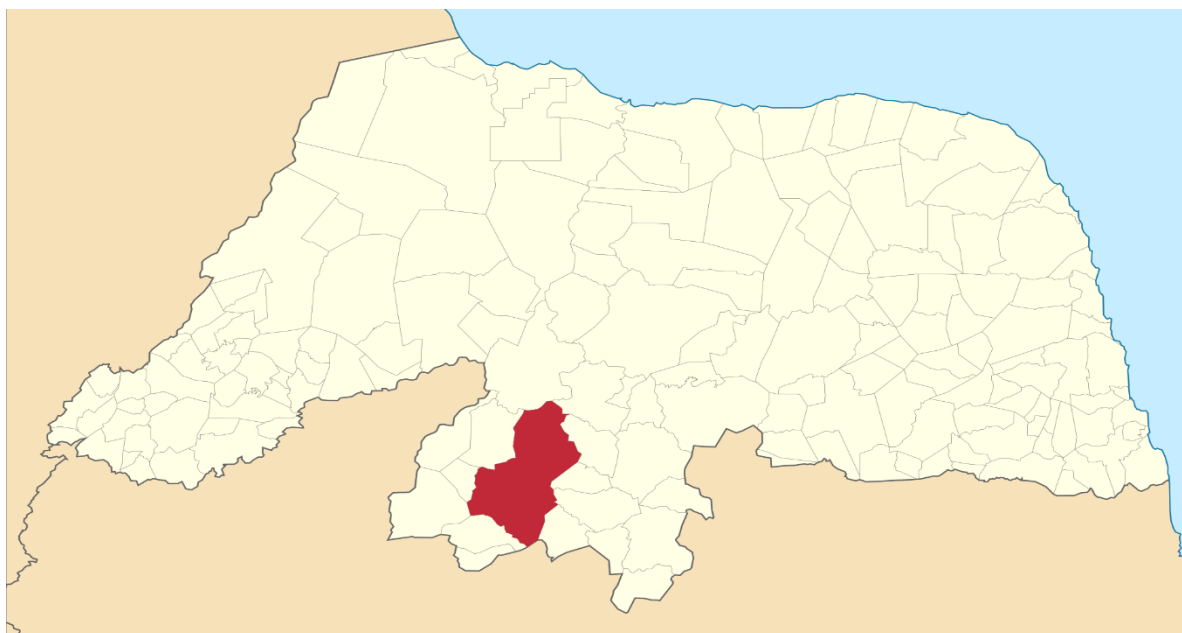
²stefeson@ufersa.edu.br

Para isso, a análise de trilha baseia-se no estudo dos efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas sobre uma variável básica, em que avaliações são adquiridas por meio de equações de regressão, em que as variáveis são previamente padronizadas. Pode-se mencionar o estudo das correlações entre variáveis que é aplicável em praticamente todos os campos de pesquisa. Entretanto, a correlação simples permite apenas avaliar a magnitude e o sentido da associação entre duas variáveis, mas não oferece as informações necessárias sobre os efeitos diretos e indiretos de um grupo de variáveis independentes em relação a uma variável dependente [CRUZ et al 2004].

Desse modo, o trabalho tem por objetivo analisar os efeitos diretos e indiretos de variáveis climáticas sobre a evapotranspiração real no município de Caicó-RN de uma série normal climatológica de trinta anos.

O presente estudo utilizou uma análise de trilha para quantificar e observar os efeitos diretos e indiretos das variáveis Precipitação total (mm), UR – Umidade Relativa (%), Velvent – Velocidade do vento (km/h), Ins – insolação (hrs), Tmed – Temperatura Média e Tmax – Temperatura máxima sobre a ETR – Evapotranspiração Real (mm) utilizando as médias de trinta anos (normal climatológica) de 1989 a 2018 da estação meteorológica convencional do BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do município de Caicó (Figura 1) do Estado do Rio Grande do Norte.

Figura 1 – Localização do Município de Caicó no Rio Grande do Norte



Fonte: WIKIPÉDIA (2021)

1, 3 – Estudante do curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa, Campus Angicos.

¹eryka.evelyn@gmail.com

³eduardadantas012@gmail.com

2 – Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia da Informação, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa, Campus Angicos

²stefeson@ufersa.edu.br

Foram estimados os coeficientes de correlação de Pearson entre os caracteres, cuja significância foi avaliada pelo teste t de Student, a 1% de probabilidade. Aplicou-se o teste de Lilliefors para verificar a aderência dos dados à distribuição normal. Logo após, procedeu-se a análise de trilha considerando a ETR como variável dependente com todas as variáveis, divididas em duas cadeias, primária e secundária.

Primeiro, foram estabelecidas, seguindo um conhecimento prévio das variáveis, as hipóteses de relações de causa e efeito entre as variáveis que darão origem aos coeficientes de trilha. Após essa pré-definição foi aplicado o método da correlação parcial nas variáveis envolvidas no modelo com o objetivo de verificar a consistência dessa formulação de causas e efeitos.

De acordo com esse critério, se a diferença entre r_{ij} (correlação linear simples entre as variáveis X_i e X_j) e $r_{ij,k}$ (correlação parcial linear entre X_i e X_j , controlando para X_k) é alta, então pode ser aceito que X_k participa da trilha causal entre X_i e X_j [GOLDSMITH, 1977]. Essa diferença é escrita da seguinte forma:

$$|r_{ij} - r_{ij,k}| = \Delta_{ij} \quad (1)$$

A interpretação dos efeitos dos coeficientes de trilha foi feita a partir dos coeficientes de correlação de Pearson (r), conforme [LÚCIO et al 2013]: quando o r e o efeito direto foram semelhantes em magnitude e sinal, a correlação explicou bem a associação entre as variáveis; se o r foi positivo e o efeito direto, próximo a zero ou negativo, a correlação foi ocasionada pelos efeitos indiretos; quando o r esteve próximo a zero e o efeito direto foi positivo e alto, os efeitos indiretos foram considerados os responsáveis pela falta de correlação; e se o r foi negativo e o efeito direto foi positivo e alto, ignoraram-se os efeitos indiretos e consideraram-se apenas os diretos.

Foram utilizados o programa Microsoft Excel® 365 para tabular os dados e confeccionar o gráfico, e o programa GENES [CRUZ 2006] para realização da análise de trilha.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na figura 2 observa-se a evolução anual média da ETP – Evapotranspiração potencial (mm) e da ETR – Evapotranspiração Real (mm). Nota-se que a ETP durante todo o ano possui pouca variação (135,9 a 159,4 mm) em comparação com a ETR (1,83 a 129,5 mm), o que evidencia a ocorrência de altas temperaturas durante todo o ano, enquanto que os maiores

1, 3 – Estudante do curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa, Campus Angicos.

¹eryka.evelyn@gmail.com

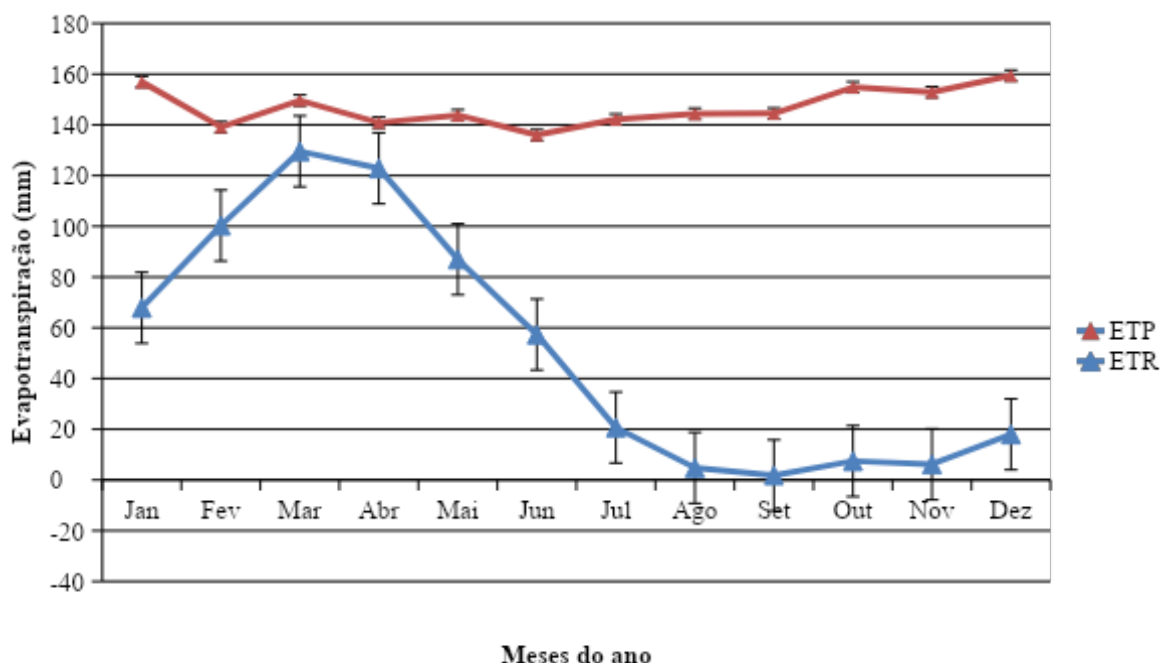
³eduardadantas012@gmail.com

2 – Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia da Informação, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa, Campus Angicos

²stefeson@ufersa.edu.br

valores de ETR está diretamente ligada ao período chuvoso que na região é de fevereiro a abril.

Figura 2 – Evolução média mensal da ETP – Evapotranspiração potencial (mm) e da ETR – Evapotranspiração Real (mm) do município Caicó-RN de 1989 a 2018.



Fonte: Autoria própria(2021)

Por essa razão resolveu-se separar as variáveis em dois grupos primário e secundário. As variáveis PrecTot – precipitação total (mm), UR – Umidade Relativa (%), Velvent – Velocidade do vento (km/h), para a cadeia primária e as variáveis Ins – insolação (hrs), Tmed – Temperatura Média e Tmax – Temperatura máxima na cadeia secundária.

Na tabela 1 se configura a análise de trilha realizada para o município de Caicó-RN, com R^2 de 0,98 e resíduo de 0,15 para cadeia primária e R^2 de 0,58 com resíduo de 0,65 para a cadeia secundária. Assim, a cadeia secundária se mostrou menos relevante que a primária, por outro lado, o modelo explicativo adotado expressou a relação de causa e efeito entre as variáveis primárias (PrecTot, UR e VelVent) e a ETR, conforme relata [NOGUEIRA et al 2012].

A variável com maior efeito direto absoluto sobre a ETR foi a precipitação total (0,50), seguida da umidade relativa (0,30) e velocidade do vento (-0,22) na cadeia principal. Por outro lado, observa-se que PrecTot é a maior responsável pela ETR. Já que UR e Velvent

1, 3 – Estudante do curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA, Campus Angicos.

¹eryka.evelyn@gmail.com

³eduardadantas012@gmail.com

2 – Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia da Informação, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA, Campus Angicos

²stefeson@ufersa.edu.br

sofrem efeitos indiretos altos da PrecTot, isso provavelmente se deve a alta e pouca variação da ETP durante todo o ano.

Ao analisar a cadeia secundária para a variável insolação observa-se um valor negativo de r , que se deve aos efeitos indiretos das temperaturas máxima e média, e que há efeito direto relevante sobre a ETR porém os efeitos indiretos se sobressaem. E isso se estende para toda a análise.

Em relação às temperaturas máxima e média apesar de efeitos diretos absolutos altos, são muito influenciados por efeitos indiretos, indicando forte codependência entre eles, o que pode indicar que a radiação solar global para está mais adequadamente associados a ETR, e que estudos mais específicos em relação a radiação solar sejam necessários para elucidar com mais clareza esse aspecto.

Desta forma, considerando o intervalo temporal de 30 anos utilizado neste estudo. Percebe-se, que é indiscutível como a análise de trilha colaborou com este estudo, e como ela pode ajudar nas áreas de Engenharia. Facilitando a demonstração de resultados, mas alguns resultados da pesquisa ainda são poucos explicitados, necessitando um estudo melhor entre as variáveis obtidas que isoladamente, as ideias analisadas podem não ser tão interessantes, mas o potencial aumenta quando elas são vistas como parte de um agrupamento de ideias [MAGNUSSON 2014].

Tabela 1 – Valores da correlação (r) da análise de trilha da ETR para o município de Caicó-RN divididas em cadeia primária e secundária de 1989 a 2018.

Cadeia primária		Cadeia Secundária	
Variável PrecTot		Variável Ins	
Efeito direto sobre ETR	0,50	Efeito direto sobre ETR	0,31
Efeito indireto via UR	0,26	Efeito indireto via Tmed	2,76
Efeito indireto via VelVent	0,20	Efeito indireto via Tmax	-3,66
Total (r)	0,96	Total (r)	-0,58
Variável UR		Variável Tmed	
Efeito direto sobre ETR	0,30	Efeito direto sobre ETR	4,19
Efeito indireto via PrecTot	0,43	Efeito indireto via Ins	0,21
Efeito indireto via VelVent	0,21	Efeito indireto via Tmax	-4,59
Total (r)	0,94	Total (r)	-0,20
Variável VelVent		Variável Tmax	

1, 3 – Estudante do curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Angicos.

¹eryka.evelyn@gmail.com

³eduardadantas012@gmail.com

2 – Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia da Informação, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Angicos

²stefeson@ufersa.edu.br

Efeito direto sobre ETR	-0,22	Efeito direto sobre ETR	-4,69
Efeito indireto via PRecTot	-0,45	Efeito indireto via Ins	0,24
Efeito indireto via UR	-0,28	Efeito indireto via Tmed	4,10
Total (r)	-0,95	Total (r)	-0,34
R ²	0,98	R ²	0,58
Efeito residual	0,15	Efeito residual	0,65

Fonte: Autoria própria (2021)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A precipitação total foi o elemento meteorológico que mais influencia a evapotranspiração real diretamente, seguida da umidade relativa e velocidade do vento. As temperaturas média e máxima atuam principalmente de forma indireta.

A análise de trilha se mostrou eficaz para realização de estudos sobre os efeitos diretos e indiretos da evapotranspiração real em Caicó-RN.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço por sempre aos meus avós estarem me apoiando, Rita Brilhante, Maria de Loures e senhor Lídio, obrigada. Agradeço a minha mãe Sandra e ao meu pai Francko, e a todos os meus familiares, pessoas importantíssimas, que amo muito. E agradeço imensamente a todos os meus amigos de Caicó, Areia Branca, Lajes, Angicos, Assu, São Vicente, Currais Novos, Natal, Mossoró e de São Rafael, pessoas que amo e respeito, seres humanos especiais. E por fim, um dos mais importantes, ao meu orientador que topou esse trabalho comigo e me ajudou muito, portanto muito obrigada.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, L.P. de; SEDIYAMA, G.C; WANDERLEY, H.S.; ALMEIDA, T.S; DELGADO, R.C, Avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades no Norte de Minas Gerais, Revista engenharia na agricultura, v,19, p,437-449, 2011.

BEZERRA, B. G.; SILVA, B. B.; FERREIRA, N. J. Estimativa da evapotranspiração real diária utilizando-se imagens digitais TM -Landsat 5. Revista Brasileira De Meteorologia, São José dos Campos –SP, v. 23, n. 3, p. 305-317, 2008.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 2004. v.2. 480p.

1, 3 – Estudante do curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa, Campus Angicos.

¹eryka.evelyn@gmail.com

³eduardadantas012@gmail.com

2 – Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia da Informação, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa, Campus Angicos

²stefeson@ufersa.edu.br

CRUZ, C.D. Programa genes: biometria. Viçosa: UFV, 2006. 382p.

ESPINOZA, E. S. 1996. Distúrbios nos ventos de leste no Atlântico tropical. Dissertação (Mestrado). São José dos Campos, INPE.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D. 2017. Climatologia Do Estado Da Paraíba. EDUFCG, Ed. 1º, 78.

GOLDSMITH, J. R. Paths of association in epidemiological analysis: application of a confounding factor, since no statistical test or procedure cation to health effects of environmental exposures. International journal of epidemiology, oxford, v. 6, n. 4, p. 391-399, 1977.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 26 Agosto de 2020

KOUSKY, V. E. 1979. Frontal influences on northeast Brazil. Monthly weather review 107, 1140-1153.

KOUSKY, V. E.; Gan, M. A. 1981. Upper tropospheric cyclones vórtices in the tropical South Atlantic. Tellus 33, 538-551..

LÚCIO, A.D.C.; STORCK, L.; KRAUSE, W.; GONÇALVES, R.Q.; NIED, A.H. Relações entre os caracteres de maracujazeiro-azedo. Ciência Rural, v.43, p.225-232, 2013. DOI: 10.1590/S0103-84782013000200006.

MAGNUSSON, P., NETZ, J., WÄSTLUND, E. Exploring holistic intuitive idea screening in the light of formal criteria 2014.

NOGUEIRA, A,P,O; SEDIYAMA, T; SOUSA, L, B de; HAMAWAKI, O, T; CRUZ, C, D; PEREIRA, D, G; MATSUO, E; Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. Bioscience Journal.,Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 877-888, Nov./Dec. 2012.

SOUZA, J. L. M.; JERSZURKI, D.; SCHAFER, R. GURSKI, B.C. SCHAFER, H. 2017. Balanço Hídrico Climatológico: Precipitação e Evapotranspiração de referência estimadas com metodologia alternativa. Revista brasileira de climatologia 20, 284-298.

UVO, C. R. B. 1989. A zona de convergência intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na região norte e nordeste brasileiro. Dissertação (Mestrado). São José dos Campos, INPE, São Paulo.

1, 3 – Estudante do curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA, Campus Angicos.

¹eryka.evelyn@gmail.com

³eduardadantas012@gmail.com

2 – Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia da Informação, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA, Campus Angicos

²stefeson@ufersa.edu.br

WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/caico>> Acesso em: 8 abril out 2021.

1, 3 – Estudante do curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Angicos.

¹eryka.evelyn@gmail.com

³eduardadantas012@gmail.com

2 – Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia da Informação, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Angicos

²stefeson@ufersa.edu.br