

**Necessidades hídricas das grammas batatais (*Paspalum notatum* Flüggé) e esmeralda (*Zoysia Japonica* Steud) estimadas por sensoriamento remoto****Water requirement of batatal and emerald grasses estimated by remote sensing**

DOI:10.34117/bjdv6n7-367

Recebimento dos originais: 15/06/2020

Aceitação para publicação: 15/07/2020

**Michel Aldrighi**

Eng. Agrônomo, pós-graduando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Instituição: Universidade Federal de Goiás (EA / UFG)  
Endereço: Goiânia, GO, Brasil.  
E-mail: micalagronomo@outlook.com

**Carlos Cesar Silva Jardim**

Eng. Agrônomo, pós-graduando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Instituição: Universidade Federal de Goiás (EA / UFG)  
Endereço: Goiânia, GO, Brasil.  
E-mail: carlosbirosk@hotmail.com

**José Alves Júnior**

Eng. Agr., Professor Doutor, Escola de Agronomia – UFG  
Endereço: Goiânia, GO, Brasil.  
E-mail: jose.junior@pq.cnpq.br

**Rafael Battisti**

Eng. Agr., Professor Doutor, Escola de Agronomia – UFG  
Endereço: Goiânia, GO, Brasil.  
E-mail: battisti@ufg.br

**Derblai Casaroli**

Eng. Agr., Professor Doutor, Escola de Agronomia – UFG  
Endereço: Goiânia, GO, Brasil.  
E-mail: derblaicasaroli@pq.cnpq.br

**Adão Wagner Pego Evangelista**

Eng. Agr., Professor Doutor, Escola de Agronomia – UFG  
Endereço: Goiânia, GO, Brasil.  
E-mail: awpego@pq.cnpq.br

**RESUMO**

A produção de grama tem ganhado importância ao longo dos anos, notado pela sua utilização em larga escala na composição de áreas verdes, jardins e campos esportivos. Entretanto, na região do cerrado, o uso da irrigação no período de estiagem (Abril a Setembro) é fundamental para garantir gramados vigorosos ao longo do ano. Porém, com a restrição de uso da água, sobretudo nas cidades, as práticas de cuidados com gramados devem mudar e uma forma de otimizar o uso da água na irrigação de gramados é identificar qual a melhor espécie de grama quanto ao consumo de água (ETc). Assim, o objetivo deste estudo foi estimar as necessidades hídricas das gramas batatais e esmeralda para a região de Trindade – GO (Distrito de Santa Maria), utilizando o sensoriamento remoto (Imagens Sentinel 2 e Algoritmo SAFER) de 01/10/2018 a 31/07/2019. As gramas batatais e esmeralda apresentaram Kc de 1,05 e 1,0, para a estimativa feita através do método do sensoriamento remoto, respectivamente. Portanto, observou-se que em média a grama esmeralda apresentou 4,76 % menor demanda hídrica em comparação a grama batatais.

**Palavras-chave:** Evapotranspiração, coeficiente de cultura, gramados, paisagismo, cerrado.

**ABSTRACT**

Grass production has gained importance over the years, noted for its large-scale use in the composition of green areas, gardens and sports fields. However, in the cerrado region, the use of irrigation during the dry season (April to September) is essential to ensure vigorous lawns throughout the year. However, with the restriction of water use, especially in cities, lawn care practices must change and a way to optimize water use for lawn irrigation is to identify which is the best species of grass in terms of water requirement (ETc). Thus, the objective of this study was to estimate the water requirement of the batatal and emerald grasses for the region of Trindade - GO (Santa Maria District), Brazil, using remote sensing (Images Sentinel 2 and Algorithm SAFER) from 10/01/2018 to 07/31/2019. The batal and emerald grasses showed Kc of 1.05 and 1.0, for the estimate made through the remote sensing method, respectively. Therefore, it was observed that, on average, the emerald grass presented 4.76% less water demand compared to batatal grass.

**Key words:** Evapotranspiration, crop coefficient, lawns, landscaping, Brazilian savanna.

**1 INTRODUÇÃO**

O gramado é elemento fundamental em projetos de paisagismo. Os jardins, por menores que sejam, ficam mais harmoniosos quando uma área é ocupada por tapete verde de grama natural e o motivo é devido a ela ser responsável fundamental na perspectiva do paisagismo pela profundidade dos outros elementos que formam a área verde. (Hooper, 2012.)

O Brasil apesar de ainda não figurar entre os maiores produtores de gramas do mundo, atingiu no último ano aproximadamente 17 mil hectares, e movimentou US\$ 53 milhões, mostrando que este é um setor em pleno crescimento. No país, predomina o cultivo de gramas de clima quente, fato este atribuído a maior adaptabilidade dessas espécies ao clima tropical, destacando-se como principais gramas cultivadas a Esmeralda, Santo Agostinho e Bermuda (Carribeiro, 2010). Como destaque a grama esmeralda representa 80% do total comercializado, posicionando assim a grama como importante segmento da agricultura, da indústria de insumos e máquinas (Agrabras, 2019).

O revestimento de obras rodoviárias com seus gigantescos taludes e suas áreas para descanso, desperta a cadeia produtiva para um nicho importante e novo do paisagismo, sendo amplamente utilizada aa grama-batatais (*Paspalum notatum Flügge*), no entanto, aos poucos, ela está sendo substituída pela grama-esmeralda (*Zoysia japonica Steud.*) (Gereolineto, 2008).

A grama-batatais é obtida em sua maior parte por meio do extrativismo de grandes áreas, normalmente distante do local de implantação, apresentando problemas principalmente de transporte, logística, colheita manual que é demorada e trabalhosa (Gerolineto, 2008).

Entretanto, é uma gramínea rústica, que se adapta a solos de baixa fertilidade, possui resistência ao déficit hídrico e pisoteio, além de custo menor devido ao comércio geralmente informal.

É também, muito utilizada para a formação de gramados em campos esportivos, parques, áreas industriais, pastagem, combate a erosão em terrenos acidentados (taludes e encostas), devido à boa cobertura que proporciona e o modo com que as raízes interagem com o solo (Gerolineto, 2008, Carboim, 2014).

Para manutenção dos gramados, sobretudo na região do cerrado, o uso da irrigação é muito importante. E essa prática é um dos muitos competidores no uso de água no meio urbano, principalmente no Brasil com pouca tradição em reuso de água. Até regiões de clima úmido, necessitam de irrigação periódica para manutenção e sobrevivência do gramado em períodos de estiagem (Carrow, 1996).

Para o desenvolvimento da grama é fundamental que o manejo da irrigação seja realizado de forma eficiente, visando à otimização dos recursos hídricos. Observa-se que a utilização dos recursos está sendo realizada com pouco embasamento científico onde muitos irrigantes avaliam quando e quanto irrigar de maneira visual, sem adoção do manejo da água para irrigação (Carribeiro, 2010).

Na literatura especializada evidencia-se que não basta irrigar, sendo necessário aplicar a quantidade de água adequada à planta, conforme o seu estágio de desenvolvimento.

A exemplo de gramas de clima frio não é necessário aplicar 100% da evapotranspiração de referência – ETo nas irrigações para manter a qualidade do gramado (Dacosta e Huang, 2006). E gramas de clima quente a reposição de 60 a 80% da ETo são suficientes para garantir boa qualidade dos gramados (Carrow, 1996, Carboim, 2014). Porém, são escassos os estudos sobre necessidades hídricas de gramados, principalmente que comparam a evapotranspiração de espécies diferentes em condições tropicais.

Para mensurar a necessidade hídrica, a utilização da evapotranspiração pode ser obtida por medidas in loco utilizando métodos diretos, como os lisímetros ou evapotranspirômetros, e utilizando métodos indiretos, como o balanço de água no solo e o balanço de energia. Dentre os métodos de realização do balanço de energia, o sensoriamento remoto tem sido muito utilizado para obtenção da evapotranspiração de diversas culturas (Sales et al., 2016 e 2017.)

Para estimativa da evapotranspiração por sensoriamento remoto, as imagens podem ser obtidas por sensores orbitais de imageamento gratuitos (satélites), como: Landsat 8, Sentinel 2 e MODIS (Teixeira, 2013; Franco, 2015; Thenkabail, 2016); e algoritmos mais comuns são: SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) (Bastiaanssen et al., 2014), METRIC (Mapping Evapo Transpiration at High Resolution using Internalized Calibration) (Allen et al., 2007) e o SAFER (Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving) (Teixeira, 2010).

Dessa maneira, este estudo teve como objetivo estimar e comparar as necessidades hídricas das espécies de grama batatais (*Paspalum notatum Flüggé*) e esmeralda (*Zoysia japônica Steud*), em Goiás, utilizando de sensoriamento remoto com aplicação do algoritmo SAFER.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido em duas áreas: a primeira área, de produção de grama esmeralda (*Zoysia japônica Steud*) irrigada por pivô central (16°45'42,72"S e 49°35'31,01'O, 704 m de altitude), e a segunda área, em um gramado formado pela grama batatais (*Paspalum notatum Flüggé*) (16°44'46.83" S e 49°36'22.58"O, 659m de altitude), ambos no distrito de Santa Maria, em Trindade-GO. O solo predominante é o latossolo vermelho-amarelo distrófico, argiloso (50% de argila, 11% de silte e 39% de areia). O clima da região é classificado como AW, com período chuvoso de outubro a março e período seco de abril a setembro (Alvares et al., 2013).

Para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) pelo método de Penman Monteith, utilizou-se dados meteorológicos disponíveis no banco de dados do Nasa Power (Allen et al., 1998). As irrigações, nas duas áreas, foram realizadas inclusive no período de chuvas, exceto quando as chuvas ocorriam diariamente. Assim, considerou-se que para ambos os gramados não houve restrição hídrica para as plantas ao longo do período de estudo.

Para a estimativa do coeficiente da cultura (K<sub>c</sub>) pelo método do sensoriamento remoto, foram selecionadas imagens mensais do satélite Sentinel 2 obtidas gratuitamente no banco de imagens do United States Geological Survey (USGS, 2015), sem presença de nuvens para eliminar a interferência causada por sombreamento entre os dias 01/10/2018 a 31/07/2019

As imagens disponibilizadas pelo satélite Sentinel 2 possuem correções de refletância, mas para utilização em algoritmos é necessário que sejam reprojatadas para o datum WGS 84 em coordenadas geográficas e então esses arquivos formaram a *data base* para a estimar evapotranspiração, características de refletância e fluxo de energia e elementos de vegetação.

Após tratadas as imagens, calculou-se o albedo da superfície no topo da atmosfera, índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI), saldo de radiação e temperatura da superfície, possibilitando a implementação do algoritmo SAFER (*Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving*), através do qual se determinou a evapotranspiração atual da cultura pela equação:

$$\frac{ET}{ET0} = \exp \left[ a + b \left( \frac{T_0}{\alpha_0 * NDVI} \right) \right]$$

Onde:

ET: Evapotranspiração atual;

ET0: Evapotranspiração potencial;

a e b= coeficientes de ajuste (1.8 e -0.008 respectivamente)(TEIXEIRA et al., 2016);

T<sub>0</sub>= temperatura da superfície (°K);

α<sub>0</sub>= albedo da superfície no topo da atmosfera e

NDVI= índice de vegetação por diferença normalizada na banda verde.

Os valores de evapotranspiração potencial, obtido na data do imageamento são necessários para a determinação da evapotranspiração atual e foi calculado pela equação de Penman- Monteith-FAO 56:

$$ETc = \frac{ET}{ET0} * ET0$$

Onde:

ETc= evapotranspiração da cultura.

Os dados estimados necessitam ser aferidos e tal aferição foi feita através da comparação com o valor esperado para a cultura de acordo com o boletim FAO 56, as evapotranspirações da cultura foram determinados pela equação:

$$ETc = ET0 * kc$$

Onde:

kc= coeficiente de cultura é 1 para cultura da grama.

A análise estatística foi realizada correlacionando-se os dados estimados pelo sensoriamento remoto com os estimados pelo método padrão da FAO 56 através de uma análise de regressão linear em que se considerou os indicadores estatísticos, coeficiente de determinação que varia de 0 a 100%

e indica quão bem o modelo se ajusta as observações, coeficiente de correlação simples de Pearson “r” e pelo índice de Willmott “d”. O índice de ajustamento “d” de Willmott, que varia de 0 a 1, representa o quanto os valores estimados ajustam-se a valores medidos, ou seja, é uma medida de quão bem o modelo estima o afastamento dos dados da média observada (Willmott et al., 1985).

$$d = 1 - \frac{\sum(P_i - O_i)^2}{\sum(|P_i - O| + |O_i - O|)^2}$$

Onde:

d = coeficiente de concordância;

$P_i$  = evapotranspiração estimada pelo SAFER, mm;

$O_i$  = evapotranspiração estimada pelo método padrão (FAO 56), mm e

O = média dos valores observados pelo método padrão, mm.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

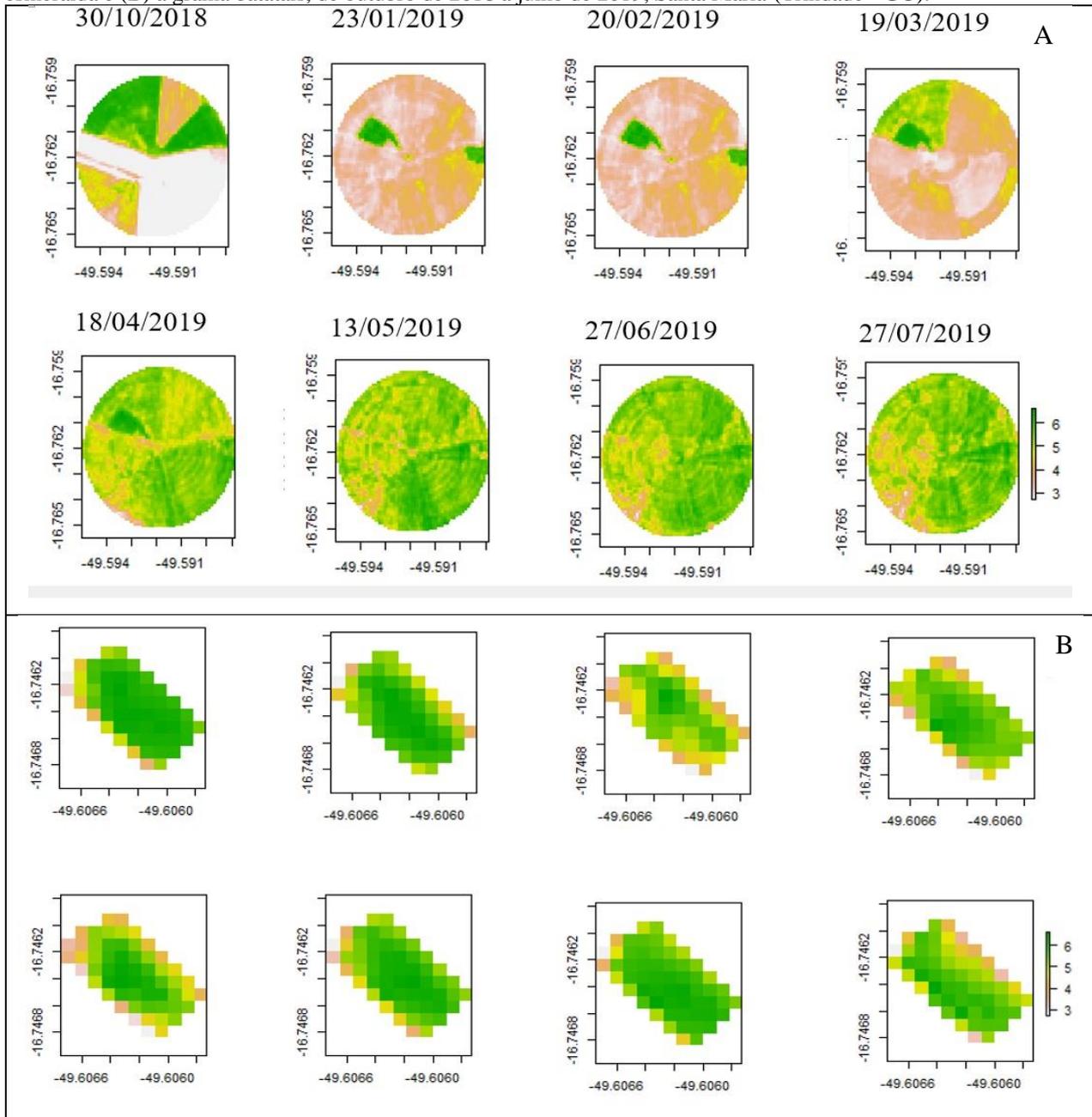
No período avaliado (01/10/2018 a 31/07/2019), 304 dias, as necessidades hídricas totais dos gramados foram 1.337,0 mm e 1.403,9 mm, esmeralda e batatais, respectivamente, utilizando o sensoriamento remoto pelo método SAFER. No mesmo período, os gramados receberam 1132,8 mm de chuva, e mais de 250 mm de irrigação, suprimindo, portanto, a necessidade hídrica da cultura. A temperatura média do ar, ao longo do ciclo da cultura, foi de 24,48 °C (máxima de 32,6 °C em outubro e mínima de 10,2 °C em Julho) sendo esta favorável para o desenvolvimento da cultura, pois, de acordo com Golombek (2006) a temperatura ótima para crescimento sustentado de gramados de clima quente é entre 24 e 35 °C. Isso demonstra que as condições climáticas ao longo do ciclo foram normais para região, sem nenhum evento atípico. E somado a isso, uma adequada adubação e controle do mato, resultou em gramados de adequada aparência visual. Isso demonstra que os gramados avaliados, foram bem representativos para o estudo, o que aumenta a confiabilidade dos dados de evapotranspiração obtidos para região. A quantidade de água recebida pelos gramados, e o manejo de irrigação diário, para os dias sem chuva, evidencia que o conteúdo de água no solo, ao longo do ciclo, não ultrapassou de maneira significativa, em nenhum momento, o limite crítico de 50% da água retida entre os pontos de capacidade de campo e o ponto crítico ( $\theta_{CC}$  e  $\theta_{crit}$ ). Assim, pôde-se considerar as evapotranspirações atuais (ETa) estimadas pelo método SAFER, como evapotranspirações potenciais (ETc). Pois, de acordo com Allen et al. (1998), a ETc é a evapotranspiração máxima potencial de uma cultura, sem restrição hídrica, em boas condições ambientais, nutricionais e fitossanitárias.

Na Figura 1 visualizam-se os mapas de ETa nos meses de outubro de 2018 a julho de 2019 para áreas de estudo. Nota-se que, ao longo de todo período, por se tratar de culturas perenes os

valores de ETa tiveram pouca variação, representada pela intensidade da cor verde nas imagens das áreas, sendo um artifício visual da variação da ETa.

As variações nesses mapas, podem ser causadas na área de grama esmeralda (Figura 1A) devido os diferentes estágios de desenvolvimento do gramado, já que a colheita ocorre ao longo de todo ano e na grama batatais (Figura 1B), por uma possível desuniformidade de aplicação de água na área. Assim, nas imagens foram analisadas somente as partes onde os valores representam gramado completamente fechado, contendo maior densidade de folhas e sem exposição do solo, representando uma cultura em pleno desenvolvimento. Já que, de acordo com Sales et al. (2017) o algoritmo SAFER subestima a evapotranspiração onde há superfície descoberta devido a pouca vegetação.

Figura 1. Evapotranspiração atual (ETa) obtida pelo algoritmo SAFER para a cultura de gramaado, sendo (A) grama esmeralda e (B) a grama batatais, de outubro de 2018 a julho de 2019, Santa Maria (Trindade - GO).



Na Tabela 1 tem-se os dados de albedo, temperatura de superfície, NDVI e Kc de cada imagem para grama esmeralda e para grama batatais, onde podemos observar a variação temporal devido a variação de períodos de chuvas e temperatura para a região.

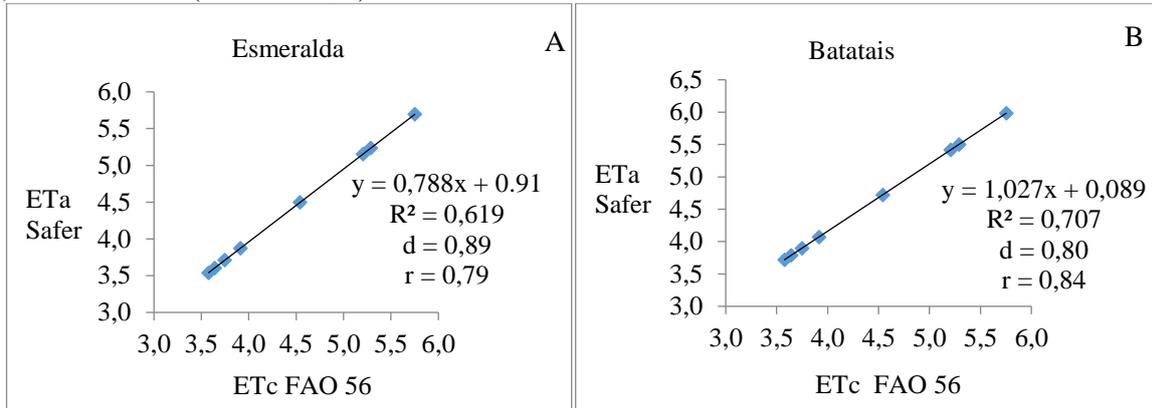
Tabela 1. Dados de albedo, temperatura de superfície, índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) e coeficiente de cultura (Kc) fornecidos pelo sensoriamento remoto (Sentinel / SAFER) de outubro de 2018 a julho de 2019, para grama esmeralda (Esm) e grama batatais (Bat), em Santa Maria (Trindade - GO).

Data das imagens	Albedo		Temperatura(°K)		NDVI		Kc	
	Esm	Bat	Esm	Bat	Esm	Bat	Esm	Bat
30/10/2018	0,199	0,194	304,354	304,326	0,717	0,722	1,052	1,026
23/01/2019	0,197	0,183	304,509	304,219	0,676	0,721	0,919	0,919
02/02/2019	0,199	0,182	301,600	301,326	0,631	0,669	0,990	0,952
19/03/2019	0,186	0,180	303,335	302,790	0,647	0,728	0,820	0,995
14/04/2019	0,187	0,178	300,996	301,718	0,691	0,704	1,076	0,982
13/05/2019	0,182	0,179	300,516	300,780	0,769	0,726	1,268	1,103
27/06/2019	0,187	0,182	303,202	299,898	0,665	0,708	0,875	1,146
27/07/2019	0,197	0,184	299,757	298,937	0,598	0,717	0,992	1,262
Média	0,192	0,183	302,283	301,749	0,674	0,712	0,999	1,048
Desvio Padrão	±0,007	±0,006	±3,536	±3,518	±0,068	±0,033	±0,262	±0,217

Para grama batatais o Kc padrão FAO 56 (Allen et al., 1998), atribui o valor 1 sendo o parâmetro de comparação na realização do estudo. De acordo com Silva (2004) o Kc também pode ser obtido pela razão entre (ETc) evapotranspiração da cultura e a (ETo) evapotranspiração de referência, por fórmulas e elementos da demanda evaporativa quando não há deficiência hídrica. Ainda de acordo com Silva (2004) e Lopes et al. (2011) o Kc pode ser utilizado para cálculo das evapotranspirações das culturas, necessitando de dados meteorológicos representativos da demanda evaporativa da atmosfera, isso torna o dado prático para monitorar a necessidade hídrica da cultura, podendo ser usado em locais diferentes de onde foi determinado, pois é um parâmetro relacionado aos fatores ambientais e fisiológicos das plantas, devendo preferencialmente, ser determinado para as condições locais nas quais será utilizado e devido a essas características, tem ampla aceitação.

Na Figura 2 tem-se o comparativo da ETc estimada pelo método padrão FAO-56 (Allen et al., 1998), com evapotranspiração atual estimada (ETa) utilizando o SAFER, para grama esmeralda e batatais.

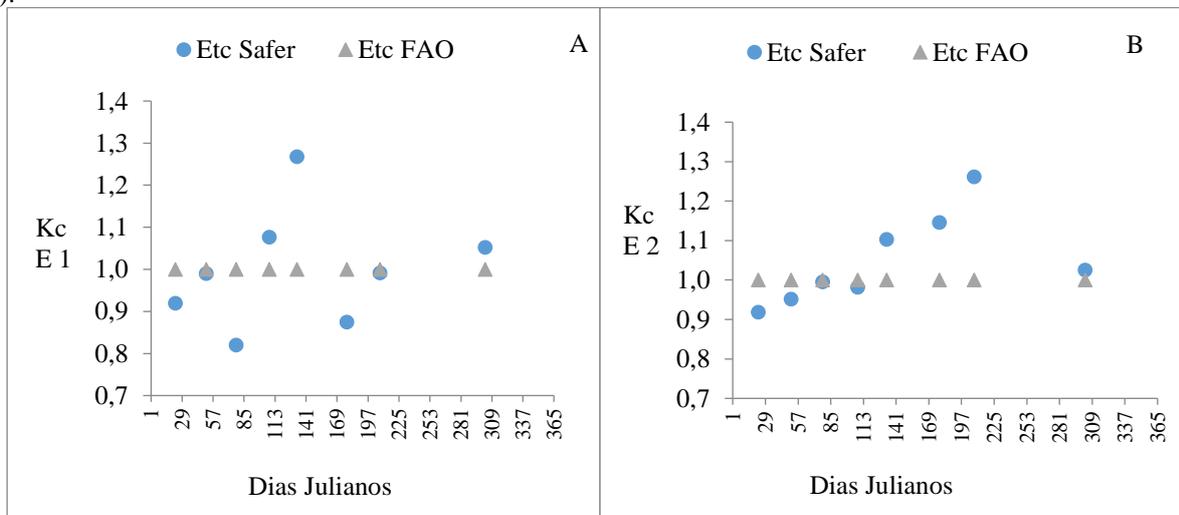
Figura 2. Comparativo da ETc estimada pelo método padrão FAO-56 (Allen et al., 1998), com evapotranspiração estimada atual (ETa) utilizando o SAFER, para as gramas esmeralda (A) e batatais (B), de outubro de 2018 a julho de 2019, em Santa Maria (Trindade - GO).



Para o comparativo da ETc estimada pelo método padrão FAO 56 (Allen et al., 1998) e a ETa utilizando o SAFER, a curva de regressão (Figura 2) que melhor se ajustou aos dados foi a linear, que apresentou uma forte correlação para o índice de Pearson “r” com valores de  $r = 0,79$  e  $r = 0,84$ , respectivamente para as gramas esmeralda e batatais, sendo próximo de 1; o índice de Willmontt “d” apresentou um valor equivalente a 0,89 e 0,80 para as gramas estudadas, sendo próximo a dispersão mínima representada pelo número 1; e o  $R^2$  apresentou, para os métodos de estimativa, um valor equivalente a 0,619 para grama esmeralda e 0,707 para a grama batatais; mostrando um ajuste significativo das variáveis analisadas.

A Figura 3 trás o comparativo entre o Kc do padrão FAO 56 (Allen et al., 1998) com o valor médio fornecido pelo algoritmo SAFER, para grama esmeralda Figura A e grama batatais Figura B.

Figura 3. Comparativo de Kc estimado pelo método padrão FAO-56 (Allen et al., 1998), com Kc estimado utilizando o SAFER, para as gramas esmeralda (A) e batatais (B), de outubro de 2018 a julho de 2019, em Santa Maria (Trindade - GO).



Nota-se (Figura 3A) que para grama esmeralda o Kc médio estimado pelo SAFER apresentou-se igual ao Kc padrão FAO, e para grama batatais (Figura 3B) 5% superior. Isso mostra a importância de pesquisas sobre necessidades hídricas para as diferentes espécies de grama, evitando generalizar sempre o uso do Kc igual a 1,0 para gramados.

Os valores de Kc obtidos, para o período de estudo, para grama batatais e grama esmeralda, variaram de 0,91 a 1,26 e de 0,86 a 1,26, respectivamente. Os valores de Kc médios estimados para grama batatais e grama esmeralda foram 1,05 e 1,00, respectivamente. Sendo o consumo da grama batatais 4,76 % maior que o consumo da grama esmeralda.

Resultado semelhante foi encontrado por Silva (2004) e Silva et al. (2007), que divulgaram valores de Kc médio (por lisimetria) para grama batatais e esmeralda de 0,98 e 0,94, respectivamente, variação de 4,1% entre os dois gramados. Apesar da necessidade hídrica similar entre as duas espécies de grama, Silva (2004) e Tomaz (2010), relatam que a grama batatais por ser mais tolerante ao déficit hídrico, a reposição de pelo menos 40% da ETo (no período de menor demanda junho/julho) é suficiente para atender a cultura, enquanto a grama esmeralda precisa da reposição de pelo menos 80% da ETo para manter adequado crescimento vegetal e beleza visual. Isso justifica a recomendação prática de Kc 0,5 para grama batatais e Kc 0,9 para grama esmeralda (Tomaz, 2010). Porém, isso é válido apenas para região sul e sudeste do Brasil, no período frio. Portanto, antes de fazer tal recomendação para região de clima quente, como em Goiás, estudos precisam ser realizados.

#### **4 CONCLUSÃO**

O método de balanço de energia por sensoriamento remoto, através das imagens Sentinel 2 e do algoritmo SAFER mostrou-se eficiente para estimativa da evapotranspiração de gramas batatais e esmeralda, já que os valores estimados apresentaram significativa correlação com o método padrão FAO 56.

Os valores de Kc médios estimados através do sensoriamento remoto para gramas batatais e esmeralda foram 1,05 e 1,00, respectivamente.

**REFERÊNCIAS**

- Associação dos Gramicultores do Brasil – Agrabras – A história dos gramados no Brasil. 2019. <https://agrabras.com.br/>
- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements – FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 1998. 300p.
- Allen, R.G.; Tasumi, M.; Trezza, R. Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC) - Model. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v. 133, p. 380-394, 2007.
- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L.M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711- 728, 2013.
- Bastiaanssen, W. G.; Karimi, P.; Rebelo, L. M.; Duan, Z.; Senay, G.; Muthuwatte, L.; Smakhtin, V. Earth observation based assessment of the water production and water consumption of Nile Basin agro-ecosystems. *Remote Sensing*, v. 6, n. 1, p.10306-10334, 2014.
- Carboim, R. S. Relações hídricas e períodos críticos para produção e manutenção da cultura da grama batatais (*Paspalum notatum*) em Curitiba-PR. Trabalho de graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná. 2014.
- Carribeiro, L. S. Potencial de água no solo e níveis de compactação para o cultivo de grama esmeralda. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Irrigação e Drenagem). 2010.
- Carrow, R. N. Drought resistance aspects of turf grasses in the southeast: root-shoot responses. *Crop Science*, Griffin, v.36, n 1, p. 687-694, 1996.
- Dacosta, M.; Huang, B. Minimum water requirements for creeping, colonial, and velvet bent grasses under fairway conditions. *Crop Science*, Madison, v. 46, p. 81-89, 2006.
- Franco, R. A. M.; Hernandez, F. B. T.; Teixeira, A. H. C. Aplicação do algoritmo SAFER na determinação da evapotranspiração em condições de sazonalidade climática no noroeste paulista. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.
- Gerolineto, E. Desenvolvimento da grama esmeralda (*Zoysia japonica*) sob dois manejos de irrigação. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Ciência do Solo). 2008.
- Golombek, C. H. Estresse em gramados e fatores fisiológicos correlatos. III SIGRA – Simpósio sobre Gramados, 21 a 23 de Março de 2006.

Lopes, O. D.; Kobayashi, M. K.; Oliveira, F. G.; Alvarenga, I. C. A.; Martins, E. R.; Corsato, C. E. Determinação do coeficiente de cultura (Kc) e eficiência do uso de água do alecrim-pimenta irrigado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.15, n.6, p.548–553, 2011.

Sales, D. L. A.; Alves Júnior, J.; Souza, J. M. F.; Casaroli, D.; Evangelista, A. W. P.; Pereira, R. M. Common beanevapotranspirationestimatedby orbital images. *AfricanJournalofAgriculturalResearch*, v.11, n.10, p.867-872, 2016.

Sales, D. L. A.; Alves Júnior, J.; Casaroli, D.; Evangelista, A. W. P.; Souza, J. M. F. Estimativa de evapotranspiração e coeficiente de cultura do tomateiro industrial utilizando o algoritmo SAFER. *Irriga, Botucatu*, v. 22, n. 3, p. 629-640, julho-setembro, 2017.

Silva, D. F. Análise quantitativa e qualitativa do crescimento e desenvolvimento da grama batatais e grama esmeralda em diferentes lâminas de irrigação. Dissertação de mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, 2004.

Silva, D. F.; Oliveira, R. A.; Costa, L. C.;Pereira, O. G.; Cecon, P. R. Influência de lâminas de irrigação na produção de matéria seca dagrama esmeralda. *Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG*, v.15, n.1, p.07-14, Jan./Mar., 2007.

Teixeira, A. H. C. Determining regional actual evapotranspiration of irrigated and natural vegetation in the São Francisco river basin (Brazil) using remote sensing an Penman-Monteith equation. *Remote Sens*. v.2, n.5, p.1287-1319, 2010.

Teixeira, A. H. C.; Hernandez, F. B. T.; Lopes, H. L.; Scherer-Warren, M.; Basso, I. H. A comparative study of techniques for modeling the spatiotemporal distribution of heat and moisture fluxes at different agroecosystems in Brazil. *Remote sens*. p. 165-188, 2013.

Thenkabail, P. S.; Lyon, J. G.; Huete, A. *Hyperspectral remote sensing of vegetation*. Taylor & Francis Group, LLC. 2012.

Tomaz, P. *Consumo de água em paisagismo. Irrigação, evaporação, reuso e conservação de água em gramados e jardinagem*. Editora Navegar, Edição: 1, 2010.

United States Geological Survey (USGS). Landsat project description. Disponível em: <[http://landsat.usgs.gov/about\\_project\\_descriptions.php](http://landsat.usgs.gov/about_project_descriptions.php)> Acesso em julho de 2015.

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 evaluation and comparison of models. *Journal of Geophysical Research*, v. 90, n. 5, p. 8995-9005, 1985.

*Erly Hooper. Grama: otapete verde do paisagismo.* <https://www.cliquearquitectura.com.br/artigo/grama-o-tapete-verde-do-paisagismo.html> Por: *Mão Dupla Comunicação* 17 DE DEZEMBRO DE 2012