

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FARROUPILHA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**RESPOSTA DO CAPIM SUDÃO IRRIGADO NA REGIÃO FRONTEIRA OESTE DO RIO  
GRANDE DO SUL.**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MONIQUE CABRAL**

**Alegrete, RS, Brasil.  
2018**

**RESPOSTA DO CAPIM SUDÃO IRRIGADO NA REGIÃO FRONTEIRA OESTE DO  
RIO GRANDE DO SUL.**

por

**MONIQUE CAROLAINE DENIS CABRAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFar) e da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Bacharel em Engenharia Agrícola**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Ana Carla dos Santos Gomes**

**Alegrete, RS, Brasil.  
2018**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha  
Universidade Federal do Pampa  
Curso de Engenharia Agrícola

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova o Trabalho de Conclusão de Curso

RESPOSTA DO CAPIM SUDÃO IRRIGADO NA REGIÃO FRONTEIRA OESTE DO RIO  
GRANDE DO SUL.

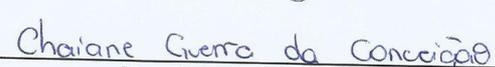
elaborado por  
**Monique Carolaine Denis Cabral**

Como requisito parcial para a obtenção de grau de  
**Bacharel em Engenharia Agrícola**

COMISSÃO EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
**Prof.ª Dr.ª Ana Carla dos Santos Gomes**  
(Orientadora - IFFar)

  
\_\_\_\_\_  
**Prof.ª Dr.ª Ana Rita Costenaro Parizi**  
(Coorientadora IFFar)

  
\_\_\_\_\_  
**Me. Chaiane Guerra da Conceição**  
(UFSM)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pela vida.

Aos meus amados pais, Adriane e Frank, que estiveram sempre presentes nessa caminhada me apoiando, incentivando e dando forças para que eu continuasse. Amo vocês.

A minha irmã que me acompanhou durante esta caminhada, e que me ajudou na correção do trabalho.

Aos meus amados avós, Alarico, Chico, Lisa, Lorena e Olises pelo apoio e carinho constante. Amo vocês.

Ao meu namorado Otávio, com quem amo partilhar os estudos e os momentos que a vida nos proporciona, obrigada pelo carinho, paciência e por partilhar comigo esse momento. Simplesmente, te amo.

As minhas professoras, Ana Carla dos Santos Gomes, Ana Rita Costenaro Parizi e Chaiane Guerra da Conceição que me orientaram desde o início e me ajudaram sempre.

Aos componentes do Grupo de Pesquisa Engenharia de Irrigação, em especial aos colegas Gideon Ujacov, Laura Dias, Luciane Arce, Marcelo Peccin, Otávio Pivoto e Ricardo Essi, que foram essenciais no trabalho a campo.

Enfim, a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

*"Se o dinheiro for a sua esperança de independência, você jamais a terá. A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência."*

*Henry Ford*

**Resumo**  
**Trabalho de Conclusão de Curso**  
**Curso de Engenharia Agrícola**  
**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha**  
**Universidade Federal do Pampa**

**RESPOSTA DO CAPIM SUDÃO IRRIGADO NA REGIÃO FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL.**

**Autor:** Monique Carolaine Denis Cabral

**Orientadora:** Ana Carla dos Santos Gomes

**Coorientadoras:** Ana Rita Costenaro Parizi e Chaiane Guerra da Conceição  
Alegrete, 28 de Junho 2018.

A água é um dos principais fatores que limitam a produção das forragens, seguida da temperatura. A irrigação é um importante aliado em regiões onde ocorrem precipitações irregulares, como é o caso da região de Alegrete, RS. Porém, para que a irrigação seja satisfatória, ela deve ser bem quantificada, pois lâminas insuficientes umedecem apenas a camada superior do solo e o excesso causa problemas tanto para a cultura quanto para o ambiente. O presente estudo tem como objetivo determinar os coeficientes de cultura e o balanço hídrico da cultura do capim Sudão, bem como, avaliar a produtividade da cultura com e sem irrigação no município de Alegrete, RS. O trabalho foi desenvolvido na área experimental do IFFar – Campus Alegrete, correspondente a 288m<sup>2</sup> (tratamento com irrigação) e 36m<sup>2</sup> (tratamento sem irrigação), sendo a área irrigada dividida em nove parcelas de 4x8m (32m<sup>2</sup>), com um lisímetro de drenagem instalado em cada parcela. Para a irrigação foi utilizado um sistema por aspersão convencional disposto no campo em linha. Durante o ciclo da cultura foram realizados dois cortes para obter a produtividade, um aos 30 DAS e outro aos 50 DAS. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade. As medias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software computacional Sisvar 5.3. Os coeficientes da cultura foram obtidos pela relação entre a ETc e a Eto, onde no final do ciclo foram obtidos os seguintes coeficientes da cultura 0,502, 0,928, 1,034, 0,732 para as fases 1, 2, 3 e 4 respectivamente.

**Palavras-Chave:** *Sorghum sudanense L.*; coeficiente da cultura; produtividade; manejo de irrigação.

## ABSTRACT

**Conclusion of course work  
Course of Agricultural Engineering  
Federal Institute of Education, Science and Technology Farroupilha  
Federal University of Pampa**

### **RESPONSE OF THE SUDAN IRRIGATED CAPIM IN THE WEST FRONTIER REGION OF RIO GRANDE DO SUL.**

**Author:** Monique Carolaine Denis Cabral

**Adviser:** Ana Carla dos Santos Gomes

**Co – Advirse:** Ana Rita Costenaro Parizi e Chaiane Guerra da Conceição  
Alegrete, June 28, 2018.

Water is one of the main factors limiting the production of fodder, followed by temperature. Irrigation is an important ally in regions where irregular precipitation occurs, as is the case of the region of Alegrete, RS. However, in order for irrigation to be satisfactory, it must be well quantified, since insufficient slides only moisten the upper soil layer and the excess causes problems for both the crop and the environment. The objective of this study was to determine the crop coefficients and the water balance of the Sudan grass crop, as well as to evaluate the productivity of the crop with and without irrigation in the city of Alegrete, RS. The work was developed in the experimental area of the IFFar - Alegrete Campus, corresponding to 288m<sup>2</sup> (treatment with irrigation) and 36m<sup>2</sup> (treatment without irrigation), and the irrigated area was divided into nine 4x8m (32m<sup>2</sup>) plots with a drainage lysimeter installed in each parcel. For irrigation, a conventional sprinkler system was used in the in-line field. During the crop cycle, two cuts were performed to obtain productivity, one at 30 DAS and another at 50 DAS. The results were submitted to analysis of variance by Test F at the 5% probability level. The means were compared by the Tukey test at 5% probability, using Sisvar 5.3 software. The coefficients of the culture were obtained by the relation between ET<sub>c</sub> and E<sub>to</sub>, where at the end of the cycle the following coefficients of the culture 0.502, 0.928, 1.034, 0.732 for phases 1, 2, 3 and 4 respectively were obtained.

**Keywords:** *Sorghum sudanense* L; coefficient of culture; productivity; irrigation management.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> Balanço hídrico no solo com uma cultura agrícola. ....	22
<b>Figura 02:</b> Localização da área experimental. Adaptado de Google Earth.....	23
<b>Figura 03:</b> Croqui da área de instalação dos lisímetros.....	26
<b>Figura 04:</b> Semeadura manual do Capim Sudão.....	27
<b>Figura 05:</b> Realização do Teste de Coeficiente de Christiansen (CUC). Alegrete, RS, 2017. ....	29
<b>Figura 06:</b> Valores da Evapotranspiração de referencia (mm), nas quatro fases da cultura do Capim Sudão. ....	35
<b>Figura 07:</b> Valores da Evapotranspiração da cultura (mm), nas quatro fases da cultura do Capim Sudão. ....	36
<b>Figura 08:</b> Valores dos coeficientes de cultura para as quatro fases de desenvolvimento do Capim Sudão. ....	37
<b>Figura 09:</b> Valores dos coeficientes de cultura para as quatro fases de desenvolvimento do Capim Sudão. ....	37
<b>Figura 10:</b> Valores dos coeficientes de cultura para as quatro fases de desenvolvimento do Capim Sudão. ....	38

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 01** - Características químicas do solo Argissolo, unidade de mapeamento São Pedro – Valores médios para as três repetições..... 24
- Tabela 02** - Período, em dias, para cada fase de desenvolvimento da cultura. .... 33
- Tabela 03** - Produtividade da massa verde do Capim Sudão com e sem irrigação para corte aos 30 e 50 DAS. .... 34
- Tabela 04** - Valores referentes a quantidade de água recebida em cada tratamento, precipitação e irrigação até os 50 DAS. .... 34
- Tabela 05** - Comparação da produtividade média de massa seca do Capim Sudão ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). .... 34
- Tabela 06** - Valores da precipitação (mm) acompanhada da precipitação (mm), irrigação (mm), drenagem (mm) e evapotranspiração da cultura (mm), nas quatro fases de desenvolvimento da cultura do Capim Sudão. .... 35

## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>10</b>
<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
2.1 Cultura do capim-Sudão – aspectos gerais .....	14
2.2 Clima .....	15
2.2.1 Temperatura .....	15
2.2.2 Exigência e deficiência hídrica .....	16
2.3 Irrigação.....	16
2.3.1 Manejo da irrigação .....	17
2.4 Coeficiente de cultura (kc) .....	19
2.5 Evapotranspiração de referência (ET <sub>o</sub> ) .....	20
2.6 Evapotranspiração da cultura .....	20
2.7 Balanço hídrico .....	21
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
3.1 Local e época da realização do experimento .....	23
3.2 Obtenção de dados .....	24
3.2.1 Solo .....	24
3.2.2 Caracterização química .....	24
3.2.3 Elementos agrometeorológicos .....	25
3.3 Implantação e condução do experimento .....	25
3.3.1 Área experimental .....	25
3.2.1.1 Histórico da área.....	26
3.2.2 Semeadura .....	26
3.2.2.1 Descrição da cultivar utilizada .....	27
3.2.3 Tratos culturais .....	27
3.2.4 Irrigação.....	28
3.2.4.1 Lâminas de irrigação .....	28
3.2.5 Componentes de produção .....	30
3.2.5.1 Matéria verde total .....	30
3.2.5.2 Matéria seca total .....	30
3.2.6 Determinação da evapotranspiração da Cultura .....	30
3.2.7 Determinação da evapotranspiração de referência .....	31

3.2.8 Determinação do coeficiente de Cultura (kc).....	32
3.2.9 Análise estatística.....	32
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>32</b>
4.1 Características químicas do solo.....	32
4.2 A cultura do Capim Sudão.....	33
4.3.1 Matéria verde total e matéria seca total.....	33
4.3.2 Evapotranspiração de referência, Evapotranspiração da cultura e Coeficiente da Cultura .....	35
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>40</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento da bovinocultura brasileira vem se destacando nos últimos anos, sendo um dos principais destaques do agronegócio brasileiro no cenário mundial. O efetivo de bovinos em 2016 teve um aumento de 1,4% em relação a 2015, e chegou a mais de 218 milhões de cabeças (IBGE, 2017). O Brasil apresenta o segundo maior rebanho bovino do mundo, perdendo apenas para a Índia, e figura entre os maiores produtores e exportadores mundiais de carne bovina (USDA, 2012). Neste cenário, o agronegócio foi responsável por 21,46% do produto interno bruto (PIB) nacional do ano de 2015 (CEPEA, 2015).

Entre as unidades da federação o Rio Grande do Sul é o 6º maior produtor de gado do Brasil apresentando em 2015 mais de 13 milhões de cabeças (IBGE). O rebanho bovino encontra-se concentrado no oeste e sul do Estado, destacando a Fronteira Oeste com mais de 3 milhões de cabeça e dentro da Fronteira Oeste destaca-se o município de Alegrete com cerca de 626 mil cabeças.

A pecuária brasileira vem passando por um processo de intensificação e modernização, porém, grande parte dos sistemas de produção ainda é baseada na criação extensiva de pastagem, por ser um sistema mais barato e causar um menor impacto no meio ambiente. Porém, as pastagens mais utilizadas são concentradas em apenas seis meses do ano, devido ao regime sazonal de chuvas presentes nos países tropicais. Devido a isso os produtores precisam criar formas de suplementação para os animais durante o período seco para que a produção seja mantida.

Tendo em vista esse cenário os produtores rurais passaram a utilizar a irrigação para suprir a necessidade hídrica das pastagens obtendo, como consequência, incremento no peso do gado durante os períodos de estiagem. Ultimamente a irrigação de pastagens no Brasil vem aumentando e muito, mas essa irrigação não está sendo feita de maneira adequada (ALENCAR et al., 2009). Para a irrigação ter resultados satisfatórios, necessita-se conhecer os parâmetros específicos de cada cultura, clima da região, para assim determinar o momento e a quantidade correta da sua aplicação.

O manejo da irrigação pode ser efetuado pelos seguintes parâmetros: planta, solo e clima. Sendo que o manejo da irrigação mais utilizado é o via clima, pois é considerado mais simples quando comparado com os outros (GUERRA, 2015). Para

esse manejo são utilizados dados meteorológicos como precipitação pluviométrica, umidade relativa, velocidade do vento, e de valores que expressem correlações de irrigação para cada cultura, como é o caso dos coeficientes de cultura (kc).

O coeficiente de cultura permite estimar as necessidades hídricas da cultura, sendo fundamental para o manejo de irrigação (BUENO, et al., 2009). O kc está diretamente relacionado com o estágio de desenvolvimento da cultura, sendo esses valores determinados por meio de pesquisas, para auxiliar os agricultores no manejo de irrigação (BARBOSA et al., 2015).

Além disso, valores do kc são facilmente encontrados na literatura através de tabelas que expressam seus respectivos valores para cada fase de desenvolvimento da planta a ser irrigada. Porém, para regiões distintas, não se recomenda o uso desses valores, pois os mesmos mudam em função do clima, solo, manejo, entre outros fatores.

Porém, estudos dessa natureza não existem para essa região e para o Brasil. Logo, com o aumento da irrigação em pastagens essa informação é de extrema importância para o manejo de irrigação. Portanto, o objetivo desse trabalho é determinar o coeficiente de cultura (kc) do capim Sudão para cada estágio de desenvolvimento, bem como, estimar balanço hídrico da cultura e avaliar a produção do Capim Sudão com e sem irrigação.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Cultura do capim-Sudão – aspectos gerais

O Capim Sudão (*Sorghum sudanense* L.) é uma espécie originada do Sul do Egito e Sudão, é uma planta silvestre precursora dos materiais de sorgo cultivados atualmente (EMBRAPA, 2012). É uma gramínea anual, que pode atingir até dois metros de altura, com numerosos colmos e abundância em folhagem (ARAÚJO, 1976).

Essa cultura tem sido muito utilizada no Sul do país como forrageira cultivada de verão, com o objetivo de suprir as deficiências dos campos nativos da região (TOMICCH et al., apud TOMASSONI, 2015), segundo o Portal KLFF (2013), o pastejo é feito com altas taxas de lotação e com um curto espaço de tempo, pois rebrota com facilidade e rapidamente.

A espécie se adapta bem em regiões de clima quente e seco, mas quando implantada em trópicos úmidos apresenta limitações, pois a espécie necessita de temperaturas altas no solo e no ar para se desenvolver (BOGDAN, 1977 apud PACHECO, 2013). De acordo com Almeida (2016), o capim Sudão é resistente à seca e se desenvolve bem sob irrigação.

A planta é capaz de se desenvolver em quase todos os tipos de solos, exceto em solos de pântanos, solos salinos compactados e solos alcalinos (PORTAL KLFF, 2013).

Sua semeadura é feita na primavera, mas, para a região do Rio Grande do Sul o capim Sudão pode ser semeado de Setembro até o início de fevereiro, obtendo-se os melhores resultados nas semeaduras de meados de outubro a meados de dezembro (FONTANELI et al. apud TREVISAN, 2012). Quanto à semeadura, ela pode ser realizada em linhas com espaçamento de 30 e 60 cm ou a lanço, com uma densidade de 20 a 30 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes (EMBRAPA, 2012). A profundidade de semeadura não deve ser inferior a 1 cm e nem superior a 3 cm, e o contato da semente com o solo deve ser garantido (ALMEIDA, 2016). Sua germinação ocorre em até 8 dias, em condições normais, crescem rapidamente com precipitações favoráveis, emitindo talos e folhas que cobrem o terreno em pouco tempo (ARAÚJO, 1976).

Com sua alta capacidade de recuperação após corte ou pastejo, o Capim-Sudão vem sendo considerado melhor que as gramíneas anuais, proporcionando altos rendimentos de forragem e boa qualidade forrageira (MATTOS, 2003). Segundo Almeida (2016), o capim-Sudão pode produzir mais de 80 t MS.ha<sup>-1</sup> de forragem verde, quando fertilizado com 280 kg de N e 140 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> há<sup>-1</sup>. Mas para esse mesmo autor a produção de 8 a 12 t MS.ha<sup>-1</sup> é mais frequente.

## 2.2 Clima

Segundo Campos (2010), o clima é o fator que oferece os maiores desafios para o correto manejo das culturas.

Os fatores climáticos que influenciam no desenvolvimento e crescimento vegetal são: temperatura do ar e do solo, fotoperíodo, radiação solar e precipitação pluvial (WUTKE et al. (2000) apud GUERRA, 2015).

De acordo com Ribas (2010), a época de plantio tem influencia direta sobre a produtividade de forragem em decorrência de vários fatores climáticos, especialmente umidade, temperatura e luminosidade. Dentre os fatores citados, os autores Buxton & Fales (1994) (apud Santos et al, 2011), citam que a temperatura geralmente tem maior influencia na qualidade das forragens que outros fatores ambientais deparados pela planta.

### 2.2.1 Temperatura

O capim Sudão pode ser encontrado em diversos ambientes, no qual variam de clima temperado frio a climas úmidos e muito secos. Mas como citado anteriormente à espécie exige uma temperatura mais alta no solo e no ar para melhor se desenvolver. Segundo Almeida (2016), a melhor temperatura para o desenvolvimento da cultura está na faixa dos 25-30°C, com uma mínima de 15°C.

De acordo com Silveira et al. (2015), no momento em que as plantas ficarem exposta a temperaturas críticas, próximas ao ponto de congelamento, as mesmas passam a sofrer danos foliares letais e dependendo podem até finalizar seu ciclo. Segundo o mesmo autor se o rebaixamento do pasto for inferior a 15 cm e coincidir com temperaturas abaixo de 8°C a planta também encerra o seu ciclo, mas se manejadas com alturas acima de 15 cm, observa-se que essa temperatura é letal

para folhas mais jovens, mas as folhas antigas e a base da planta resistem e mantem o crescimento razoável. O autor ainda cita que, se a temperatura chegar abaixo dos 3°C, observa-se grande comprometimento do estande de plantas na área, com danos nas plantas por clorose, necrose do tecido vegetal e morte, finalizando de vez o ciclo de utilização.

### 2.2.2 Exigência e deficiência hídrica

Nas gramíneas as restrições hídricas severas promovem a paralisação e morte da parte aérea das plantas, por outro lado, as deficiências hídricas suaves, reduzem a velocidade de crescimento das plantas, retardando a formação de caules e resultando em maiores proporções de folhas e conteúdo de nutrientes (REIS & RODRIGUES (1993), apud SANTOS et al., 2011).

O capim Sudão é uma planta que vem se destacando por se adaptar à baixa disponibilidade de água (TOMICH et al. (2004), apud TOMASSONI, 2015). Essa alta resistência da cultura ao déficit hídrico, pode apresentar maior produção de forragem em condições adversas.

Segundo Silveira et al. (2015), o excesso de água por um período superior a quatro dias, logo após a semeadura, diminui a germinação em pelo menos 30%, enquanto períodos de deficiência atrasam a germinação da semente e, conseqüentemente, diminuem a uniformidade na população de plantas. Esse mesmo autor afirma que, esta planta se mostra resistente a longos períodos de estiagem, desde que o solo permaneça com umidade de no mínimo 20%, já quando a umidade for inferior a 20% ocorre à redução do crescimento. O autor cita também que durante o crescimento da cultura a necessidade hídrica varia de 350 a 700 mm, dependendo das condições meteorológicas, manejo do pastejo e duração do ciclo.

## 2.3 Irrigação

A água é um elemento de extrema importância para as plantas, pois é nela que vêm dissolvidos os elementos minerais que as plantas necessitam. Por essa razão, a irrigação é de extrema importância para qualquer cultura, sendo ela uma prática agrícola indispensável, que fornece água para as culturas, onde e quando as

chuvas, não são suficientes para suprir as necessidades hídricas das plantas (GOMES, 2007).

Com a irrigação há um aumento nos lucros para o produtor, pois ela proporciona um aumento na produção, com o aumento do número de safras, e na produtividade, uma vez que ocorre a otimização no uso das áreas (MANTOVANI et al., 2009). Além disso, a irrigação viabiliza a implantação de lavouras em regiões mais secas, nas quais sem irrigação apresentam produtividades mais baixas, e reduz também os riscos de perda de produção por estiagem.

Segundo Guerra (2015), para se obter bons resultados na irrigação ela deve ser bem quantificada, pois aplicações de lâminas de água insuficiente repõem água apenas nas camadas superficiais do solo, não umedecendo toda a zona das raízes. Essa falta de água no solo proporciona uma baixa produtividade, mas o excesso de irrigação pode causar problemas, tanto para a cultura quanto para o ambiente (LONGHI, 2013).

A necessidade total de água da cultura do capim Sudão depende muito das condições climáticas, manejo do pastejo e da duração do ciclo. Sendo assim, uma das melhores formas de irrigar a cultura é repor ao solo a quantidade de água transferida para a atmosfera. Para isso, devemos estudar e conhecer alguns parâmetros, como, evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), a evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) e o coeficiente da cultura ( $K_c$ ) (OLIVEIRA et al., 2013).

### 2.3.1 Manejo da irrigação

O manejo da irrigação nada mais é que um planejamento da irrigação, onde devemos saber quando irrigar e quanto de água aplicar. Com um manejo adequado da irrigação, podemos economizar água, energia, aumentar a produtividade da cultura e melhorar a qualidade do produto. O déficit de água pode reduzir a produção e a qualidade do produto, já o excesso de irrigação, além das perdas de água e energia, pode contribuir para a lixiviação dos nutrientes e agroquímicos para as camadas inferiores do solo ou até mesmo atingindo o lençol freático (RESENDE & ALBUQUERQUE, 2002).

No mundo, informações referentes ao manejo da irrigação são escassas e incompletas, e essa constatação é um dos indicativos da pouca ênfase que é dada ao manejo da irrigação, há ainda pouca utilização de critérios técnicos de manejo de

irrigação na maior parte da área irrigada mundial. No Brasil, a situação do manejo da irrigação vem avançando nos últimos anos, mas mesmo assim esse manejo é classificado como incipiente e os conceitos técnicos associados ao manejo da irrigação são aplicados em casos isolados e minoritários, ainda existindo grandes áreas irrigadas com sistemas de irrigação de última geração, mas sem nenhuma técnica de manejo da irrigação (MANTOVANI et al., 2009).

Apesar de hoje em dia haver inúmeros softwares direcionados para o manejo da irrigação, um dos fatores de maior contribuição para a falta desse manejo é sem dúvidas a metodologia, embora disponível, ela ainda não foi apresentada aos produtores de modo acessível para facilitar a sua adoção e esses softwares não se adaptam a variabilidade da agricultura brasileira (SILVEIRA & STONE (2001) apud GUERRA, 2015).

O manejo da irrigação pode ser realizado via planta, solo, clima ou pela associação destes. O manejo também pode ser diferenciado nos estádios de desenvolvimento da cultura de acordo com a maior ou menor sensibilidade ao estresse hídrico e seu efeito na produção (PIRES et al., 1999).

O método de manejo via planta é o mais complexo e tem sido mais utilizado para fins de pesquisa, pois em geral tem um custo elevado e necessita de automação e cuidados especiais para utilização em grande escala. Devido as dificuldades desse manejo o mesmo é feito via solo, clima ou associação de ambos (PIRES et al., 1999).

Segundo Guerra (2015), os métodos de manejo via solo são divididos em: indiretos (eletrométricos) e diretos (gravimétricos e tensiométricos). Dentre esses métodos citados o mais utilizado é o tensiométrico, pois tem medição direta e em tempo real da tensão de água no solo e indiretamente determina a umidade do solo, além de ter um baixo custo e ser facilmente encontrado no mercado (MAROUELLI et al., 2011).

O método de manejo de irrigação mais utilizado é o via clima, por ele apresentar facilidade na obtenção dos dados necessários, que são variáveis do clima e da cultura empregada, além da facilidade na execução. Os equipamentos que compreendem esse tipo de manejo são: tanques classe A, estações meteorológicas e os lisímetros (GUERRA, 2015). Para Santos et al. (2004), o tanque classe A tem sido amplamente utilizado em todo o mundo, devido ao seu custo relativamente baixo, possibilidade de instalação próximo da cultura a ser irrigada e à

sua facilidade de operação, aliado aos resultados satisfatórios para a estimativa hídrica das culturas. Para o cálculo da lâmina de irrigação através desse método é necessário à medição diária da água evaporada do tanque, o coeficiente do tanque ( $k_p$ ) que é encontrado na literatura – apresentando diferença para cada condição climática, e o coeficiente de cultura ( $k_c$ ), também encontrado na literatura, porém deve ser determinado sempre que possível para cada região, uma vez que esse coeficiente tem total ligação com a situação agrometeorológica e com o tipo de solo local, podendo apresentar diferenças significativas de região para região (GUERRA, 2015).

## **2.4 Coeficiente de cultura ( $k_c$ )**

O coeficiente de cultura  $k_c$  permite estimar as necessidades hídricas de uma cultura, sendo fundamental para o manejo de irrigação. Seu valor é obtido pela relação entre a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) e a evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ), apresentando diferenças para cada estágio de desenvolvimento (GONÇALVES et al., 2009).

De acordo com Pires et al. (1999), o ( $k_c$ ) varia de acordo com a planta, local, práticas culturais, desenvolvimento vegetativo, disponibilidade de água no solo, estágio de desenvolvimento e condições de cultivo com ou sem controle de ervas daninhas. O autor ainda cita que devemos adotar um coeficiente de cultura local, mas na inexistência de pesquisa local para a determinação desse coeficiente adotamos inicialmente os coeficientes médios recomendados pela FAO.

No decorrer do período vegetativo, o valor de  $k_c$  muda de acordo com o crescimento e o desenvolvimento da cultura e varia também de acordo com a cobertura do solo (SEDIYAMA et al., apud Silva, 2009). Por esse motivo Silva (2009), cita que, devemos determinar um  $k_c$  para cada estágio de desenvolvimento. Segundo Albuquerque (2010), os estágios de desenvolvimento da cultura são divididos em quatro fases, sendo eles: I) estágio inicial – que corresponde ao início do crescimento da cultura até 10% da cobertura do solo; II) estágio de desenvolvimento vegetativo – que corresponde de 10% até a 80% de cobertura do solo; III) estágio de florescimento ou reprodutivo – que corresponde ao início da cobertura plena do solo até o início da maturação; IV) estágio de maturação – ponto de colheita. Essa distribuição do  $k_c$  feita ao longo do seu desenvolvimento é

chamada de “curva de cultura”, é obtida experimentalmente, e representa o efeito integrado da mudança na área da folha, da altura da planta, do grau de cobertura, da resistência do dossel da planta e do albedo sobre a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) em relação à evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) (SEDIYAMA, 1996).

Para Longhi (2013), o  $k_c$  é utilizado para racionalizar a irrigação, reduzindo os custos de produção e os impactos ambientais causados pela irrigação.

## **2.5 Evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>)**

A evapotranspiração de uma superfície de referência, sem deficiência hídrica, é chamada de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>). Seu conceito refere-se a uma cultura hipotética, gerada para estudar o poder evaporativo da atmosfera em determinado local e época do ano, sem levar em consideração fatores de solo, cultura e manejo. Os únicos fatores que afetam a evapotranspiração de referência são parâmetros climáticos, conseqüentemente a ET<sub>o</sub> é calculada a partir de dados meteorológicos (ALLEN et al., 2006).

Para a determinação da ET<sub>o</sub> a FAO determina como padrão o método de Penman-Monteith (POSSE, 2008). Esse método leva em conta uma gama de dados climáticos para a sua determinação como dados diários de temperatura, umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento, obtidos na estação meteorologia do local (SOUZA et al., 1998).

## **2.6 Evapotranspiração da cultura**

Conhecer a correta lamina de água na irrigação é de extrema importância. Para tanto, o conhecimento da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) é fundamental em projetos de irrigação, pois representa a quantidade de água que deve ser repostada ao solo para manter o crescimento e a produção em condições ideais (PARIZI, 2007).

A ET<sub>c</sub> refere-se aos processos de transpiração pelas plantas e evaporação direta do solo, que ocorrem simultaneamente (EMBRAPA, 2004). Existem vários métodos diretos e indiretos para determinar a ET<sub>c</sub>, entre os métodos diretos, tem-se o balanço de água no solo, que inclui lisímetros, câmaras portáteis, medição de fluxo

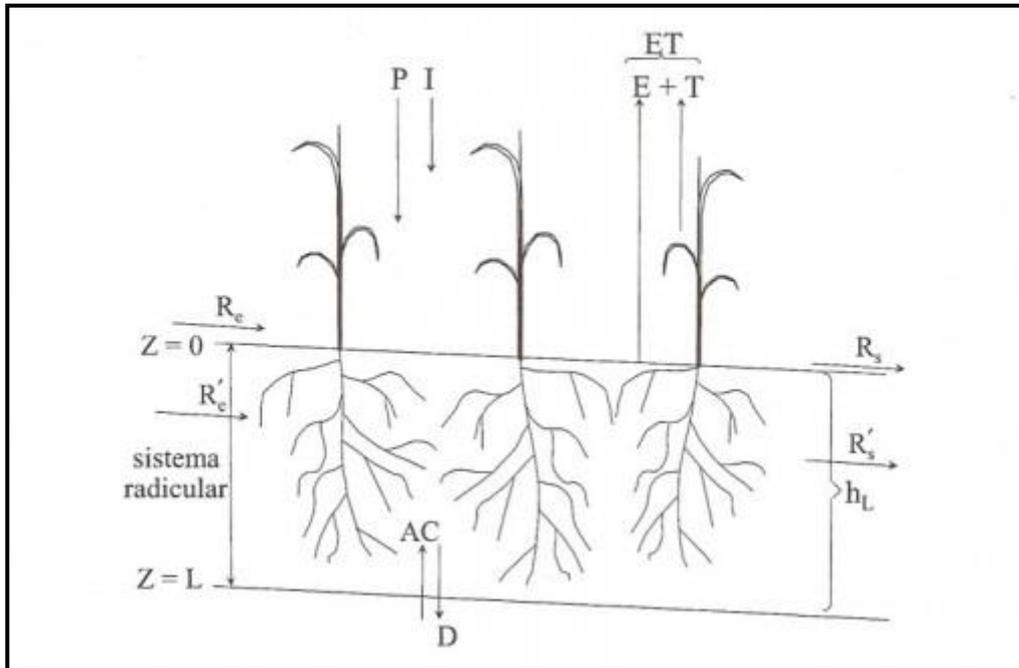
de calor e o método de entrada-saída em grandes áreas, já nos métodos de medição indireta a evapotranspiração pode ser estimada com base no balanço de energia, com uso de evaporímetros e equações (MAROUELLI et al., 1996). Segundo Guerra (2015) o método do lisímetro de drenagem é o mais preciso para determinação direta desde que instalados corretamente. Os lisímetros têm sido utilizados por mais de três séculos para estudar a relação entre água, solo e planta (CARVALHO et al., 2007). Campeche (2002) define lisímetros como grandes caixas cheias de solo, localizadas em campo apresentando uma superfície nua ou coberta por vegetação. Camargo (1971) (apud Silva, 2003) ainda completa que os lisímetros de drenagem no fundo da caixa têm um dreno, conectado a um vaso, no qual o excesso de água percolado é captado e medido. Guerra (2015) cita que o solo colocado no lisímetro deve manter a mesma sequência de horizontes do solo original. Silva (2003) comenta que quando corretamente instalados os lisímetros possibilitam medidas precisas de evapotranspiração.

## **2.7 Balanço hídrico**

Para determinar a quantidade e a disponibilidade de água para as plantas é necessário um conhecimento da dinâmica de água no solo. O balanço hídrico é um dos métodos utilizados para determinar essa demanda hídrica para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (SILVA, 2005).

Silva (2009) define o balanço hídrico como uma importante ferramenta que avalia a intensidade das saídas e entradas de água no solo e, conseqüentemente, define os períodos de déficit hídrico das culturas.

De acordo com Libardi (2005) o balanço hídrico contabiliza as entradas e saídas de água num dado volume de controle de solo, durante certo período de tempo. O volume de solo considerado ou volume de controle depende da cultura em estudo, pois deve englobar seu sistema radicular. Para esse mesmo autor é considerado como limite superior deste volume a superfície do solo, e como limite inferior a profundidade do sistema radicular da cultura, como estão representadas esquematicamente na Figura 01.



**Figura 01:** Balanço hídrico no solo com uma cultura agrícola.

**Fonte:** Libardi, 2005.

A equação que representa matematicamente o balanço hídrico de uma cultura é dada por  $\Delta h = P + I \pm D - ET \pm R$ , onde:  $\Delta h$  é a variação da armazenagem de água;  $P$  é a precipitação;  $I$  é a irrigação;  $D$  é a drenagem interna;  $ET$  é a evapotranspiração e  $R$  é o deflúvio superficial. Os componentes do balanço hídrico são expressos em dimensões lineares (L), normalmente em milímetros (mm) de água (GUERRA, 2015).

Para Jacomazzi (2004) o balanço hídrico é empregado em larga escala como ferramenta para estimativa do potencial climático regional quanto a disponibilidade de água as culturas, definindo melhores épocas de plantio, risco de atendimento da demanda hídrica pelas culturas e, finalmente, possibilitando o zoneamento agrometeorológico.

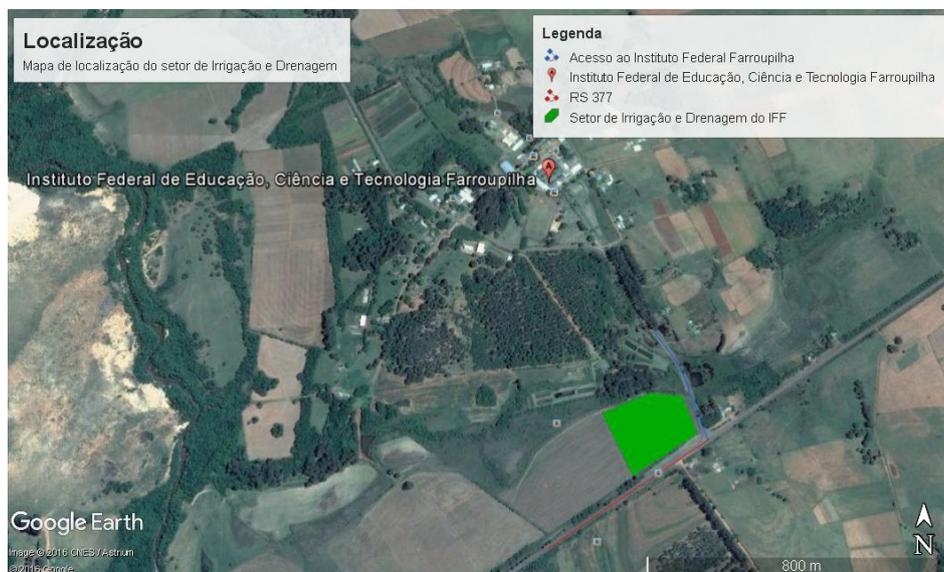
### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Local e época da realização do experimento

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do setor de Irrigação e Drenagem do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Alegrete.

O Instituto está localizado no Passo Novo, 2º distrito do município de Alegrete- Rio Grande do Sul, na RS 377, km 27, com latitude de 29°42'29,83”S e longitude 55°31'35,45”O. O clima da região é subtropical, temperado quente e estações bem definidas (Cfa na classificação de Köppen). A média de precipitação pluviométrica é de 1525 mm anuais. A menor média de precipitação acontece em agosto e a maior em outubro. As precipitações intensas, dentro de um período de 24 horas, são de até 115 mm. A temperatura média anual é de 18,6°C, variando entre 13,1°C em julho e 35,8°C em janeiro. A menor temperatura mínima já observada foi de -4,1°C e a máxima de 40,4°C. A formação de geadas ocorre entre maio e setembro. A umidade relativa média do ar é de aproximadamente 75% em todos os meses do ano, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

A Figura 2 apresenta a área experimental do setor de Irrigação e Drenagem do Instituto Federal Farroupilha onde está instalado os lisímetros de drenagem.



**Figura 02:** Localização da área experimental. Adaptado de Google Earth.

**Fonte:** Cabral, M. C. D. (2016).

O experimento realizou-se no ano agrícola 2016/2017, abrangendo os meses de dezembro a abril (ciclo de 130 dias).

### 3.2 Obtenção de dados

#### 3.2.1 Solo

O Solo onde foi realizado o experimento é classificado como Argissolo vermelho distrófico arênico. De acordo com a Embrapa (2000), os argissolos são solos medianamente profundos, moderadamente drenados, com horizonte B textural. Apresentam frequentemente, mas não exclusivamente, baixa atividade da argila (CTC), podendo ser alíticos (altos teores de alumínio), distróficos (baixa saturação de bases) ou eutróficos (alta saturação de bases), sendo normalmente ácidos.

#### 3.2.2 Caracterização química

Para determinar a caracterização química foram coletadas amostras indeformadas do solo onde foi realizado o experimento, em uma profundidade de 10 a 30 cm, como indicado pela comissão de química e fertilidade do solo (2004). Logo, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Análises Químicas dos Solos do IF Farroupilha – Campus São Vicente do Sul. Porém a análise química do solo não chegou a tempo da semeadura, deste modo, foi utilizado a análise química obtida por Guerra, 2015, mostrada na tabela abaixo. Com as informações contidas na tabela 01, foi possível recomendar a adubação correta para a cultura.

**Tabela 01** - Características químicas do solo Argissolo, unidade de mapeamento São Pedro – Valores médios para as três repetições.

Prof. (cm)	pH	M.O	Teor Trocável em g/100 g de Terra							Saturação		Arg. %	
	H <sub>2</sub> O (1:1)	%	CTC	K	Ca	Mg	Al	H + Al	SMP	P	Al		V%
				Mg/dm <sup>3</sup>						Mg/dm <sup>3</sup>			
0-10	5,5	1,31	6,20	0,30	2,61	1,10	0	2,19	6,60	38,42	0	64,69	18
0-10	5,6	1,21	5,30	0,23	2,43	0,90	0	1,74	6,80	28,04	0	67,19	15
0-10	5,85	1,21	5,36	0,23	2,79	0,89	0	1,46	6,95	27,28	0	72,69	16

Fonte: Guerra, 2015.

### 3.2.3 Elementos agrometeorológicos

Os dados referentes às condições climatológicas do local foram obtidos através da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia, localizada no Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete, situada a aproximadamente 500 metros da área do experimento.

Os dados coletados diariamente foram: precipitação pluvial (mm), temperatura (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento ( $\text{m.s}^{-1}$ ) e radiação solar ( $\text{w.m}^{-2}$ ).

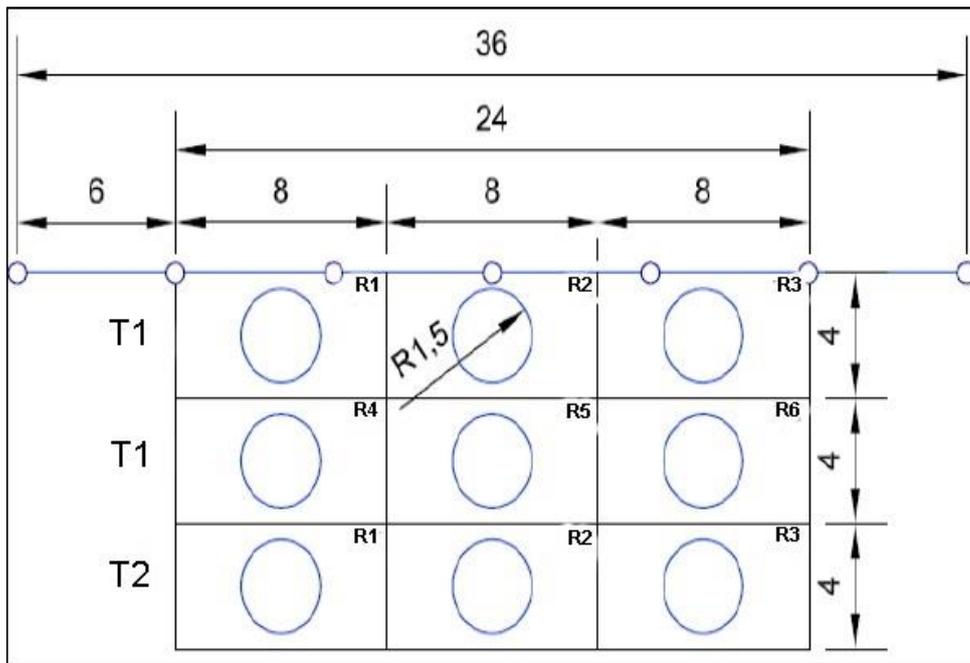
## 3.3 Implantação e condução do experimento

### 3.3.1 Área experimental

A área experimental corresponde a  $288\text{m}^2$  (tratamento com irrigação) e  $36\text{m}^2$  (tratamento sem irrigação). Sendo a área irrigada dividida em nove parcelas de  $4 \times 8\text{m}$  ( $32\text{m}^2$ ), com um lisímetro de drenagem instalado em cada parcela. Onde T1 foi utilizado para determinar o coeficiente da cultura (kc) e o T2 para determinar a massa seca e massa verde quando efetuados os devidos cortes. A Figura 3 mostra o croqui da área onde estão instalados os lisímetros.

Os lisímetros foram instalados no local no ano de 2014, para isso, foram utilizados reservatórios de água de polietileno com capacidade para  $1\text{m}^3$  de solo, diâmetro médio de 1,52m e altura de 0,78m. Para o correto funcionamento dos mesmos foi utilizado a metodologia citada por Bernardo, S. et al. (2008), onde se faz um orifício na parte inferior do “tanque” para fazer a conexão com o coletor, após é colocada dentro da caixa uma camada de 0,1m de brita nº 1, uma camada de 0,2m de areia e o restante do volume da caixa é preenchido com o solo, deixando aproximadamente 0,1m abaixo da extremidade da mesma. O solo retirado das valas foi o mesmo utilizado para o preenchimento dos mesmos, obedecendo às características dos perfis de solo encontrado nas valas, a fim de se obter a densidade do solo o mais próximo do valor real.

Cada lisímetro está conectado em sua parte inferior a um coletor com capacidade para 20 litros, por meio de tubos de PVC de 25mm de diâmetro com o objetivo de coletar a água percolada.



\* As medidas descritas nas figuras estão na unidade de metro (m).

**Figura 03:** Croqui da área de instalação dos lisímetros.

**Fonte:** Cabral, M. D. C, 2016, adaptado de Guerra, 2015.

### 3.2.1.1 Histórico da área

Embora a área seja destinada a experimentos, o local escolhido para o desenvolvimento do trabalho por muitos anos foi submetido ao pisoteio animal, mas nos últimos três anos foram feitos experimentos com feijão – soja – feijão, e entre os experimentos foi cultivado pastagem de cobertura (aveia branca).

### 3.2.2 Semeadura

A semeadura foi realizada no dia 02 de dezembro de 2016 a lanço. A mesma aconteceu manualmente devido à impossibilidade da entrada de máquinas na área em razão dos lisímetros. A densidade de semeadura foi de  $70 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  devido à fertilidade da semente e a cultivar utilizada vai ser a BRS Estribo da Embrapa que possui um ciclo de 130 – 150 dias.



**Figura 04:** Semeadura manual do Capim Sudão.

**Fonte:** Cabral, M. D. C, 2016.

### 3.2.2.1 Descrição da cultivar utilizada

De acordo com a Embrapa, a cultivar BRS Estribo destaca-se pela alta produção de forragem, alto grau de perfilhamento, manejo flexível, fácil rebaixamento do pasto, sementeira precoce, ciclo longo de utilização e rusticidade. Além também de se adaptar a vários tipos de solo, apresenta boa tolerância à deficiência hídrica e é atóxica para os animais. A cultivar é indicada para os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Para a cultivar BRS Estribo, a época de plantio é bastante ampla, vai desde o início de setembro até fevereiro, sendo que em grande parte do Rio Grande do Sul o período preferencial é a partir de outubro a meados de dezembro. A sementeira pode ser realizada em linha com uma densidade de  $25 \text{ kg.ha}^{-1}$  ou a lanço com uma densidade de  $35 \text{ kg.ha}^{-1}$ . Quando a sementeira for realizada em linha o espaçamento recomendado é de 17 a 45 cm.

### 3.2.3 Tratos culturais

Os tratos culturais ocorreram de forma homogênea em toda a área, de forma a manter todo o experimento sem interferência de plantas daninhas, pragas e doenças. A adubação foi realizada mediante a necessidade da cultura e conforme recomendação baseada na análise química do solo. A Embrapa (2015) recomenda

para o capim-Sudão, uma adubação de base no momento do plantio, com uma fonte de adubo fosfatado para estimar o crescimento inicial das plantas. Após o aparecimento de cerca de 4 folhas e antes do início do perfilhamento, recomenda-se adubação de cobertura ou manutenção com fonte de nitrogênio. Além de ser recomendado cerca de três a cinco adubações de nitrogênio ao longo do ciclo da BRS Estribo, podendo essas adubações serem realizadas após pastejo e com intervalo médio de 30 dias entre cada aplicação.

#### 3.2.4 Irrigação

Para o manejo de irrigação foi utilizado um turno de rega pré-fixo, com intervalo de cinco dias entre as irrigações. Para determinar a lâmina de irrigação utilizou-se o método de Penman-Monteith.

Para determinar a Evapotranspiração (ET) foi utilizado o sistema NeuroEvap Web. Já a evapotranspiração da cultura (ETc) foi obtida através da equação 1:

$$ETc = ET . Kc \quad (1)$$

Onde:

ETc = Evapotranspiração da cultura (mm.dia<sup>-1</sup>);

ET = Evapotranspiração (mm.dia<sup>-1</sup>);

Kc = Coeficiente da cultura (adimensional) (0,4; 0,68; 1,14; 1,10 (LIMA, 2013)).

##### 3.2.4.1 Lâminas de irrigação

Para esse experimento foi utilizado uma lâmina de irrigação correspondente a 100% para o (tratamento 01), e o tratamento 0 que representou a testemunha, não ocorreu a irrigação.

As lâminas de irrigação foram obtidas através do (CUC) Teste de Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, realizado aos 23 DAS distinguindo-se os três tratamentos de irrigação. Foi distribuído a cada m<sup>2</sup> do experimento um copo coletor de água, visando uma melhor uniformidade, logo após o sistema de irrigação foi ligado por 60 minutos de modo que a água do sistema de irrigação fosse depositada nos copos coletores. Depois disso, o conteúdo coletado foi aferido em uma proveta graduada (mm). Com posse dos dados foi utilizada a seguinte equação:

$$CUC = \left[ 1 - \left( \frac{\sum_{i=1}^N |L_i - L_m|}{N \cdot L_m} \right) \right] 100$$

Onde:

CUC = Coeficiente de Uniformidade (%);

N = número de coletores;

$L_i$  = Lamina coletada no ponto  $i$  (mm);

$L_m$  = Lamina média de todas as observações;

O Teste de Coeficiente de Christiansen (CUC) apresentou para esse estudo 67% de uniformidade.

A figura 05, apresenta o momento da realização do CUC.



**Figura 05:** Realização do Teste de Coeficiente de Christiansen (CUC). Alegrete, RS, 2017.

**Fonte:** Cabral, M. D. C, 2017.

#### 3.2.4.2 Sistema de irrigação

Para a irrigação foi utilizado o sistema de irrigação por aspersão convencional disposto no campo segundo o sistema de “aspersão em linha”, de acordo com a metodologia desenvolvida por Hans et al. (1976).

### 3.2.5 Componentes de produção

#### 3.2.5.1 Matéria verde total

Para determinar a matéria verde, realizamos dois cortes na cultura o primeiro 30 dias após a semeadura (DAS) e o segundo 50 DAS. O corte foi realizado com auxílio de uma foice a uma altura próxima de 2cm do solo e em seguida com o auxílio de uma balança de precisão o capim foi pesado e assim determinado a matéria verde total.

#### 3.2.5.2 Matéria seca total

Depois de determinar a matéria verde, o capim foi levado para a estufa por 72 horas a uma temperatura de 65°C, depois de seco o capim foi pesado e posteriormente, determinado a massa seca.

### 3.2.6 Determinação da evapotranspiração da Cultura

A obtenção da variação do teor de umidade do solo e o balanço hídrico foram realizados através da diferença entre o volume de água aplicado no lisímetro e o volume drenado, recolhido nos coletores, quando houve precipitação foram verificados e medidos as quantidades de água percoladas em cada lisímetro.

Foi tomado cuidado para que todos os lisímetros tivessem o mesmo número de plantas dentro, assim, após a emergência da cultura contabilizou-se as plantas encontradas em cada um e quando necessário foi realizado o arranque das plantas excedentes.

Sendo assim, a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) foi determinada pela equação do balanço hídrico apresentada por Reichardt (1985), que através da equação 4:

$$P + I - D - ET_c = \Delta h \quad (3)$$

Onde:

P = Precipitação pluviométrica do lisímetro (mm);

I = Irrigação do lisímetro (mm);

D = Água drenada do lisímetro (mm);

$\Delta h$  = Variação de armazenagem de água dentro dos lisímetros (mm).

Admitindo o balanço hídrico em intervalos de tempo quinquêndios, vamos admitir condições de fluxo permanente e desprezar o termo  $\Delta h$  (Santos, 2011).

### 3.2.7 Determinação da evapotranspiração de referência

Para determinar a evapotranspiração de referência ( $E_{To}$ ) utilizou-se o método indireto de Penman-Monteith, recomendado pela FAO. Os dados necessários para a determinação da  $E_{To}$  foram coletados diariamente na estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia, instalada no Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete.

A evapotranspiração de referência ( $E_{To}$ ) durante o ciclo da cultura foi determinada através da equação 5:

$$E_{To} = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot U_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot U_2)} \quad (4)$$

Onde:

$R_n$  = Saldo de radiação ( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ );

$G$  = Densidade do fluxo de calor no solo ( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ );

$D$  = Declinação da curva de saturação do vapor de água ( $\text{kPa} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ );

$U_2$  = Velocidade do vento (média diária) a 2m acima da superfície do solo ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ );

$T$  = Temperatura média do ar ( $^\circ\text{C}$ );

$e_s$  = Pressão de saturação do vapor (kPa);

$e_a$  = Pressão atual do vapor (kPa);

$\gamma$  = Fator psicrométrico ( $\text{MJ} \cdot \text{Kg}^{-1}$ ).

### 3.2.8 Determinação do coeficiente de Cultura (kc)

De posse dos valores da Evapotranspiração da cultura (ETc) e da evapotranspiração de referência (ETo) diários, foi calculado o coeficiente da cultura (Kc) nas diferentes fases de desenvolvimento da mesma pela equação expressa por Doorebos e Pruitt (1977):

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \quad (5)$$

Onde:

ETc = Evapotranspiração da cultura (mm.dia<sup>-1</sup>);

ETo = Evapotranspiração de referencia (mm.dia<sup>-1</sup>).

### 3.2.9 Analise estatística

Para a interpretação dos resultados analisou-se a variância usando o Teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro para interpretação do nível de significância e o software utilizado foi o Sisvar 5.3.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Características químicas do solo

De acordo com os resultados obtidos por Guerra, 2015, observa-se que o pH é médio nas três profundidades. A matéria orgânica é baixa em todas as profundidades. A CTC é classificada como média, com teores de argila e fosforo baixos. Os teores de potássio e cálcio são altos, já o teor de magnésio é alto na primeira camada e médio nas demais. Com esses resultados e com seus respectivos valores, foi possível recomendar a adubação química para a cultura, onde para ambos os tratamentos foi realizado uma adubação de base com adubo NPK 5 – 20 – 20 de formulação e densidade de 500 kg.ha<sup>-1</sup> e uma adubação de cobertura com ureia e uma densidade de 400 kg.ha<sup>-1</sup>.

## 4.2 A cultura do Capim Sudão

A cultura teve emergência determinada no 6º dia após a semeadura, na data de 08 de dezembro de 2016, seu ciclo foi de 130 dias, onde no dia 08 de abril de 2017 foram encerradas as coletas de águas drenadas.

Na literatura existe uma limitação no que diz respeito às determinações das fases vegetativas do Capim Sudão, bem como o coeficiente da cultura (kc) do mesmo. Porém, se tem o conhecimento que o Capim Sudão é originário dos materiais de *Sorghum Bicolor* cultivado atualmente e seus comportamentos são muito semelhantes. Deste modo, considerou-se neste estudo, o ciclo do Capim Sudão semelhante ao do Sorgo. Sendo assim, o ciclo da cultura foi dividido em quatro fases, de modo que as fases 1, 2, 3 e 4, correspondem, respectivamente, a 17, 28, 33 e 22 % do ciclo total (EMBRAPA MILHO E SORGO).

Para as condições experimentais e a cultivar utilizada, o ciclo da cultura teve uma duração de 130 dias, com base nisto a Tabela 02, apresenta cada fase de desenvolvimento da cultura, bem como sua duração.

**Tabela 02** - Período, em dias, para cada fase de desenvolvimento da cultura.

Fase/Período	Inicial	Vegetativo	Florescimento	Maturação	Total
Início da fase	02/12/16	24/12/16	31/01/2017	11/03/2017	
Período (dias)	22	38	39	31	130

A seguir está apresentada as produtividades da cultura (massa verde e massa seca), bem como o coeficiente da cultura.

### 4.3.1 Matéria verde total e matéria seca total

A tabela 03 apresenta os valores em kg.ha<sup>-1</sup> da massa verde e da massa seca do Capim Sudão para corte aos 30 DAS e 50 DAS, com a aplicação da análise de variância e o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos dados apresentados na tabela 03, observa-se que a maior produtividade tanto de matéria verde quanto de matéria seca foi no tratamento com irrigação nas duas épocas de corte. Observando pela análise de variância e o teste de Tukey a 5% de probabilidade, não foi encontrada diferença estatística entre os tratamentos.

Analisando a tabela 04 observamos que esse ano foi muito chuvoso e que a irrigação foi mínima, por isso o resultado obtido com a irrigação não foi satisfatório.

**Tabela 03** - Produtividade da massa verde do Capim Sudão com e sem irrigação para corte aos 30 e 50 DAS.

Tratamentos	Médias MV (kg.ha <sup>-1</sup> )		Médias MV (kg.ha <sup>-1</sup> )	
	Corte 30 DAS	Corte 50 DAS	Corte 30 DAS	Corte 50 DAS
Sem irrigação	36206 a	72133 a	3073 a	10506 a
Com irrigação	49033 a	84573 a	3793 a	16326 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 04** - Valores referentes a quantidade de água recebida em cada tratamento, precipitação e irrigação até os 50 DAS.

Tratamento	Água recebida (mm)	Precipitação (mm)	Irrigação (mm)
1	617,48	617,48	0
2	695,91	617,48	78,6

Através das médias demonstradas na Tabela 05, comparou-se as produtividades de matéria seca (MS) do capim Sudão obtidas nos tratamentos sem irrigação e com irrigação, com o experimento de Neumann et al. (2010), que avaliou quatro híbridos de sorgo forrageiro (*S. bicolor* x *S. sudanense*) sem irrigação na região de Minas Gerais. Tendo em vista que o Capim Sudão é originário dos materiais de sorgo cultivado atualmente e que o comportamento do Sorgo é muito semelhante ao do Capim Sudão, observamos que as produtividades do experimento foram superiores às obtidas por Neumann et al. (2010), o que indica que em ambos os tratamentos os valores da produção de massa seca estão aceitáveis.

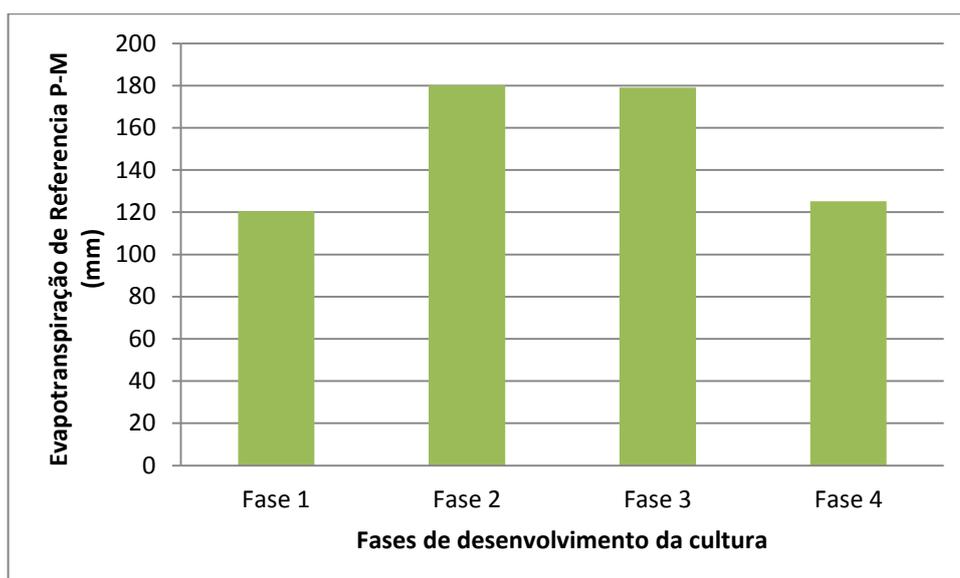
**Tabela 05** - Comparação da produtividade média de massa seca do Capim Sudão (kg.ha<sup>-1</sup>).

Sem irrigação		Com irrigação		Sorgo forrageiro ( <i>sorghum bicolor</i> x <i>sorghum sudanense</i> )	
-	-	-	-	Neumann et al. (2010)	
1º Corte 30 DAS	2º Corte 50 DAS	1º Corte 30 DAS	2º Corte 50 DAS	1º corte 40 DAE	2º corte 75 DAE
3073	10506	3793	16326	2667	4221

DAS: Dias após a semeadura.

### 4.3.2 Evapotranspiração de referencia, Evapotranspiração da cultura e Coeficiente da Cultura

Na figura 06 observamos que durante o ciclo da cultura as fases 2 e 3 foram as que tiveram maior ETo (média diária de 4,88 e 4,53 mm.dia<sup>-1</sup>), a fase 4 teve uma média diária de 4,35 mm.dia<sup>-1</sup>, já a fase 1 foi a que teve a maior média diária de ETo referente a 5,84 mm.dia<sup>-1</sup>, essa média se justifica devido às altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, que nessa fase foram de 33,7°C e 61,1%, respectivamente.



**Figura 06:** Valores da Evapotranspiração de referencia (mm), nas quatro fases da cultura do Capim Sudão.

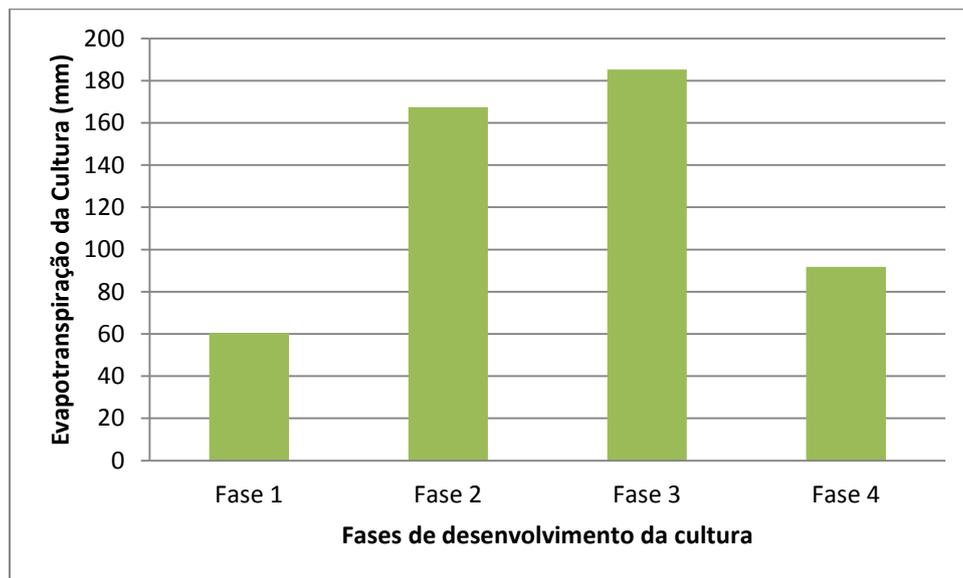
**Fonte:** Cabral, M. D. C, 2017.

A tabela 06 apresenta os valores de precipitação (mm), acompanhada da irrigação (mm), drenagem (mm) e evapotranspiração da cultura (mm), para as quatro fases de desenvolvimento da cultura do Capim Sudão.

**Tabela 06** - Valores da precipitação (mm) acompanhada da precipitação (mm), irrigação (mm), drenagem (mm) e evapotranspiração da cultura (mm), nas quatro fases de desenvolvimento da cultura do Capim Sudão.

Fase de Desenvolvimento	Precipitação (mm)	Nº de Irrigação	Irrigação (mm)	Drenagem (mm)	ETc (mm)
1	46,6	1	16,6	2,69	60,51
2	289,08	0	-	121,7	167,37
3	178,8	0	-	21,29	185,30
4	103	3	62	73,28	91,72

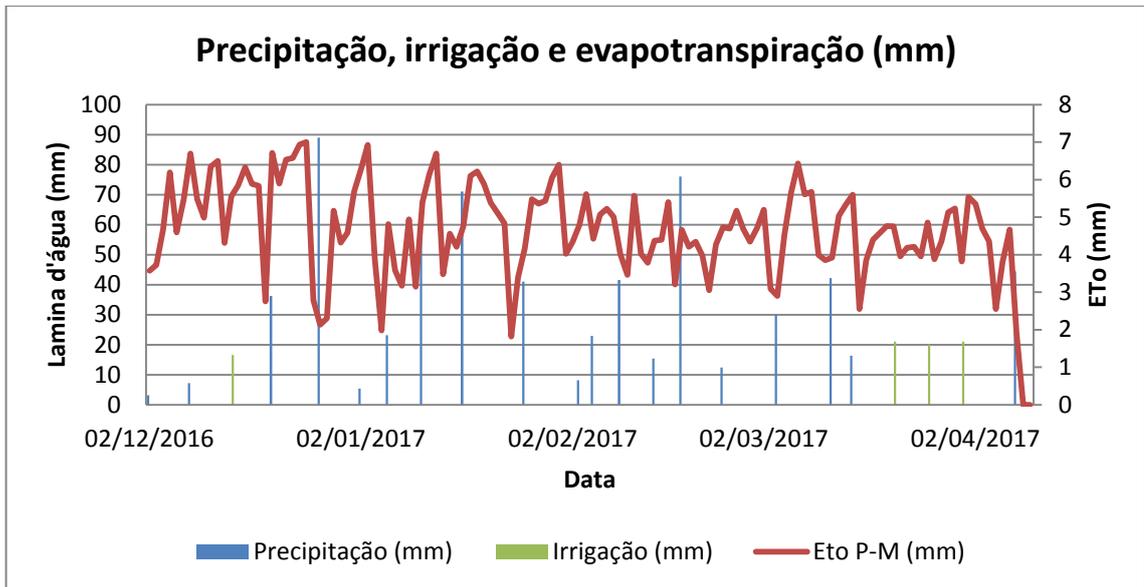
A figura 07 apresenta a média da evapotranspiração da cultura para as quatro fases de desenvolvimento do Capim Sudão. Analisando a figura observamos que o pico da evapotranspiração da cultura foi na Fase 3, onde alcançou o pico da evapotranspiração de 185,3 mm (média diária de 4,75 mm.dia<sup>-1</sup>), e onde ocorre o período que compreende ao termino da Fase 2 que é o estagio vegetativo até o período de floração da cultura. Após este período a evapotranspiração da cultura apresentou um decréscimo considerável ate o final da Fase 4, sendo que nesse período a cultura apresentou uma media diária de 2,95 mm.dia<sup>-1</sup>.



**Figura 07:** Valores da Evapotranspiração da cultura (mm), nas quatro fases da cultura do Capim Sudão.

**Fonte:** Cabral, M. D. C, 2017.

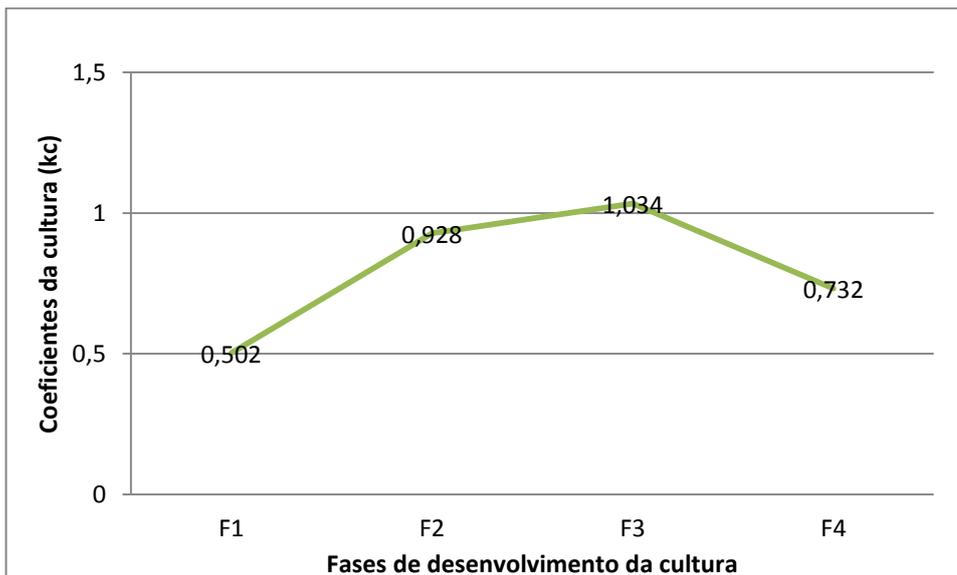
Na figura 08, é possível verificar a distribuição dos eventos de precipitação, irrigação e evapotranspiração de referencia, durante o período de execução do experimento. A soma dos eventos de precipitação totalizou 617,48 mm, sendo que o maior evento ocorreu no dia 27/12/2016 quando a cultura estava em fase vegetativa, com densidade de 89 mm. A soma das irrigações totalizou uma lamina de 78,6 mm, sendo a maior lamina aplicada no dia 21/03/2017, com uma densidade de 21 mm. O total de água evapotranspirada, estimada pela equação de Penman-Monteith, através do NeuroEvap Web sem radiação foi de 604,913 mm, sendo que a maior evapotranspiração foi de 7,004 mm verificada no dia 25/12/2016 na fase vegetativa do Capim Sudão.



**Figura 08:** Valores dos coeficientes de cultura para as quatro fases de desenvolvimento do Capim Sudão.

**Fonte:** Cabral, M. D. C, 2017.

A figura 09 demonstra o comportamento do Coeficiente da Cultura do Capim Sudão para os quatro estagio fenológico da cultura.



**Figura 09:** Valores dos coeficientes de cultura para as quatro fases de desenvolvimento do Capim Sudão.

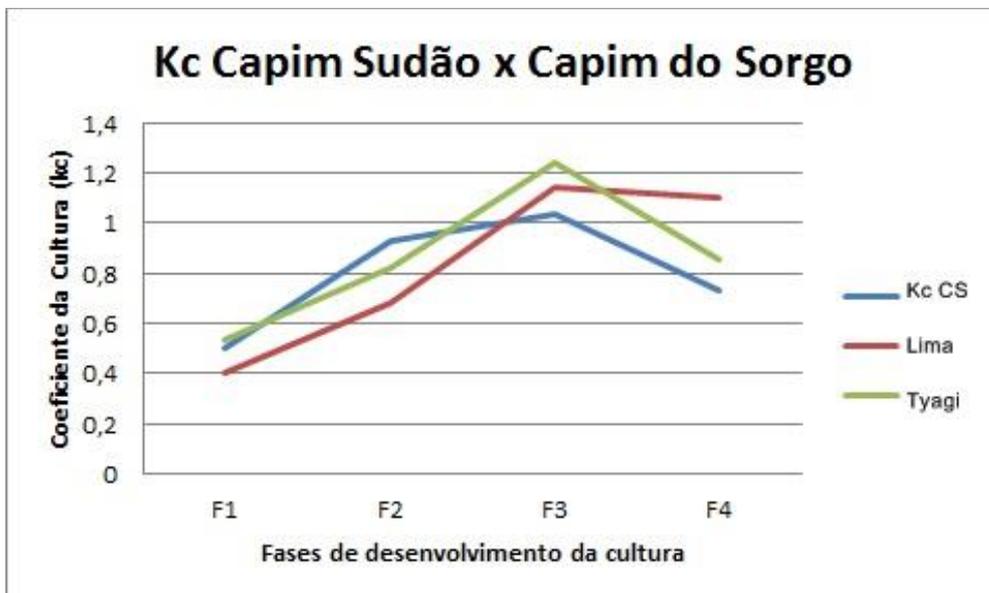
**Fonte:** Cabral, M. D. C, 2017.

Na literatura existe uma limitação no que se diz respeito aos coeficientes de cultura (kc) do Capim Sudão. Porém, se tem o conhecimento que o Capim Sudão é

originário dos materiais de *Sorghum Bicolor* cultivado atualmente e seus comportamentos são muito semelhantes. Deste modo, comparou-se os coeficientes do Capim Sudão com os encontrados na literatura para o *Sorghum Bicolor*.

Os resultados podem ser comparados com os obtidos por Lima (2013), que determinou o coeficiente de cultura do *Sorghum Bicolor* para cada estágio de desenvolvimento da cultura, através da utilização de lisímetros de pesagem em Apodi/RN, onde o autor encontrou 0,4; 0,68; 1,14 e 1,10, para os períodos inicial, vegetativo, de florescimento e de maturação, respectivamente. Tyagi et al. (2000), em um experimento realizado em Karnal, Índia em clima Semiárido, encontrou 0,53; 0,82; 1,24 e 0,85 para as respectivas fases, como mostrado na figura 10.

Analisando os resultados encontrados em ambos os experimentos, as fases de crescimento e reprodução da cultura, são aquelas que apresentam os valores mais elevados de  $k_c$ , com isso, podemos concluir que é nessas respectivas fases que a cultura necessita de maior disponibilidade hídrica.



**Figura 10:** Valores dos coeficientes de cultura para as quatro fases de desenvolvimento do Capim Sudão.

**Fonte:** Cabral, M. D. C, 2017.

## 5 CONCLUSÃO

1. A evapotranspiração da cultura do Capim Sudão na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, apresentou 604,913 mm, sendo a media diária de  $4,65 \text{ mm}\cdot\text{dia}^{-1}$ , e os valores médios de coeficiente da cultura (kc) obtidos para as quatro fases de desenvolvimento estudadas foram de 0,502, 0,928, 1,034 e 0,732 respectivamente;
2. Os coeficientes de cultivo obtidos podem ser utilizados para a cultura do Capim Sudão, em um sistema de aspersão nas condições edafoclimáticas da região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, na mesma época em que o experimento foi realizado;
3. A produção do Capim Sudão para a região em estudo foi superior aos valores encontrados na literatura para a cultura do Sorgo, tendo em vista que os valores de produção do Capim Sudão em déficit;
4. É necessário realizar mais pesquisas para determinar o kc e a produção da cultura, pois esses valores estão em déficit na literatura.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, P. E. P. **Estratégias de manejo de irrigação: exemplos de calculo**. Circular Técnica. Sete Lagoas, MG, Setembro, 2010.

ALENCAR, C. A. B.; CUNHA, F. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ROCHA, W. S. D.; ARAÚJO, R. A. S. **Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo**. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S151635982009001300012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151635982009001300012)> acesso em 26 de outubro de 2016.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 2006. 333p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALMEIDA, O. J. I. **Gramíneas forrageiras de clima temperado e tropical**. Universidade de São Paulo. Pirassununga, SP, 2016.

ARAÚJO, A. Á. de. **Melhoramento das pastagens**. 4 ed. Porto Alegre: Sulina, 1976. 209 p.

BARBOSA, B. D. S.; OLIVEIRA, F. G.; FIGUEIREDO, F. P. de. **Determinação do coeficiente de cultivo (kc) do capim Tanzânia irrigado no norte de Minas Gerais**. Irriga & Inovagri, ed especial, p 11-20, 2015.

BUENO, M. R.; TEODORO, R. E. F.; ALVARENGA, C. B de. ; GONÇALVES, M. V. **Determinação do coeficiente de cultura para o capim Tanzânia**. Bioscience Journal., v. 25, n.5, p 29-35, setembro/ outubro. 2009.

CAMPOS, J. H. B. C. **Impactos das alterações climáticas sobre a área de cultivo e produtividade de milho e feijão no Nordeste do Brasil usando modelagem agrometeorológica**. Tese – Doutorado. 2010, 93 f (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, SP, Agosto, 2010.

CAMPECHE, L. F. S. M. **Construção, calibração e análise de funcionamento de lisímetros de pesagem para determinação da evapotranspiração da cultura da lima acida ‘tahiti’ (*Citrus latifolia* Tan.)**. Tese- Doutorado. 2002, 79 f (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP, Março, 2002.

CEPEA – **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>> acesso em 21 de outubro de 2016.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B.; GUERRA, J. G. M.; CRUZ, F. A.; SOUZA, A. P. **Instalação, calibração e funcionamento de um lisímetro de pesagem**. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69162007000300005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162007000300005)> acesso em 30 de outubro de 2016.

EMBRAPA – **Argissolos.** Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONTAG01\\_7\\_2212200611538.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_7_2212200611538.html)> acesso em 10 de outubro de 2016.

EMBRAPA – **Evapotranspiração e coeficiente de cultura.** Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01\\_51\\_24112005115222.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_51_24112005115222.html)> acesso em: 06 de outubro de 2016.

EMBRAPA – **Forrageiras de Verão.** Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79263/1/Flyer-forrageiras-de-verao-5-240112-FINAL.pdf>> acesso em 15 de setembro de 2016.

GUERRA, C. P. **Determinação dos coeficientes de cultura e balanço hídrico da cultura do feijão com e sem irrigação suplementar na região de Alegrete, RS.** Trabalho de conclusão de curso. 2015, 87 f (Título de Engenheiro Agrícola). Alegrete, RS, Janeiro, 2015.

GOMES, A. C. S. **Efeito de diferentes estratégias de irrigação sob a cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill) na região de Santiago, RS.** Dissertação. 2007, 133 f (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Fevereiro, 2007.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2>> acesso em 21 de outubro de 2016.

JACOMAZZI, M. A. **Programa para estimativa do rendimento das culturas pela simulação da irrigação por balanço hídrico sequencial.** Dissertação. 2004, 120 f (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP, Outubro, 2004.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo.** 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. 323p.

LIMA, J. G. A. **Necessidades hídricas do Sorgo de dupla aptidão sob condições irrigadas na Chapada do Apodi.** 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semi-Arido, Mossoró.

LONGHI, L. M. **Determinação do coeficiente de cultura (kc) e evapotranspiração da cultura do alho na região do Planalto Catarinense.** Trabalho de conclusão de curso. 2013, 24 f (Título de Bacharel em Ciências Rurais). Universidade Federal de Santa Catarina. Curitiba, SC, 2013.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos.** 3 ed. Viçosa: UFV, 2009. 355 p.

MARQUELLI, W. A.; OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. **Manejo da água de irrigação.** Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/55931/1/IRRIGACAO-e-FERTIRRIGACAO-cap5.pdf>> acesso em 28 de setembro de 2016.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da Irrigação em hortaliças**. 5 ed. Brasília: Embrapa-SPI, 1996. 75p.

MATTOS, J. L. S. **Gramíneas forrageiras anuais alternativas para a região do Brasil central**. Revista do Programa de Ciências Agroambientais, Alta Floresta, v. 2, n. 1, p.52-70, 2003.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; SOUZA, A. N. M. de.; PELLEGRINI, L. G. de.; ZANETTE, P. M.; NORBERG, J. L.; SANDINI, I. E. **Desempenho vegetativo e qualitativo do sorgo forrageiro (sorghum bicolor x sorghum sudanense) em manejo de cortes**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.9, n.3, p. 298-313, 2010.

PACHECO, R. F. **Parâmetros produtivos e morfogênicos de pastagens de Milheto ou capim Sudão em pastagem de vacas de descarte**. Dissertação. 2013, 141 f (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2013.

PARIZI, A. R. C. **Efeito de diferentes estratégias de irrigação sob as culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*zea mays* L.) na região de Santiago, RS**. Dissertação. 2007, 125 f (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Fevereiro, 2007.

PIRES, R. C. M.; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; FUJIWARA, M.; CALHEIROS, R. O. **Agrometeorologia como suporte ao manejo de recursos hídricos e preservação de mananciais**. Centro de Ecofisiologia e Biofísica Instituto Agrônômico. Novembro, 1999.

PORTAL KLFF – **Você conhece o capim Sudão?**. Disponível em: <<http://portalklff.com.br/publicacao/oldlink-1096>> acesso em 15 de setembro de 2016.

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P. **Métodos e estratégias de manejo de irrigação**. Circular Técnica. Sete Lagoas, MG, Dezembro, 2002.

POSSE, R. P. **Determinação dos coeficientes da cultura (kc), de produtividade (ky), da área foliar e efeito da lâmina de irrigação, do turno de rega e da adubação potássica na produtividade do mamoeiro nas regiões Norte e Noroeste Fluminense**. Tese – Doutorado. 2008, 214 f (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos do Goytacazes, RJ, Junho, 2008.

RIBAS, M. N. **Avaliação agrônômica e nutricional de híbridos de sorgo com capim-sudão, normais e mutantes BMR – portadores de nervura marrom**. Tese – Doutorado. 2010, 140 f (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2010.

SANTOS, F. J. S.; LIMA, R. N.; RODRIGUES, B. H. N.; CRISÓSTOMO, L. A.; SOUSA, F.; OLIVEIRA, J. J. G. **Manejo da irrigação da melancia: uso do tanque classe A**. Circular Técnica. Fortaleza, CE, Dezembro, 2004.

SANTOS, N. L.; AZENHA, M. V.; SOUZA, F. H. M.; REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C. **Fatores ambientais e de manejo na qualidade de pastos tropicais**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia, vol. 7, n.13, p.531-546, 2011.

SEDIYAMA, G. C. Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. i-xii, 1996.

SILVA, A. C. **Consumo de água e viabilidade técnica e econômica da cafeicultura irrigada por pivô central**. Tese – Doutorado. 2009, 101 f (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, Fevereiro, 2009.

SILVA, A. L. **Variabilidade dos componentes do balanço hídrico: um estudo de caso em uma cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) no Brasil**. Tese – Doutorado. 2005, 73 f (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP, 2005.

SILVA, L. D. B. **Evapotranspiração do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) e grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge) utilizando o método do balanço de energia e lisímetro de pesagem**. Tese- Doutorado. 2003, 104 f (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP, Fevereiro, 2003.

SILVEIRA, M. C. T.; SANT’ANNA, D. M.; MONTARDO, D. P.; TRENTIN, G. **Aspectos relativos à implantação e manejo de capim-sudão**. Comunicado Técnico. Bagé, RS, Novembro, 2015.

SOUZA, J. L.; CALHEIROS, C. B. M.; SANTOS, E. A. **Evapotranspiração pelo método de Penman-Monteith representativa da região do Tabuleiro Costeiro de Alagoas**. Congresso Brasileiro de Meteorologia. Brasília – DF, 1998.

TYAGI, N. K.; SHARMA, D. K.; LUTHRA, S. K.; **Evapotranspiration and crop coefficients of wheat and sorghum**. Journal of irrigation and drainage engineering. Karnal, v. 126, p. 215- 222, 2000.

TOMASSONI, F. **Aplicação de nitrogênio no crambe cultivado após culturas de cobertura**. Dissertação. 2015, 58 f (Mestrado em Energia na Agricultura). Cascavel, PR, Fevereiro, 2015.

TREVISAN, L. **Bovinocultura de corte a base de pasto e integração lavoura-pecuária na fronteira oeste do Rio Grande do Sul**. Trabalho de conclusão de curso. 2012, 59 f (título de Engenheiro Agrônomo). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2012.

USDA - **United States Department Of Agriculture**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline>> acesso em: 21 de outubro de 2016.