



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS – PPGSA

GERONCIO SUCUPIRA JUNIOR

**CULTIVAR BRS PONTA NEGRA IRRIGADO COM EFLUENTES  
AGROINDUSTRIAIS**

POMBAL – PB  
2018

GERONCIO SUCUPIRA JUNIOR

**CULTIVAR BRS PONTA NEGRA IRRIGADO COM EFLUENTES  
AGROINDUSTRIAIS**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. D. Sc. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz

POMBAL – PB  
2018

S942c      Sucupira Junior, Geroncio.  
Cultivar BRS Ponta Negra irrigado com efluentes  
agroindustriais / Geroncio Sucupira Junior. – Pombal, 2018.  
47f.: il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) –  
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e  
Tecnologia Agroalimentar, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz".

1. Cultura do sorgo. 2. BRS Ponta Negra - Cultivar. 3. Irrigação.  
4. Água residuária. I. Queiroz, Manoel Moisés Ferreira de. II.  
Título.

CDU 633.17(043)

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Auxiliadora Costa CRB 15/716

CAMPUS DE POMBAL

**“SORGO CULTIVAR BRS PONTA NEGRA IRRIGADO COM EFLUENTES AGROINDUSTRIAIS”**

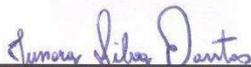
Defesa de Trabalho Final de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em 05 / 3 / 2018

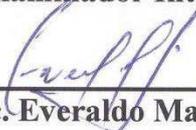
COMISSÃO EXAMINADORA



**Prof. D. Sc. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz**  
Orientador



**Prof.<sup>a</sup> D. Sc. Jussara Silva Dantas**  
Examinador Interno



**Prof. D. Sc. Everaldo Mariano Gomes**  
Examinador Externo

**POMBAL-PB**  
**MARÇO - 2018**

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por ter me dado saúde e determinação para superar :  
dificuldades na conclusão desta etapa.

A UFCG que faz parte da minha vida estudantil de forma efetiva, a todo seu corpo docente, direção e funcionários.

Ao IFPB, Campus Sousa, minha segunda casa e onde tenho grandes amigos e colegas que colaboraram para esse momento.

Ao meu orientador Manoel Moisés Queiroz, pela atenção e suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Aos meus avós José Sucupira Filho, Maria Dantas Sucupira, José Ferreira Barbosa e Maria Dantas Casimiro, exemplos de vida, força e honestidade.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A meus Irmãos pelo incentivo e palavras de apoio.

A minha Esposa pelo amor e apoio a mim dedicados.

A meus filhos Ana Júlia e Pedro, pelo amor incondicional.

Ao Professor Ednaldo Barbosa Pereira Junior, pela orientação, colaboração e atenção a mim dedicados.

Ao professor M. Sc. Eduardo Beltrão, que colaborou na montagem do experimento, enquanto Diretor de Pesquisa e Extensão da unidade São Gonçalo.

Ao M. Sc João Ferreira da Silva, aos técnicos Edvanildo e Hermano, pela colaboração do Laboratório de análise de água e solo do IFPB.

Ao colega Jaime Miguel de Araújo Filho, que nos ajudou nas análises no laboratório de Nutrição Animal da UFCG, campus Patos.

Ao amigo Francimário Moura, funcionário terceirizado do IFPB pelo auxílio na montagem do experimento.

## RESUMO

Este trabalho buscou avaliar a produção de forragem do Cultivar BRS Ponta Negra irrigado com efluentes agroindustriais proveniente da bovinocultura e da agroindústria de processamento de leite e derivados pertencentes ao IFPB – Sousa, em diferentes diluições, usando a água de poço artesiano como referência, cultivado em balde e onde foi realizada a determinação de Matérias Verde e Seca, Proteína Bruta, Fibra em Detergente Neutro e Fibra em Detergente Ácido e cinzas, além de análise química do solo antes, durante e após o experimento e análise físico-química da água antes e depois de sua passagem pelo solo. Os tratamentos que receberam água residuária da bovinocultura em maiores concentrações apresentaram os melhores resultados e todas as águas residuárias, em diversas concentrações apresentaram melhor resultado na produtividade das plantas quando comparado com a água do poço artesiano. Portanto, este estudo mostra a possibilidade da produção de sorgo com águas residuárias pelos produtores rurais do semiárido, sendo a presença de resíduos da bovinocultura mais eficiente na produção de forragem, colaborando para o destino adequado desses efluentes.

**Palavra-chave:** Cultivar BRS Ponta Negra. Água residuária. Parâmetros bromatológicos. Salinidade.

## **ABSTRACT**

This work sought to evaluate the forage production of the Cultivar BRS Ponta Negra irrigated with agribusiness effluents from cattle and agribusiness processing of milk and derivatives belonging to the IFPB – Sousa, in different dilutions, using artesian well water as reference, cultivated in bucket and where the determination of Green and Dry Matter, Crude Protein, Neutral Detergent Fiber and Fiber in acid detergent and ash were realized besides chemical analysis of the soil before, during and after the experiment and physical-chemical analysis of the water before and after its passage through the soil. The treatments that received cattle wastewater in higher concentrations presented the best results and all the wastewater in different concentrations presented better results in the productivity of the plants when compared to the water of the artesian well. Therefore, this study shows the possibility of the production of sorghum with wastewater by the rural producers of the semiarid, being the presence of cattle residues more efficient in the production of fodder, collaborating for the adequate destination of these effluents.

**Keywords:** Cultivar BRS Ponta Negra. Wastewater. Bromatológicos parameters. Salinity.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Coleta e armazenamento dos efluentes em reservatórios de 500 L.....	26
<b>Figura 2.</b> Sala de Ordenha e Ordenhadeira mecânica da Bovinocultura.....	26
<b>Figura 3.</b> Experimento instalado no Campus do IFPB – Sousa.....	27
<b>Figura 4.</b> Cobertura do experimento com sombrite.....	30
<b>Figura 5.</b> Presença da praga do pulgão na cultura do sorgo.....	30

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Dados do pH do solo coletadas em diferentes períodos experimentais no cultivo o sorgo, IFPB – Sousa, 2018.....	38
<b>Gráfico 2.</b> Dados do Na <sup>+</sup> do solo coletadas em diferentes períodos experimentais no cultivo o sorgo, IFPB – Sousa, 2018.....	40 41
<b>Gráfico 3.</b> Dados da PST (%) do solo coletadas em diferentes períodos experimentais no cultivo o sorgo, IFPB – Sousa, 2018.....	41
<b>Gráfico 4.</b> Dados da matéria orgânica (M.O) do solo coletadas em diferentes períodos experimentais no cultivo o sorgo, IFPB – Sousa, 2018.....	

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Resultado da análise físico-química da água utilizada aos 30 dias após plantio para irrigação no experimento, IFPB, Campus Sousa – PB 2017.....	28
<b>Tabela 2:</b> Resultado da análise físico-química água utilizada aos 60 dias após-plantio para irrigação no experimento, IFPB, Campus Sousa, 2017.....	29
<b>Tabela 3:</b> Resultado da análise físico-química da água utilizada aos 107 dias após-plantio para irrigação no experimento, IFPB, Campus Sousa, 2018.....	29
<b>Tabela 4:</b> Resultado da análise química e de fertilidade do solo utilizado para instalação do experimento, IFPB, Campus Sousa, 2018.....	34
<b>Tabela 5:</b> Altura de planta e diâmetro de caule do sorgo aos 107 dias após o plantio.....	35
<b>Tabela 6:</b> Valores de Massa Verde da parte Aérea e Matéria Seca da Parte Aérea do Sorgo aos 107 dias pós plantio.....	36
<b>Tabela 7:</b> Proteína Bruta e Cinzas do Capim Sorgo coletado aos 107 dias pós plantio irrigado sob diferentes fontes de águas residuária, IFPB campus, 2018.....	37
<b>Tabela 8:</b> Teores de Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) do Sorgo aos 107 dias.....	37
<b>Tabela 9:</b> Resultados da análise físico-química da água percolada após 30 dias de irrigação na cultura do sorgo.....	
<b>Tabela 10:</b> Resultados da análise físico-química da água percolada após 60 dias de	

irrigação na cultura do  
sorgo.....

**Tabela 11:** Resultados da análise físico-química da água percolada após 107 dias de  
irrigação na cultura do  
sorgo.....

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE</b>	<b>12</b>
	<b>LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
2.1	ÁGUA NO	13
	PLANETA.....	
2.2	REUSO DE	17
	ÁGUA.....	21
2.3	CULTURA DO SORGO: ORIGEM, CARACTERÍSTICAS E SEU CULTIVO NO	22
	NORDESTE.....	25
2.4	EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DO	25
	SORGHUM.....	25
2.5	EFEITOS DOS EFLUENTE NO	27
	SOLO.....	27
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
3.1	LOCALIZAÇÃO DO	29

EXPERIMENTO.....	30
3.2 ORIGEM DOS EFLUENTES AGROINDUSTRIAIS E DO POÇO TUBULAR.....	31
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	31
3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO EXPERIMENTO.....	31
3.5 ANÁLISE QUÍMICA DAS ÁGUAS PARA USO NA IRRIGAÇÃO.....	32
3.6 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO.....	32
3.7 TRATOS CULTURAIS.....	33
3.8 IRRIGAÇÃO.....	33
3.9 VARIÁVEIS AVALIADAS.....	36
<b>3.9.1 Altura de planta.....</b>	<b>39</b>
<b>3.9.2 Diâmetro de caule da planta.....</b>	<b>43</b>
<b>3.9.3 Matérias Verde e Seca da parte aérea das plantas.....</b>	<b>44</b>
<b>3.9.4 Análises de: Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido e Cinzas.....</b>	
<b>3.9.5 Atributos químicos do solo observados durante o período experimental.....</b>	
<b>4.9.6 Análise estatística.....</b>	
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	
4.1 DESENVOLVIMENTO DO SORGO.....	
4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA COLETADA.....	
4.3 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO DURANTE O EXPERIMENTO.....	
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

O semiárido do nordeste brasileiro é caracterizado pela ocorrência de precipitações que se distribuem de maneira irregular, concentradas num curto período chuvoso, seguido de um longo período de estiagem. Apresenta temperaturas médias anuais elevadas, como também solos jovens pouco profundos com baixa capacidade de armazenamento de água. Desse modo, os mananciais superficiais e subterrâneos não são capazes de atender a demanda por água para os diversos segmentos agroindustriais de forma contínua e segura.

A produção agropecuária dessa região é fortemente afetada com a escassez de forragem, agravada no período seco, onde o baixo valor nutritivo das forrageiras de ocorrência natural compromete o crescimento e o desenvolvimento dos animais, acarretando queda de produtividade e comprometendo a produção de leite e carne, passando, assim, os produtores a depender da disponibilidade de volumosos conservados (LIMA *et al.*, 2004). Na última década observou-se um agravamento desse problema, fazendo com que houvesse uma grande escassez de forragem para o rebanho do semiárido nordestino.

Nesse contexto, a cultura do sorgo se destaca por ter uma produção de matéria seca (MS) superior à do milho, apresentando, principalmente, a vantagem de uma maior adaptabilidade a regiões com distribuição irregulares de chuvas, com solos rasos e de baixa fertilidade, que são características de regiões semiáridas (ROCHA JÚNIOR *et al.*, 2000).

O Cultivo do Sorgo vem se tornando uma boa alternativa para os pecuaristas de nossa região no que se refere a oferecer uma segurança alimentar do rebanho, tanto pela oferta in natura como através do seu armazenamento em silos (Silagem), além de agregar características importantes como boa produtividade e menor exigência hídrica quando comparada a outras culturas como o milho.

Por outro lado, os setores ligados as agroindústrias processadoras de alimentos utilizam um grande volume de água potável gerando grandes volumes de efluentes, que muitas vezes são jogados em leito de rios, em rede de esgotos urbanos ou armazenados em lagoas causando sérios danos ambientais. Segundo Von Sperling (2005), as agroindústrias processadoras de frutas e os laticínios consomem em médias de 4 a 50 m<sup>3</sup> e 1 a 10 m<sup>3</sup> de água por tonelada de produtos processados e para cada 1000 litros de leite respectivamente, sendo que quase na sua totalidade são transformados em efluentes.

Uma maneira racional, sem muitos custos adicionais, para reduzir o volume de efluente lançados por essas agroindústrias seria sua utilização na produção de forragens, como

formas de fazer o controle ambiental e minimizando ao máximo os custos com tratamento e disposição final, pois além de água, os efluentes agroindustriais podem conter nutrientes essenciais para nutrição das plantas (SILVA, 2011), sem desconsiderar os efeitos nocivos as plantas e ao solo.

Porquanto, o aproveitamento das águas residuárias para a produção de forragem é de fundamental importância para a região, haja vista a falta das chuvas, o crescimento populacional, o aumento das áreas irrigadas e a crescente industrialização, resultando em grande desafio ao atendimento aos diversos usos, principalmente para irrigação agrícola.

Diante destes fatos, o aproveitamento de efluentes agroindustriais tem se mostrado como alternativa para minimizar os efeitos da seca, reduzindo o uso de água potável em atividades de irrigação. Portanto, o reuso da água utilizada nas agroindústrias pode promover melhoria sobre aspectos econômicos e ambientais, com sua utilização na produção de forragem, principalmente usando plantas de ciclo curto (menor consumo de água), apresentando-se como alternativas no arraçamento de animais em períodos de estiagem, tornando-se viável a pecuária em regiões semiáridas.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os parâmetros de crescimento, desenvolvimento e bromatológicos do Cultivar BRS Ponta Negra irrigado com efluentes agroindústrias proveniente da bovinocultura e da agroindústria de processamento de leite e derivados pertencentes ao IFPB – Sousa, em diferentes diluições, usando a água de poço artesiano como referência.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ÁGUA NO PLANETA

A água é um recurso natural indispensável para a sobrevivência do homem e demais seres vivos no Planeta. É uma substância fundamental para a formação do ecossistema, sendo importante para as formações hídricas atmosféricas, influenciando diretamente o clima das regiões. Infelizmente, este recurso natural encontra-se cada vez mais restrito e concentrado em determinadas regiões onde a maioria da população não tem acesso, além do mais está sendo esgotada pelas atitudes comportamentais do homem, prejudicando sua qualidade com uma tendência em sentido contrário à manutenção do equilíbrio ambiental (PAZ *et al.*, 2000).

A água ocupa 71% da superfície do planeta, no entanto, 97,30% deste total constituem-se de águas salgadas, 2,70% são águas doces. Do total de água doce, 2,07% estão congeladas em geleiras e calotas polares (água em estado sólido) e, apenas 0,63% restam de água doce não totalmente aproveitada por questões de inviabilidade técnica, econômica, financeira e de sustentabilidade ambiental. Em escala global, estima-se que 1,386 bilhões de km<sup>3</sup> de água estejam disponíveis, porém, a parte de água doce econômica de fácil aproveitamento para satisfazer as necessidades humanas, é de aproximadamente 14 mil km<sup>3</sup>ano<sup>-1</sup> (0,001%). Desde o início da história da humanidade, a demanda de água é cada vez maior e as tendências das últimas décadas são de excepcional incremento devido ao aumento populacional e elevação do nível de vida (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2011).

Pelos padrões globais a Austrália é um continente extremamente seco, com uma grave limitação dos recursos de água doce. A atual falta de água disponível é agora o fator mais limitante para o crescimento econômico no setor hortícola. Com tendências do declínio das chuvas e aumento de porções de água para manutenção do ecossistema em muitas partes do país, continuou a extração de água para a agricultura tornando insustentável o consumo de água (LAURENSEN *et al.*, 2010).

O Brasil é o país mais rico em água doce, com 12% das reservas mundiais. Do potencial de água de superfície do planeta, concentram-se 18%, escoando pelos rios, aproximadamente 257.790 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>. Apesar de apresentar uma situação aparentemente favorável, observa-se no Brasil uma enorme desigualdade regional na distribuição dos recursos hídricos. Quando comparamos estas situações com a abundância de água na Bacia Amazônica, que

correspondem às regiões Norte e Centro-Oeste, contrapondo-se a problemas de escassez no Nordeste e conflitos de uso nas regiões Sul e Sudeste a situação agrava-se (TUCCI *et al.*, 2001).

O panorama climático atual e futuros trazem incertezas que pode ajudar a estimar demandas de água no futuro e também a definir políticas ambientais de uso e gerenciamento de água. No Nordeste há apenas 3% de água doce, de acordo com os relatórios do IPCC (MAGRIN *et al.*, 2007) e do Inpe (MARENGO *et al.*, 2007), a tendência do semiárido é tornar-se mais árido, a constância e a intensidade das secas aumentarão e, conseqüentemente, diminuirá a disponibilidade de recursos hídricos, acarretando impacto sobre a vegetação, a biodiversidade e atividades que dependem dos recursos naturais. Nessa Região do Brasil, o maior problema seria o aumento da seca e da falta de água. A Região poderá passar de zona semiárida a zona árida, e as conseqüências dessa mudança afetarão a alimentação, a sanidade e a saúde da população local. Segundo um estudo feito pela agência nacional de águas ANA (2007) mais de 70% das cidades do semiárido nordestino com população acima de cinco mil habitantes enfrentarão crise no abastecimento de água para o consumo humano até 2025, independentemente da mega obra de transposição do Rio São Francisco.

## 2.2 REUSO DE ÁGUA

Segundo Rebouças (1997), vale ressaltar que durante os anos de seca, e nas áreas mais quentes e áridas do Nordeste, a produção agrícola só é possível por meio da irrigação por longos períodos no decorrer do ano, sendo os efluentes industriais ou urbanos um recurso alternativo de água que deve ser considerado, a fim de recuperar o declínio da demanda de água do Nordeste.

A Resolução Nº 54 (CONAMA, 2005) define efluentes líquidos de agroindústrias tratados ou não como água residuária, e o reuso da água como sendo a utilização de águas residuárias.

Considerando que a prática de reuso de água reduz os custos associados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública, e com o crescente interesse pelo o tema reuso de água, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), criou a Resolução 54, de 2005, que regulamenta o reuso de água, a qual estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto de água não potável. Nessa resolução, são definidas as cinco modalidades de reuso de água:

I- Reuso para fins urbanos: utilização de água de reuso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio dentro da área urbana;

II- Reuso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reuso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;

III- Reuso para fins ambientais: utilização de água de reuso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;

IV- Reuso para fins industriais: utilização de água de reuso em processos, atividades e operações industriais;

V- Reuso na aquicultura: utilização de água de reuso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos (CNRH, 2005).

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 54, os esgotos de origem essencialmente doméstica ou com características similares tratados devem ser utilizados para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como irrigação de jardins, lavagem de pisos e de veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas, pastagens e etc. Essa forma de reuso pode abranger desde a simples recirculação de água de enxágue da máquina de lavagem, com ou sem tratamento aos vasos sanitários, até uma remoção em alto nível de poluentes para lavagens de carros. Comumente, o reuso é apenas uma extensão do tratamento de esgotos, sem investimentos adicionais elevados, assim como nem todo o volume de esgoto gerado deve ser tratado para ser reutilizado (CONAMA, 2005).

Também é permitido que o esgoto tratado em condições de reuso possa ser transportado para além do perímetro da área onde encontra-se a lagoa de despejo do efluente para outro local, afim de atender à demanda industrial ou outra demanda da área próxima. No caso de utilização como fonte de água para canais e lagos para fins paisagísticos, dependendo das condições locais, pode ocorrer um crescimento intenso das plantas aquáticas devido à abundância de nutrientes no esgoto tratado. Neste caso, deve-se dar preferência à alternativa de tratamentos que removam eficientemente o fósforo do esgoto. Em termos gerais, podem ser definidas as seguintes classificações e respectivos valores de parâmetros para esgotos, conforme o reuso:

➤ **Classe 1:** Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes: turbidez inferior a cinco, coliforme fecal inferior a 200 NMP/100 ml<sup>-1</sup>; sólidos dissolvidos, totais

inferiores a  $200 \text{ mg/L}^{-1}$ ; pH entre 6,0 e 8,0; cloro residual entre  $0,5 \text{ mg/L}^{-1}$  e  $1,5 \text{ mg/L}^{-1}$ . Nesse nível, serão geralmente necessários tratamento aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente, cloração. Pode-se substituir a filtração convencional por membrana filtrante;

➤ **Classe 2:** Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes: turbidez inferior a cinco, coliforme fecal inferior a  $500 \text{ NMP}/100 \text{ ml}^{-1}$ , cloro residual superior a  $0,5 \text{ mg/L}^{-1}$ . Nesse nível é satisfatório um tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido de filtração de areia e desinfecção. Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes;

➤ **Classe 3:** Reuso nas descargas dos vasos sanitários: turbidez inferior a 10, coliformes fecais inferiores a  $500 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$ . Normalmente, as águas de enxágue das máquinas de lavar roupas satisfazem a este padrão, sendo necessária apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão;

➤ **Classe 4:** Reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual. Coliforme fecal inferior a  $5000 \text{ NMP}/100 \text{ ml}$  e oxigênio dissolvido acima de  $2,0 \text{ mg/L}$ . As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita (CONAMA, 2005).

Diante do grande consumo de água envolvido na agricultura, como em alguns países, chegando a consumir até 80% da água disponível, o Brasil merece uma especial atenção ao reuso para fins agrícolas. No Brasil esta porcentagem chega muito próxima a 70%, devendo merecer uma preocupação maior nos momentos de tomada de decisão, quando forem decididas as prioridades para reuso. A agricultura depende, atualmente, de suprimento de água em um nível tal que a sustentabilidade da produção de alimentos não poderá ser mantida, sem o desenvolvimento de novas fontes de suprimento e a gestão adequada dos recursos hídricos convencionais. Esta condição crítica é fundamentada no fato de que o aumento da produção, não pode mais ser efetuado através da mera expansão de terra cultivada (HESPANHOL, 2008).

Essa crescente demanda de água para a irrigação, o reuso de esgoto agroindustriais por meio da disposição controlada no solo tem-se demonstrado uma alternativa viável, tendo em vista a composição das águas residuárias e as características do solo, uma parceria para uma possível depuração e transformação do esgoto por ação de bactérias fornecendo assim água e nutrientes para as plantas, mas, segundo Hespagnol (2008), essas águas têm alguns elementos fitotóxicos e outros que podem levar à salinização ou solidificação do solo, portanto algumas

precauções devem ser levadas em consideração, sobretudo a necessidade de um sistema adequado de drenagem, visando minimizar o processo de salinização dos solos irrigados com esgotos.

A água reciclada é um termo genérico dado à água recuperada de uma série de fontes, incluindo esgoto municipal, correntes industriais, resíduos agrícolas, de águas pluviais, de esgoto e resíduos domésticos compreendendo banheiro e lavanderia (água cinza) e resíduos de esgotos (águas negras). Geralmente estas águas residuais são processadas através de estações de tratamento de águas residuais municipais (ETAR'S) para produzir uma qualidade definível de efluentes de esgoto, que pode ser reciclado para uma variedade de propósitos. Nas áreas rurais da Austrália, os efluentes de drenagem agrícolas e efluentes pecuários, constituem uma importante fonte de água e utilizável (LAURENSEN *et al.*, 2010).

Em países com recursos hídricos limitados, a reutilização da água pode contribuir consideravelmente para a oferta da água e aliviar o estresse sobre os recursos de água doce. A Jordânia é um dos países que sofrem uma grave falta de água em que fornecer água suficiente para diferentes setores é uma questão desafiadora. Quase todas as quantidades de águas residuais coletadas estão sendo reutilizadas para fins agrícolas. Estimou-se que as águas residuais tratadas contribuirão para 20% do orçamento da água no reino até o ano 2020 (WAJ, 1999). Atualmente, 60% da população é servida por redes de esgoto. As áreas urbanas têm a maior parcela de cobertura enquanto a maioria das áreas peri-urbanas e rurais ainda são servidas por piscinas como o principal sistema de saneamento (WAJ, 2005).

Segundo Ilias *et al.* (2014), a Grécia possui alto potencial em reutilização de águas residuais tratadas para a irrigação de cultura e paisagem. A estimativa é que mais de 75% da população grega foi conectada a ETAR, com uma capacidade total de mais de 1,50m<sup>3</sup>/dia, com maior produção de efluentes (83%) para atender principalmente as regiões com um balanço hídrico negativo.

O reuso de água começou a ser estudado na Grécia em 1995, pelo Instituto de recuperação de terras (LRI-NAGREF) por meio de experimentação com a utilização de efluentes da ETAR de Salónica para irrigação de culturas como a beterraba açucareira, algodão, milho e arroz, que são as principais culturas da região. Durante a experimentação foram testadas duas qualidades de água, esgoto tratado e de água doce (controle), em relação aos efeitos sobre a produção agrícola, as propriedades do solo, equipamentos de irrigação e de risco à saúde. Esses experimentos resultaram nas seguintes conclusões: Avaliando a água de irrigação e a adequação do efluente da ETAR para regar, tendo em conta a sua composição e

os padrões agrônômicos estabelecidos, mostrou que, se as práticas forem seguidas as recomendações, podem ser usadas com segurança sem representar alto risco para o solo, culturas, sistemas de irrigação e a saúde humana. No entanto, apenas o uso racional supervisionado e sistemáticas de efluentes poderia assegurar a sustentabilidade e segurança em longo prazo (ILIAS *et al.*, 2014).

Os efluentes agroindustriais ou domésticos tratados ou não é de grande importância no fornecimento de nutrientes em comparação ao seu fornecimento de adubo mineral, destacados por vários autores, a exemplo de Rebouças *et al.* (2010), Santos *et al.* (2006) e Costa (2006) que afirmam que os solos irrigados com esgoto tratado conseguem suprir as necessidades nutricionais de certas culturas, como a do feijão caupi, que mesmo na falta de adubação mineral o esgoto supriu as necessidades nutricionais. A produtividade de quiabo irrigado com esgoto tratado foi similar a obtidos com água e adubo mineral e que, utilizando esgoto tratado para irrigação de melancia obteve uma produtividade da cultura irrigada com esgoto semelhante àquela obtida por meio de irrigação com água de poço mais adubação mineral, respectivamente.

O reuso apresenta diversas vantagens do ponto de vista econômico, social e ambiental. Segundo Guidolin (2006), é imprescindível destacar o conteúdo dos elementos minerais presentes em efluentes urbanos brutos, como os macro e micronutrientes, necessários ao desenvolvimento vegetal e outros até fitotóxicos. No que se referem aos patógenos, vetores de doenças ao ser humano, é preciso destacar que o solo atua como redutor do período de sobrevivência dos mesmos.

Entre as vantagens da utilização de água de reuso está a preservação da água potável, reservando-a exclusivamente para o atendimento das necessidades que exijam a sua potabilidade para o abastecimento humano. Além disso, a substituição de uma água de boa qualidade por outra inferior, porém que contenha a qualidade requerida para o destino traçado para ela (CORRÊA, 2014).

### 2.3 CULTURA DO SORGO: ORIGEM, CARACTERÍSTICAS E SEU CULTIVO NO NORDESTE

Segundo Ribas (2003), em seu livro: “Sorgo: Introdução e Importância econômica”, a moderna Planta Sorgo é um produto da intervenção do homem ao longo das gerações, e tida como uma extraordinária fábrica de energia, de enorme utilidade em regiões muito quente e

secas pela sua boa produtividade, o que não é possível com outras espécies, como o milho. Ainda de acordo com Ribas, 2003, essa planta que tem origem na África e com evidências também de origem Indiana, não sendo nativa dos Hemisfério Ocidental e tendo nas Américas uma introdução bem mais recente, sendo o caribe a porta de entrada e chegando aos Estados Unidos na metade do século XIX, país onde houve grandes avanços Genéticos, com a criação dos Híbridos nos anos 60. Segundo dados da EMATER – MG, 2012, no Brasil, sua expansão se iniciou na década de 70, principalmente, no Rio Grande do Sul, em São Paulo, na Bahia e no Paraná. No Estado de Minas Gerais a cultura vem crescendo de forma acentuada nos últimos anos, especialmente nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Noroeste Mineiro. Na região Norte de Minas, especialmente, em função das baixas precipitações pluviométricas, o sorgo é uma opção de cultivo, devido à sua grande resistência a períodos de estiagem, e tem sido muito utilizado na produção de silagem.

O sorgo é considerado uma planta tolerante a altas temperaturas e à seca, mas havendo déficit hídrico, a sua taxa de crescimento diminui. O sistema radicular é profundo e ramificado, o que aumenta a eficiência na extração de água da solução de solo. As folhas possuem um bom sistema de transpiração que evita a perda de água. Necessita de temperaturas médias diárias acima de 18° C na fase de florescimento, e as melhores condições térmicas situam-se entre 26 e 30° C. A temperatura média anual de 18° C é considerada o limite inferior para o cultivo do sorgo. Durante o ciclo da planta, a quantidade de água exigida varia de 450 a 500 mm. Existem dois períodos críticos quanto à disponibilidade de água no solo. O primeiro ocorre imediatamente à realização do plantio e vai até 20 a 25 dias após a germinação. O segundo período ocorre durante a fase de floração. Ao planejar o plantio, deve-se procurar o momento em que, historicamente, o período de temperaturas mais altas e de maior intensidade de chuva coincida com o enchimento dos grãos, fase de maior exigência da planta (GOVERNO DE MINAS – DEPARTAMENTO TÉCNICO DA EMATER – MG).

Segundo dados do IPA – Pernambuco (2008), a época do plantio do sorgo é no início da estação chuvosa, a colheita do Sorgo forrageiro é feita de acordo com o tamanho do plantio, pequenos plantios podem ser feitos manualmente, colhendo-se a planta inteira e, dependendo do caso, passar na forrageira (para consumo direto dos animais) ou na ensiladeira (para enchimento do silo). Para grandes plantios poderá ser utilizada a colheitadeira acoplada ao trator, onde o destino final do material colhido é o silo. A colheita do sorgo forrageiro deve ser feita entre a fase que vai logo após o florescimento até a fase de endurecimento dos grãos (Ponto Farináceo), dependendo da natureza do sorgo. A variedade do sorgo forrageiro

recomendado para plantio nas regiões do agreste e do sertão do Pernambuco são a IPA 467-42 e IPA SF-25 ou outras variedades desenvolvidas para a região. A produção esperada de sorgo forrageiro, seguindo estas recomendações, e as condições climáticas apresentando-se favoráveis, a produção do sorgo forrageiro poderá alcançar de 10 a 15 toneladas por hectare de matéria seca. Esta produção atende às necessidades de consumo de 6 a 8 animais adultos durante um período de cinco meses. É importante observar que não se deve deixar os animais se alimentarem de sorgo jovem ou da soca (até um metro de altura), devido à presença do ácido cianídrico (HCN). Caso isso ocorra, poderá surgir nos animais um princípio de intoxicação.

A cultura do sorgo está expandindo cada vez mais no Brasil, principalmente no período de safrinha, em sucessão às culturas de verão. Segundo dados da CONAB (2011) pode ser verificado a produção de sorgo no país por região de acordo com o levantamento referente aos anos agrícolas 2009/2010 e 2010/2011, sendo a região nordeste o terceiro maior produtor que em 10/11 atingiu 196,9 mil/ toneladas, em segundo vem a região Sudeste e com maior destaque a região Centro-Oeste que na safra 10/11 produziu 1.009,3 mil/toneladas, ainda segundo a CONAB a área plantada também vem crescendo na região Nordeste passando de 107,8 mil hectares em 09/10 para 130 mil em 10/11, enquanto a região centro-oeste diminui a área plantada mas conseguindo aumentar a produção. A grande maioria dos materiais genéticos comerciais de sorgo requer temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento. A planta de sorgo tolera o déficit de água e o excesso de umidade no solo, mais do que a maioria dos outros cereais, e pode ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo.

Assim como no milho, tanto o excesso de água quanto a sua falta (seca ou déficit hídrico) no solo, afeta o desenvolvimento do sorgo, sendo esta última o mais estudado. O sorgo requer menos água para se desenvolver quando comparado com outros cereais, sendo que o período mais crítico à falta de água é o florescimento. Segundo Aldrich *et al.* (1982), o Sorgo necessita de 330 kg de água para produzir 1 Kg de Matéria Seca, enquanto o Milho consome 370 Kg de água para produzir a mesma quantidade de matéria seca e o trigo consome 500 Kg do líquido para alcançar essa produção de matéria seca. Albuquerque *et al.* (2007) diz que quando comparado com o milho, o sorgo produz mais sobre estresse hídrico, murcha menos e é capaz de se recuperar de murchas prolongadas. A resistência à seca é uma característica complexa, pois envolve simultaneamente aspectos de morfologia, fisiologia e bioquímica. A literatura cita três mecanismos relacionados à seca: resistência, tolerância e

escape. O sorgo parece apresentar duas características: escape e tolerância. O escape é através de um sistema radicular profundo e ramificado, o qual é eficiente na extração de água do solo. Já a tolerância está relacionada ao nível bioquímico.

Albuquerque *et al.* (2007) afirma que fatores mais importantes que afetam o uso de água e a tolerância à seca é um sistema radicular profundo e denso. Essa característica é bem evidenciada na planta de sorgo, se fizermos uma comparação entre raízes primárias de milho e sorgo será encontrado que ambas as culturas apresentam basicamente a mesma quantidade de massa radicular, porém, as raízes secundárias do sorgo são no mínimo o dobro daquelas encontradas no milho. Além do mais, o sistema radicular do sorgo é mais extenso, fibroso e com maior número de pelos absorventes. A profundidade do sistema radicular chega até 1,5 m (sendo 80% até 30 cm de profundidade no solo), em extensão lateral alcança até 2,0 m.

O sorgo é uma planta com alta capacidade de rebrota, devido a capacidade de conservar ativo seu sistema radicular (REZENDE *et al.*, 2011). Alguns autores observaram altas taxas de rebrota (cerca de 90%) em híbridos avaliados para corte. A intensidade da rebrota é proporcional à sanidade da primeira época de corte, e o rendimento da rebrota depende do número de plantas (perfilhos) existentes na plantação. Os materiais genéticos forrageiros rendem em média 40-60% do primeiro corte, sendo que em determinadas situações a rebrota pode chegar a produzir até mais que o primeiro corte. Atualmente, a rebrota tem sido utilizada como massa para plantio direto, uma vez que o sorgo é mais persistente que o milheto, por exemplo (COELHO *et al.*, 2010).

Em relação a temperatura devido a sua origem tropical o sorgo é um dos cultivos agrícolas mais sensíveis a baixas temperaturas noturnas. A temperatura ótima para crescimento está por volta de 33- 34°C. Acima de 38°C e abaixo de 16°C a produtividade decresce (CLEGG *et al.*, 1983). Baixas temperaturas (< 10°C) causam redução na área foliar, perfilhamento, altura, acumulação de matéria seca, atraso na data de floração e aumento de doenças. Isto é devido a uma redução da síntese de clorofila, especialmente nas folhas que se formam primeiro na planta jovem com conseqüente redução da fotossíntese. Alguns genótipos de sorgo tolerantes germinam em baixas temperaturas e estabelecem mudas saudáveis. O desenvolvimento floral e a fertilização dos grãos podem ocorrer até com temperaturas de 40 a 43°C, 15 a 30% de umidade relativa, desde que haja umidade disponível no solo. Um ajustamento osmótico em sorgo também pode ocorrer devido a altas temperaturas. Quando comparado ao milho, o sorgo é mais tolerante a temperaturas altas e menos tolerante a temperaturas baixas. A temperatura baixa afeta, o desenvolvimento da panícula,

principalmente, por seu efeito sobre a esterilidade das espiguetas. A sensibilidade a temperaturas baixas é maior durante a meiose.

Molina *et al.* (2000) avaliando os híbridos AG2006, BR601, CMSXS756, BRS701, BR303 e BR304, também notaram diferenças significativas entre os híbridos estudados em relação à característica altura de planta. No trabalho dos referidos autores, a altura das plantas variou de 1,0 a 2,7 m. Brito (1999) encontrou valores de 2,15 a 3,05 m ao estudar quatro genótipos de sorgo de porte alto. Gomes *et al.* (2006), avaliando 11 cultivares de sorgo forrageiro, obtiveram valores de altura de planta de 1,52 a 4,11 m. Albuquerque *et al.* demonstra que a variedade Ponta Negra alcançou 2,26 m e um diâmetro de Colmo de 12,93 mm, enquanto a variedade SHS 500 chegou a uma altura de 2,96 m e atingiu um diâmetro de Caule de 14,53 mm. Segundo Perazzo *et al.*, a cultivar 'Ponta Negra' apresentou uma altura de 2,74m, em experimento realizado pela EMEPA – PB realizado na estação experimental de pendência aproveitando o período chuvoso. Pedreira *et al.* (2003) obteve em experimento realizado na UNESP com diversas variedades de Sorgo teores de proteína Bruta entre 6,5 e 8,8% e valores de FDN entre 57,4 e 70,1.

Em estudo realizado em pentecostes Ceará, Gomes *et al.* (2006), observou que a variedade BRS 701 atingiu o teor de 7,34% de Proteína Bruta e 63,33% de FDN, enquanto a variedade IPA 467-4-2 apresentou apenas 3,3 % de P.B E 43,13% de F.D.N.

#### 2.4 EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DO SORGHUM

O sorgo é uma cultura exigente em nutrientes N, P, K. Os nutrientes minerais podem influenciar a qualidade fisiológica das sementes e o metabolismo do carbono na planta, direta ou indiretamente, pela síntese de novos tecidos em crescimento. Sob estresse este balanço de nutrientes pode ser mudado, por exemplo, sorgo sob estresse hídrico ocorre uma diminuição da quantidade de compostos nitrogenados além da atividade de enzimas do metabolismo do nitrogênio (redutase do nitrato e glutamina sintetase). Os efeitos diretos sobre a fotossíntese e a respiração resultam da incorporação dos minerais em metabólitos, coenzimas e pigmentos ou de sua participação direta como ativadores no processo de fotossíntese. A falta e o excesso de minerais também podem levar ao estresse.

Vale ainda ressaltar que o estresse ocorrido em solos ácidos (EMBRAPA Milho e Sorgo, Sistema de Produção, 2 ISSN 1679).

## 2.5 EFEITOS DOS EFLUENTE NO SOLO

Segundo Papadopoulos (1997), os esgotos domésticos apresentam teores de macro e micronutrientes capazes de atender a demanda da maioria das culturas. Entretanto, a presença de sais e sólidos dissolvidos fixos deve ser vista com cautela, já que tais características podem gerar efluente salino, inadequado para irrigação afetando diretamente a nutrição vegetal. Apesar de que há um número conhecido de culturas tolerantes à salinidade.

Neste sentido, há uma grande necessidade de monitorar e administrar a irrigação e considerar a sustentabilidade do sistema como um todo, considerando que o maior fator de degradação quanto ao reuso de águas na agricultura é a elevada concentração de íons, que quando aumenta a salinidade, podem se tornar tóxicos ou interferir na absorção de outros nutrientes, uma vez que seu acúmulo eleva o potencial osmótico oposto ao da extração das plantas, e desestrutura o solo (SHANNON *et al.*, 1997).

Muitas pesquisas são conduzidas para estudar o impacto da qualidade água cinza reutilizada no solo. Um estudo conduzido por Travis *et al.* (2017), sugere que o óleo e a gordura da GW podem se acumular nos solos e afetar a capacidade dos solos de absorver água essencialmente tornando-o repelente à água. Outro estudo realizado por Gross *et al.* (2018) encontraram evidências de que, a longo prazo, a irrigação de áridos solos com GW pode resultar em acumulação de sais e surfactantes no solo, causando mudanças nas propriedades do solo e toxicidade para as plantas.

Sandri *et al.* (2009) utilizando água de depósito superficial e residuária na irrigação de alface encontrou valores elevado de nutrientes, e avaliando o efeito desses no solo nas camadas de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm, observou elevação significativa nos teores de fósforo (P), potássio (K), manganês (Mn), magnésio (Mg), cobre (Cu), cálcio (Ca) a nível de 10% quando irrigado por aspersão com água de depósito superficial para as duas camadas de solo no primeiro ciclo de cultivo, período que variou do 6º ao 46º dia após o transplântio (DAT), e sódio (Na) e apenas no tratamento que recebeu somente água residuária. No segundo ciclo observou uma redução do K no solo na camada de 0 – 10 cm. A condutividade elétrica do solo, que é um dos parâmetros que indica a concentração de sais no solo, apresentou elevação no primeiro ciclo na camada de 0 – 10 cm quando irrigado com água residuária por gotejamento subterrâneo dos 6 aos 26 dias em relação aos 46 DAT e redução na camada de 10 – 20 cm no mesmo período.

Conforme Sandri *et al.* (2009), a quantidade de matéria orgânica se elevou no primeiro ciclo da cultura da alface apenas quando se utilizou água de depósito superficial na camada de 0- 0,10m no segundo ciclo da cultura. Este aumento foi crescente para todos os tratamentos, que segundo o autor se deve ao acúmulo gradual de matéria orgânica oriunda das águas empregada na irrigação que foram se acumulando ao longo do tratamento.

As águas residuárias de frigoríficos e laticínios são fontes de matéria orgânica e nutrientes minerais e podem contribuir com o aumento da produção e alimentos como levando a melhorias na qualidade do meio ambiente desde que seja usada de forma correta (RODRIGUES, 2001)

Oliveira *et al.* (2013), cultivando moranga irrigada com esgoto doméstico tratado, no final do experimento detectou níveis de salinidade do solo (CE) dos tratamentos irrigados considerados baixos, porém, superior ao do solo que não recebeu irrigação e valores de pH mais alto, em relação àqueles registrados para o tratamento testemunha, este menor desempenho pode estar associado mais especificamente ao efeito do sódio representado no efluente diretamente pela concentração deste elemento no solo, o que pode ter sido influenciado pelo o grande volume de água aplicado ao solo, mas lixiviando os sais para partes mais profunda.

Franciele *et al.* (2010) avaliando as características químicas do solo cultivado com soja irrigado com água residuária de suinocultura nas concentrações de 25, 50 e 75%, observou que a água residuária de suinocultura (ARS) utilizadas nos tratamentos não alteraram as características químicas do solo avaliadas, não apresentou alterações significativas nos teores de cálcio, magnésio, potássio, alumínio, soma de bases, capacidade de troca catiônica, saturação por bases, fósforo e pH do Latossolo Vermelho Distroférico típico. Entretanto, notam-se diferenças significativas em função da profundidade para potássio, fósforo e capacidade de troca catiônica, demonstrando a possibilidade de lixiviação demonstrada a partir da análise dos dados do fósforo e potássio, observando-se pequena mobilidade desses íons ao longo do perfil do solo e, conseqüentemente, da capacidade de troca catiônica.

Duarte *et al.* (2008) utilizando água residuária, efluente do filtro lento, efluente tratado por filtração lenta com desinfecção por radiação ultravioleta e água residuária filtrada pelo filtro de areia e discos, observou que os valores médio de pH foi levemente básico com exceção do tratamento em que se utilizou água potável e o tratamento composto por filtração lenta e injeção de CO<sub>2</sub> que constatou valor médio de pH levemente ácido, no entanto se

apresentaram dentro da faixa considerada ideal sem causar efeitos negativos para a cultura e o solo quanto à prática da irrigação. Uma maior concentração média de ortofosfatos solúvel e nitrogênio amoniacal sempre foram mais elevados para a água residuária do que para os demais tipos de água, com valor médio de  $2,81 \text{ mgL}^{-1}$  e  $25,41 \text{ mgL}^{-1}$  dos referidos nutrientes. Constatando maior elevação no teor de matéria orgânica no solo quando empregou água de abastecimento pública do que água residuária filtrada por filtro de areia e discos (FAD), com adição de  $\text{CO}_2$  e desinfetada com radiação ultravioleta (UV), embora não havendo diferença estatística entre este último tratamento e a água de abastecimento público. Segundo os autores este fato deve ter ocorrido provavelmente devido a maior concentração de nitrogênio e carbono ter favorecido a rápida mineralização e, conseqüentemente, a diminuição dos teores de matéria orgânica dos solos desses tratamentos.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO**

O trabalho foi realizado na Área Experimental do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus de Sousa (IFPB), localizado no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, no município de Sousa, estado da Paraíba, com altitude média de 235m.

O clima da região é do tipo BSH da classificação de Koppen, semiárido quente, precipitação média anual 894mm, com período chuvoso se estendendo de janeiro a maio, e um período de estiagem no restante do ano; com temperatura média anual de 27°C, mínima de 22°C e máxima de 38°C, umidade relativa do ar em torno de 64 % e evaporação média de 3.056,6 mm, coordenadas geográficas; 6° 50' 33'' ao Sul, 38° 17' 73'' oeste.

Durante o período experimental, a média das temperaturas mínimas variaram entre 22,6° c e 24,2° C e a média das temperaturas máximas variaram entre 35° c e 36,6°c alcançando picos de máximas de 38,6°C, a umidade relativa do ar variou entre 48,3% e 62%, a evaporação no mesmo período acumulou 921.2 mm e a precipitação pluviométrica no período foi de 16,6 mm, sendo 15,2 no dia 06 de janeiro o que mostra baixíssima influência no resultado do experimento (INMET – Estação experimental de São Gonçalo).

Os solos aluvionais dominantes na área do perímetro irrigado são profundos, de textura média a argilosa. Aparecem, ainda, com certa representatividade, os vertissolos com textura argilosa e medianamente profundo e os Argissolos, com textura que vai de arenosa a argilosa, e fertilidade natural variando de boa a média (EMBRAPA, 2018).

#### **3.2 ORIGEM DOS EFLUENTES AGROINDUSTRIAIS E DO POÇO TUBULAR**

Para irrigação da cultura do sorgo durante o experimento foram utilizadas as águas residuárias coletadas em duas unidades educativas do IFPB – Sousa. A primeira unidade refere-se a agroindústria de processamento de leite e derivados, onde a água coletada foi oriunda exclusivamente do processamento e da higienização de seus componentes, possuindo em sua composição detergente associados aos resíduos de produtos de origem láctea. A água foi coletada em caixas de pvc com capacidade de 500L (Figura 1) sem tratamento prévio. A segunda unidade corresponde à sala de ordenha da bovinocultura, onde a água coletada foi resultante da lavagem da sala de ordenha com ordenhadeira mecânica (figura 2), sendo composta pelos excrementos bovinos e de detergentes neutros e detergentes ácidos utilizados na higienização da ordenhadeira. Os efluentes utilizados na irrigação do experimento foram coletados e armazenados em caixa de PVC com capacidade de 500 L (figura 1).

No período de processamento, na agroindústria de leite e derivados, o efluente gerado apresentou uma vazão de 400L/dia trabalhado, já no setor da bovinocultura a vazão do efluente produzido ocorreu em torno de 500 L/dia, podendo ocorrer variações em ambos os setores.

A água utilizada na irrigação da cultura no tratamento de referência (testemunha) foi proveniente de um poço artesiano localizado no Campus do IFPB – Sousa. A água coletada do poço foi armazenada no local do experimento, em tonel de 200 L.



**Figura 1.** Coleta e armazenamento dos efluentes em reservatórios de 500 L

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2018.



**Figura 2.** Sala de Ordenha e Ordenhadeira mecânica da Bovinocultura

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2018.

### 3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O modelo experimental utilizado foi o delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e cinco repetições. A parcela experimental foi composta por duas plantas. Os tratamentos utilizados resultaram em: T1 = irrigação com 100% de água residuária da Bovinocultura (ARB); T2: irrigação com a mistura de 75% de água residuária da Bovinocultura e 25% de água residuária da Agroindustrial (ARA); T3: irrigação com a mistura de 50% de ARB e 50% de ARA; T4: irrigação com a mistura de 25% de ARB e 75% de ARA; T5: irrigação com 100% de ARA; T6: Água do poço artesiano (testemunha).

### 3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em baldes com capacidade de 20 litros, preenchidos com uma camada de brita de aproximadamente 6 cm e o restante com solo, deixando em torno de 10 cm de borda superior. Na base de cada balde foi instalada torneira de filtro convencional conectada por mangueira a uma garrafa pet para coletar o excedente de água percolada na camada do solo, advinda da irrigação. Os baldes foram dispostos sobre base de tijolos de acordo com o delineamento experimental (Figura 3). O solo utilizado em cada tratamento experimental foi proveniente da área experimental e submetido às análises química e de fertilidade antes de iniciar o experimento.



**Figura 3.** Experimento instalado no Campus do IFPB – Sousa  
**Fonte:** Dados da pesquisa, 2018.

Os efluentes coletados foram conduzidos até o local de experimento e armazenados em caixas de 500 L, sendo uma para a ARB e outra para ARA, já a água de poço artesiano foi armazenada diretamente no tambor de 200 L, assim como as diluições das águas residuárias (Figura 3), sendo 1 tambor para cada tratamento, respeitando as proporções estabelecidas para cada tratamento.

O cultivo do Sorgo foi implantado em baldes, iniciando com a semeadura feita com sementes de Cultivar BRS Ponta Negra, sendo semeados 15 grãos por balde. Após 10 dias da germinação foi realizado o desbaste deixando as 3 plantas de melhor vigor e desenvolvimento e ao 15º dia foi retirado mais uma planta de cada parcela, restando as duas plantas de melhor desenvolvimento.

### 3.5 ANÁLISE QUÍMICA DAS ÁGUAS PARA USO NA IRRIGAÇÃO

Durante a condução do experimento foram realizadas as análises físico-químicas da água, para fins de irrigação, utilizada em cada tratamento, antes da irrigação e em três períodos distintos (30, 60 e 107 dias após o início do experimento), conforme constam os resultados nas Tabelas 1, 2 e 3. Após a irrigação nas respectivas parcelas experimentais nos dias 30, 60 e 107 o excesso de água percolado foi coletado e feita a sua análise físico-química.

As análises físico-químicas da água foram realizadas no laboratório de análise de solo, água e planta pertencente ao IFPB, Campus Sousa. Foi feita a determinação dos parâmetros

(pH, CE, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl, NaCl, CaCO<sub>3</sub> e RAS) conforme metodologia da EMBRABA (1997).

**Tabela 1:** Resultado da análise físico-química da água utilizada aos 30 dias após plantio para irrigação no experimento, IFPB, Campus Sousa – PB 2017

Trat.	pH	CE dSm <sup>-1</sup>	NA+	Cl-	RAS
1	8,0	1,93	2,39	8,5	1,26
2	8,0	1,93	4,93	10,00	2,67
3	6,6	2,71	8,70	9,00	4,87
4	6,6	1,89	9,59	7,50	6,12
5	6,0	1,31	25,34	12,00	20,03
6	7,3	1,07	5,75	13,75	3,90

T1= 100% água residuária da bovinocultura (ARB); T2= 75% de ARB + 25 % de água residuária da Agroindústria (ARA); T3= 50% ARB + 50% ARA; T4=25% de ARB + 75% de ARA; T5= 100% ARA e, T6 = Água de poço artesiano (AP).

**Tabela 2:** Resultado da análise físico-química água utilizada aos 60 dias após-plantio para irrigação no experimento, IFPB, Campus Sousa, 2017

Trat	pH	CE dSm <sup>-1</sup>	NA+	Cl-	RAS
1	7,4	1,01	7,94	5,75	6,49
2	7,4	1,58	6,96	9,50	3,92
3	7,6	2,20	7,30	13,25	4,25
4	6,9	1,66	7,30	12,75	5,52
5	6,5	0,91	4,38	22,75	3,84
6	8,7	1,27	11,69	15,50	8,16

T1= 100% água residuária da bovinocultura (ARB); T2= 75% de ARB + 25 % de água residuária da Agroindústria (ARA); T3= 50% ARB + 50% ARA; T4=25% de ARB + 75% de ARA; T5= 100% ARA e, T6 = Água de poço artesiano (AP).

**Tabela 3:** Resultado da análise físico-química da água utilizada aos 107 dias após-plantio para irrigação no experimento, IFPB, Campus Sousa, 2018

Trat	pH	CE dSm <sup>-1</sup>	NA+	Cl-	RAS
1	7,9	2,42	4,45	11,00	2,45
2	7,7	2,77	7,82	14,25	4,30
3	7,5	3,64	27,23	23,50	11,16
4	7,3	4,10	23,06	29,25	9,70
5	5,9	3,24	16,97	29,25	8,54
6	8,2	1,08	6,06	14,50	3,83

T1= 100% água residuária da bovinocultura (ARB); T2= 75% de ARB + 25 % de água residuária da Agroindústria (ARA); T3= 50% ARB + 50% ARA; T4=25% de ARB + 75% de ARA; T5= 100% ARA e, T6 = Água de poço artesiano (AP).

### 3.6 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Antes da instalação do experimento foram realizadas coletas de solo em cada tratamento, na profundidade de 0-20 cm, para determinar as características químicas do solo, conforme metodologia da EMBRAPA (1997). A análise foi realizada no laboratório de análise de solo, água e planta pertencente ao IFPB, Campus Sousa, como consta na Tabela 4.

**Tabela 4:** Resultado da análise química e de fertilidade do solo utilizado para instalação do experimento, IFPB, Campus Sousa, 2018

Trat	pH H <sub>2</sub> O	P mg dm <sup>-3</sup>	K	Na	Ca	Mg Cmol <sup>c</sup> dm <sup>-3</sup>	Al	H+Al	SB	CTC	MO g kg <sup>-1</sup>	PST %
1	7,5	163	0,50	0,26	5,0	2,5	0,00	0,00	8,26	8,26	14,98	3
2	7,4	141	0,52	0,25	4,8	2,3	0,00	0,00	7,87	7,87	11,61	3
3	7,3	138	0,55	0,24	5,2	1,9	0,00	0,00	7,89	7,89	13,11	3
4	7,2	140	0,47	0,25	5,2	2,7	0,00	0,00	8,62	8,62	13,67	3
5	7,2	126	0,49	0,21	4,8	2,4	0,00	0,00	7,90	7,90	12,54	3
6	7,1	120	0,58	0,24	5,0	2,3	0,00	0,00	8,12	8,12	13,29	3

T1= 100% água residuária da bovinocultura (ARB); T2= 75% de ARB + 25 % de água residuária da Agroindústria (ARA); T3= 50% ARB + 50% ARA; T4=25% de ARB + 75% de ARA; T5= 100% ARA e, T6 = Água de poço artesiano (AP).

### 3.7 TRATOS CULTURAIS

Quinzenalmente, era feito o controle de ervas daninhas que nasceram no balde, e por volta de 60 dias após o início do experimento procedeu-se uma cobertura mortal sobre o solo com o objetivo de aliviar o stress provocado pelas altas temperaturas, manter a umidade e reduzir a evaporação da água do solo. No início de dezembro foi feita a colocação de sombrite 50% sobre as plantas devido as altas temperaturas (Figura 4). No 85º (octogésimo quinto) dia de experimento, houve a necessidade de aplicação do inseticida Dimetoato para combater o aparecimento de uma praga de purgão (Figura 5), em algumas plantas.



**Figura 4.** Cobertura do experimento com sombrite

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2018.



**Figura 5.** Presença da praga do pulgão na cultura do sorgo

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2018.

### 3.8 IRRIGAÇÃO

Foi utilizado o turno de regar de 1 dia nos primeiros 30 dias do experimento, ou seja, as irrigações eram realizadas diariamente. Entre 30 e 60 dias o turno de regar passou a ser de 2 dias e após 60 dias o turno de regar voltou a ser diariamente até a colheita do sorgo.

As irrigações eram feitas com regadores manuais, geralmente entre 07hs00min e 08hs00min da manhã baseado na capacidade de campo do solo, alcançada quando se observou a saída de água pela torneira acoplada ao balde.

### 3.9 VARIÁVEIS AVALIADAS

### **3.9.1 Altura de planta**

As plantas foram identificadas e seu desenvolvimento foi acompanhado aos 107 dias após o semeio (DAS), por meio da medição da altura, tomando como base a medida da superfície do solo até o ápice da folha apical com auxílio de uma trena.

### **3.9.2 Diâmetro de caule da planta**

A determinação da espessura do caule da planta foi feita com auxílio de paquímetro digital nas mesmas datas de avaliação do crescimento aéreo, medindo sempre a 10 cm de altura do solo.

### **3.9.3 Matérias Verde e Seca da parte aérea das plantas**

Foi feito o processo de trituração da parte aérea da planta (caule e folhas e sementes) com auxílio de tesoura e pesagem em balança de precisão para mensurar a massa verde.

O material triturado foi levado a estufa para sua secagem pelo método convencional a uma temperatura de 65°C por 48hs, em seguida foi passado em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm de crivo, e posteriormente foi pesado em balança de precisão para determinação da matéria seca.

### **3.9.4 Análises de: Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido e Cinzas**

As análises de Proteína Bruta e Cinzas foram realizadas no laboratório do IFPB – Sousa, a partir da matéria seca, sendo a PB obtida pelo método Kjeldahl que determina o nitrogênio total e, em seguida se faz o uso da seguinte equação para determinar a Proteína Bruta e as cinzas, levando amostras da matéria seca para a mufla até alcançar uma temperatura de 600°C por 4hs.

As análises de FDN e FDA foram realizadas no laboratório de Nutrição da UFCG – Campus Patos, utilizando o método de Van Soest (1967)

$$PB\% = \frac{(V - v)F_C \cdot N \cdot 6,25 \cdot 0,014}{P} 100$$

### 3.9.5 Atributos químicos do solo observados durante o período experimental

Durante o experimento realizou-se amostragem do solo na profundidade de 0-20 cm, em três momentos (antes do plantio, 79 dias e aos 107 dias) para determinar os seguintes atributos: pH (H<sub>2</sub>O), Na<sup>+</sup>, MO (g.Kg<sup>-1</sup>) e PST (%), seguindo a metodologia da Embrapa (1997). Os resultados foram analisados e discutidos de forma comparativa entre os tratamentos.

### 3.9.6 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e as médias, comparadas pelo teste de Tukey com significância de 0,05 de probabilidade, através do programa computacional – SISVAR (FERREIRA, 2008).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 DESENVOLVIMENTO DO SORGO

Os valores médios de altura de planta e diâmetro de caule do sorgo aos 107 dias após o plantio referente aos cinco tratamentos estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5:** Altura de planta e diâmetro de caule do sorgo aos 107 dias após o plantio

Tratamento	Altura( cm)	Diâmetro( mm)
------------	-------------	---------------

T1	162,75 cba	26,53 a
T2	177,00 ba	23,39 aa
T3	179,60 a	21,46 ba
T4	157,80 cba	18,49 cb
T5	153,50 cb	17,29 c
T6	138,33 c	16,80 c
CV%	7,79	9,84

T1= 100% água residuária da bovinocultura (ARB); T2= 75% de ARB + 25 % de Água residuária da Agroindústria (ARA); T3= 50% ARB + 50% ARA; T4=25% de ARB + 75% de ARA; T5= 100% ARA e T6= Água de poço artesiano (AP).

Conforme a Tabela 5, os valores médios para altura de planta apresentaram efeito significativo, os tratamentos T3 e T2 apresentaram as maiores alturas com 179,60 cm e 177,00 cm, respectivamente, já o tratamento T6 (138,33 cm) resultou no menor valor seguido pelos tratamentos T4 e T5. O diâmetro do colmo apresentou significância entre os tratamentos, os maiores valores foram verificados nos tratamentos T1 e T2, enquanto o menor diâmetro 16,80 mm ocorreu no T6. Observa-se que essas variáveis demonstraram tendência semelhante, refletindo nos menores valores quando irrigadas com água do poço (T6).

Segundo Santos *et al.* (2007), a variedade Ponta Negra atingiu alturas entre e 1,95 e 1,98 em São Gonçalo do Amarante e Canguaretama, no estado do Rio Grande do Norte, respectivamente, sob baixos índices pluviométricos, Albuquerque *et al.* (2013) em cultivos de sorgo ponta negra com uso de adubação, em cidades mineiras, observaram altura de 2,26 metros e espessura de caule 12,93 mm. Silva *et al.* (2004), usando água residuária de fecularia em Maringá – PR, encontraram valores de altura de planta de até 119,7 cm aos 71 dias após germinação e um diâmetro de caule de 2,25 cm, entende-se assim, que os resultados obtidos neste experimento foram satisfatórios, levando em consideração o cultivo em balde e o clima quente e seco na época em que o experimento foi desenvolvido, com alterações de pH, elevação dos níveis de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, principalmente, nos tratamentos com presença de água residuária da Bovinocultura, devido a presença de matéria orgânica (fezes e urina), e ainda considerando a restrição de área para crescimento do sistema radicular dentro dos baldes.

Para Arruda *et al.* (2002), o excesso de sais, na zona radicular, causa, em geral, efeito deletério sobre as plantas, que se manifesta por redução na absorção de água, na taxa de fotossíntese e, conseqüentemente, no crescimento das plantas. Além disso, salienta-se que o efeito tóxico dos sais absorvidos pelas plantas, principalmente, Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> e a baixa capacidade de ajustamento osmótico das plantas à salinidade, também possam ter contribuição com a redução da velocidade de crescimento das plantas. Comportamento semelhante foi observado

por Nóbrega *et al.* (2017), na utilização de efluente agroindustrial com altos teores de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> na irrigação, constatando retardamento no crescimento inicial de mudas de goiabeira.

Os valores médios de massa verde da parte aérea e matéria seca da parte aérea do Sorgo aos 107 dias após plantio estão apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6:** Valores de Massa Verde da parte Aérea e Matéria Seca da Parte Aérea do Sorgo aos 107 dias pós plantio

Tratamento	MVPA( g)	MSPA( %)
T1	1.292 c	23,13 c
T2	1.078 c	23,26 c
T3	749,20 b	27,30 c
T4	691,80 b	27,32 c
T5	554,80 b	29,35 c
T6	482,16 b	29,94 c
CV%	42,05	16,76

T1= 100% água residuária da bovinocultura (ARB); T2= 75% de ARB + 25 % de Água residuária da Agroindústria (ARA); T3= 50% ARB + 50% ARA; T4=25% de ARB + 75% de ARA; T5= 100% ARA e T6= Água de poço artesiano (AP).

Analisando os dados da Tabela 6, verifica-se que para a variável massa verde houve efeito significativo, os tratamentos T1 e T2 não diferiram entre si, apresentando resultados acima de 1.000 g por unidade experimental, ambos diferiram dos tratamentos T3, T4, T5 e T6, apresentando T5 e T6 uma redução em torno de 50% a menos quando comparado com T1. Isto demonstra que o aumento da salinidade nos tratamentos diminuiu a massa verde (Tabelas 1, 2 e 3). Diante do peso de massa verde, obtido em cada unidade experimental (balde), estimou-se a produção em t/ha em nosso experimento, considerando o espaçamento de 0,70cm entre filas e 10 plantas por metro, levando-nos a um número estimado de 140.000 plantas por hectare, conforme Oliveira *et al.* (2010) e Neto *et al.* (2016). Com base nessa estimativa, o T1 apresentou a maior produção com 90,4 t/ha, seguido de T2 com 75,3 t/ha, T3 com 52,6 t/ha, T4 com 48,6, T5 38,7 e com a menor produtividade T6 com 33,8 t/ha. De porte dos dados, o T1 apresentou resultados acima dos encontrados por Oliveira *et al.* (2010) utilizando o sorgo BR 601. Vieira *et al.* (2005) obtiveram 57,0 t/ha e 64,7 t/ha de sorgo forrageiro genótipo CSF 18, colhido com 112 dias, cultivados com uso de água de condutividade elétrica de 0,90 dS/m e 5,80 dS/m, respectivamente. Vale e Azevedo (2013) observaram no Sorgo BRS Ponta Negra, uma produtividade de 46,7 t/há sob irrigação, com água de poço tubular e de 37,8 t/há com água de rejeito de dessalinizador, ambos na cidade de São Paulo do Potengi – RN. Já a matéria seca da parte aérea foi maior nos tratamentos T5 e

T6 (Tabela 6). Acredita-se que o menor desenvolvimento da planta e a presença de folhas secas em maior quantidade, nesses tratamentos, tenha contribuído para esse resultado.

Os valores médios de Proteína Bruta e Cinzas do Capim Sorgo, coletados aos 107 dias após plantio, irrigado sob diferentes origens de águas residuária, encontram-se na Tabela 7.

**Tabela 7:** Proteína Bruta e Cinzas do Capim Sorgo coletado aos 107 dias pós plantio irrigado sob diferentes fontes de águas residuária, IFPB campus, 2018

Tratamento	PB (%)	Cinzas (%)
T1	9,86 a4	10,26 <sup>a</sup>
T2	9,16 aa4	9,02 aa4
T3	8,33 a	8,53ba
T4	5,90 b	7,37cb
T5	3,84 c	8,70 ba
T6	3,19 c	6,41 c
CV %	7,48	9,8

T1= 100% água residuária da bovinocultura (ARB); T2= 75% de ARB + 25 % de Água residuária da Agroindústria (ARA); T3= 50% ARB + 50% ARA; T4=25% de ARB + 75% de ARA; T5= 100% ARA e T6= Água de poço artesiano (AP).

Os resultados de proteína bruta e cinzas apresentaram efeitos significativos, de acordo com os dados apresentados na Tabela 7. Para proteína bruta, os tratamentos 1 e 2 com níveis de proteína acima de 9%, mas não se diferindo do T3 atribui-se esse bom resultado provavelmente pela riqueza de compostos nitrogenados existentes nas fezes e urina dos bovinos, com percentuais inferiores entre 3 e 4% expressaram-se os tratamentos T5 e T6. Mais uma vez, observaram-se que os tratamentos irrigados com predominância da ARB apresentaram melhor desempenho. Acredita-se que os níveis de matéria orgânica estejam diretamente ligados ao melhor desenvolvimento das plantas. Machado *et al.* (2014) encontraram valores entre 4,86 e 12,50 em diferentes híbridos e estágios de maturação na Embrapa Gado de Leite, em Juiz de Fora – MG. Já Oliveira *et al.* (2010), estudando a composição química e características agrônômicas de diferentes forrageiras, encontraram valores médios de 5,5% de proteína bruta no sorgo forrageiro. Essas variações mostram que T1, T2, T3 e T4 estão dentro dessa média. Em estudo realizado em Pentecostes Ceará, Gomes *et al.* (2006) observaram que a variedade BRS 701 atingiu o teor de 7,34% de Proteína Bruta, enquanto a variedade IPA 467-4-2 apresentou apenas 3,3 % de PB.

Os valores médios de teores de Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) do Sorgo, aos 107 dias para os 5 tratamentos, encontram-se na Tabela 8.

**Tabela 8:** Teores de Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) do Sorgo aos 107 dias

Tratamento	FDN	FDA
T1	52,53 c	35,13 c
T2	63,67 c	35,95 cb
T3	65,47 c	36,56 cb
T4	67,00 c	38,00 b
T5	66,13 c	38,28 b
T6	64,10 c	37,28 cb
CV%	16,13	3,31

T1= 100% água residuária da bovinocultura (ARB); T2= 75% de ARB + 25 % de Água residuária da Agroindústria (ARA); T3= 50% ARB + 50% ARA; T4=25% de ARB + 75% de ARA; T5= 100% ARA e T6= Água de poço artesiano (AP).

Observa-se na tabela 8, que os teores de FDN não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, enquanto o FDA diferenciou ao nível de 5% de significância ( $p < 0,05$ ). Para FDN, os tratamentos entre T2 e T6 apresentaram valores próximos entre si, variando entre 63,67% e 67%, apenas o T1 apresentou valor um pouco abaixo de 52,53%. Para FDA, a variação também foi pequena, entre 35,13 no T1 e 38,28 no T5. Nas variáveis estudadas, observaram-se resultados compatíveis com outros estudos, a exemplo dos dados de Machado *et al.* (2014), que usou diferentes híbridos em estado de maturação pastoso, obtendo para FDN resultados entre 64,10 e 74% e para FDA valores entre 31,95 e 42,61. Oliveira *et al.* (2010) encontraram na Bahia, valores de FDN e FDA de 56,9 e 41,1 respectivamente, com o sorgo forrageiro, isso demonstra a boa digestibilidade das plantas cultivadas em nosso experimento. No Ceará, Gomes *et al.* (2017) observaram que a variedade BRS 701 atingiu 63,33% de FDN, já a variedade IPA 467-4-2 apresentou 43,13% de FDN.

#### 4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA COLETADA

Os resultados das análises físico-químicas da água percolada e coletada nos drenos das parcelas dos cinco tratamentos, após 30, 60 e 107 dias de irrigação da cultura do sorgo, estão apresentados nas Tabelas 9, 10 e 11 abaixo.

**Tabela 9:** Resultados da análise físico-química da água percolada após 30 dias de irrigação na cultura do sorgo

Tratamento	PH	CE dS m <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup> -----mmolc-----	Cl <sup>-</sup>	RAS (mmolc L) <sup>0,5</sup>
T1	7,54 a	2,78cb	5,71c	29,25 a4	2,46 c
T2	6,94 b	3,25 b	9,71 b	29,15 a4	3,99 b
T3	6,40 c	3,16 b	18,26 a	17,85 b	7,56 a

T4	6,44cb	2,94cb	18,65 a	13,90 c	8,32 a
T5	6,22 c	2,64cb	18,54 a	24,85 a	9,78 a4
T6	6,12 c	2,39 c	8,81 c	20,55 b	4,43 b
CV%	3,81	11,46	6,70	7,79	11,15

T1= 100% água residuária da bovinocultura (ARB); T2= 75% de ARB + 25 % de Água residuária da Agroindústria (ARA); T3= 50% ARB + 50% ARA; T4=25% de ARB + 75% de ARA; T5= 100% ARA e T6= Água de poço artesiano (AP).

**Tabela 10:** Resultados da análise físico-química da água percolada após 60 dias de irrigação na cultura do sorgo

Tratamento	PH	CE dS m <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup> -----mmol <sub>c</sub> -----	Cl <sup>-</sup>	RAS (mmol <sub>c</sub> L) <sup>0,5</sup>
T1	7,34 ba	2,52 c	15,80 c	28,95 c	6,82 c
T2	7,36 ba	2,42 ba	19,57 c	22,10 c	8,58 c
T3	7,48 c	2,78 c	17,94 c	28,80 c	7,86 c
T4	7,16 cb	2,68 c	26,82 c	25,15 c	13,22 c
T5	7,0 c	2,99 c	18,58 c	26,50 c	14,11 c
T6	7,32 ba	1,83 c	18,51 c	16,00 c	11,19 c
CV%	2,05	25,68	39,31	28,76	46,83

T1= 100% água residuária da bovinocultura (ARB); T2= 75% de ARB + 25 % de Água residuária da Agroindústria (ARA); T3= 50% ARB + 50% ARA; T4=25% de ARB + 75% de ARA; T5= 100% ARA e T6= Água de poço artesiano (AP).

**Tabela 11:** Resultados da análise físico-química da água percolada após 107 dias de irrigação na cultura do sorgo

Tratamento	PH	CE dS m <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup> -----mmol <sub>c</sub> -----	Cl <sup>-</sup>	RAS (mmol <sub>c</sub> L) <sup>0,5</sup>
T1	7,42 b	3,22 b	11,72 c	21,70 cb	4,94 c
T2	7,44 b	3,71 b	26,60 b	26,55 ba	11,24 b
T3	7,52 b	3,49 b	25,17 b	23,80 b	11,87 b
T4	7,32 b	3,78 b	25,22 b	27,96 ba	11,28 b
T5	6,44 c	3,66 b	24,89 b	35,60 a	4,05 ba
T6	7,43 b	1,64 c	10,01 c	11,45 c	5,47 c
cv%	1,73	13,48	26,96	22,61	24,06

T1= 100% água residuária da bovinocultura (ARB); T2= 75% de ARB + 25 % de Água residuária da Agroindústria (ARA); T3= 50% ARB + 50% ARA; T4=25% de ARB + 75% de ARA; T5= 100% ARA e T6= Água de poço artesiano (AP).

Analisando os dados apresentados nas Tabelas 9, 10 e 11, observam-se que os valores de pH, CE, Na, Cl e RAS apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ), exceto para Na, RAS e Cl aos 60 dias.

Os tipos de água dos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 apresentaram valores de pH que variaram de 6,1 a 7,5 aos 30, 60 e 107 dias de irrigação. O pH expressa a intensidade da condição ácida ou básica de uma determinada solução ou meio. Ayers e Westcot (1999) citam que os critérios adotados na interpretação da qualidade das águas de irrigação, a taxa de

toxicidade de elementos químicos específicos, que afetam culturas sensíveis, ocorre com pH na faixa normal entre 6,5 e 8,4.

O pH influencia a maioria das reações físico-químicas que ocorrem em meios alagados, apresenta certa influência na dissociação das formas ionizadas e não ionizadas de ácidos e bases além de controlar a solubilidade de muitos gases. (NOGUEIRA, 2003)

Verificando os dados das Tabelas 9, 10 e 11 percebe-se que os resultados médios dos tratamentos coletados após a irrigação e a condutividade elétrica (CE) encontram-se dentro do padrão do nível de tolerância ( $5 \text{ dS.m}^{-1}$ ), à salinidade para cultura do sorgo, conforme Ayers e Westcot (1999), enquanto que a Razão de Adsorção de Sódio (RAS) apresentou acréscimos dessa variável, aos 60 e 107 dias, exceto para os tratamentos T1, T4, T5 e T6, aos 107 dias.

Segundo Dias *et. al.* (2013) a infiltração da água no solo, geralmente, aumenta com a elevação da Condutividade elétrica (CE) da solução do solo e, diminui com a redução dela ou com aumento da relação da adsorção de Sódio (RAS). Confrontando essas duas variáveis (CE e RAS) com valores referenciais estabelecidos por Ayers e Westcot (1991), que trata sobre os riscos de problemas de infiltração no solo causado pela sodicidade da água, apenas os tratamentos T4 e T6 aos 60 dias ficaram classificados como problemas crescentes. Os demais, independente, dos tratamentos e da época de coleta, ficaram classificados como sendo sem problemas para a cultura do sorgo.

Concentrações elevadas de sódio e cloreto foram percebido nos três períodos de coleta da água após a irrigações, com valores mais expressivos proporcionados pelos tratamentos T4 (25% de ARB + 75% de ARA) e T5 (100% ARA) como mostram as Tabelas 9, 10 e 11. Provavelmente, isto influenciou no estresse das plantas desses tratamentos, demonstrados pelo murchamento e presença de folhas secas, observados por volta do 2º terço do experimento. No entanto, as altas temperaturas colaboraram para o stress das plantas, já que todos os tratamentos apresentaram os sinais de stress, porém com menor intensidade.

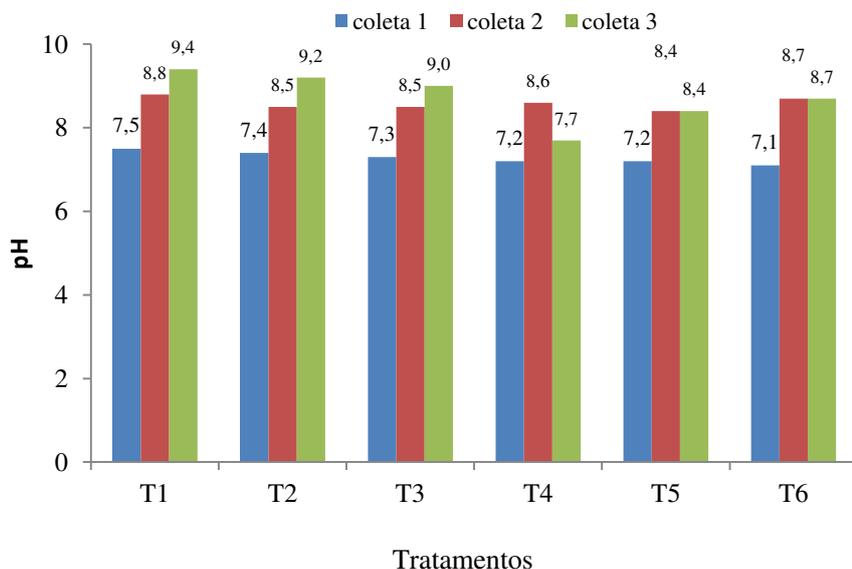
Segundo Vale e Azevedo (2013), em trabalho desenvolvido no RN, usando água do lençol freático e do rejeito do dessalinizador na produção de capim elefante e sorgo, observaram o aumento da salinidade de 2,89 ds/m para 3,69 ds/m, que reduziu o tamanho das plantas, o teor de proteína bruta, a produção de matéria verde e seca. Contudo, o sorgo é mais resistente a essa alteração físico-química do que o capim elefante. O aumento do íon Cl de forma mais acentuada nas águas coletadas em T4 e T5 a partir do 60º dia de experimento, provavelmente ajuda a compreender o aparecimento das folhas secas do sorgo (Figura 5).

Cabe ressaltar que a concentração dos íons Na e Cl em água de irrigação na superfície acima de  $9 \text{ mmol}^{\circ}.\text{L}^{-1}$  (AYERS E WESTCOT, 1991) poderá ocasionar problemas severos às culturas e em condições de irrigação aplicada por aspersão dentro da margem de 10-20  $\text{mmol}^{\circ}.\text{L}^{-1}$  em cultivo do sorgo poderá causar dano foliar (MAAS, 1985).

#### 4.3 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO DURANTE O EXPERIMENTO

Os valores médios de pH, Sódio, Porcentagem de Sódio Trocável (PST) e Matéria Orgânica (M.O) do solo obtidos das análises químicas feitas durante a realização do experimento, a partir da amostragem do solo na profundidade de 0 – 20 cm, em três momentos: antes do plantio (coleta 1), 79 dias (coleta 2) e aos 107 dias (coleta 3) estão representados graficamente.

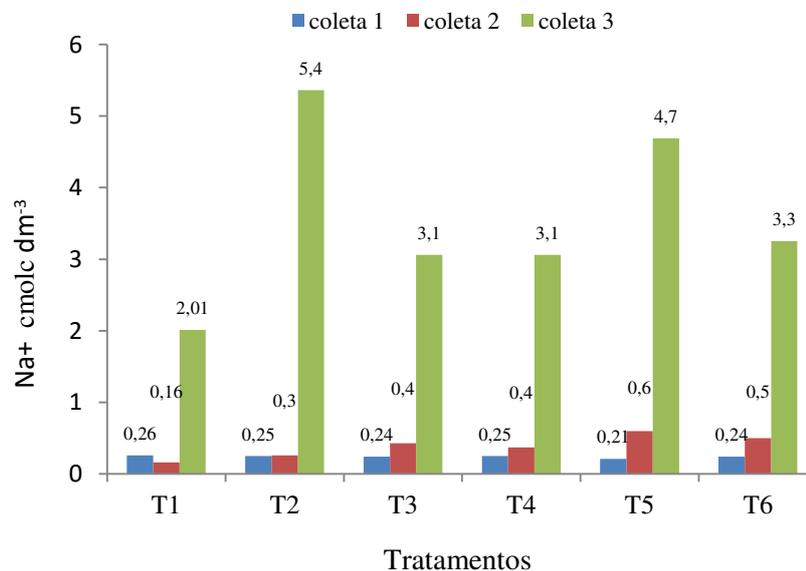
**Gráfico 1:** Valores médios do pH do solo observados em diferentes períodos experimentais no cultivo o sorgo (antes do plantio, 79 dias e 107 dias)



Observando os valores médios do pH do solo no gráfico 1 nos três períodos de coleta, verificam-se que os mesmos variaram de baixa para alta alcalinidade nos tratamentos T1, T2 e T3, no decorrer do experimento, atingindo patamares acima de 9,0. Essa alteração alcalina traz como consequência à limitação da disponibilidade de nutrientes as plantas.

Cultivando morango irrigado com esgoto doméstico tratado, Oliveira *et al.* (2013), no final do experimento detectaram níveis de salinidade do solo (CE) nos tratamentos irrigados, considerados baixos, porém, superior ao do solo que não recebeu irrigação e valores de pH mais alto, em relação àqueles registrados no tratamento testemunha.

**Gráfico 2:** Valores médios de concentração de sódio do solo observados em diferentes períodos experimentais no cultivo o sorgo (antes do plantio, 79 dias e 107 dias)

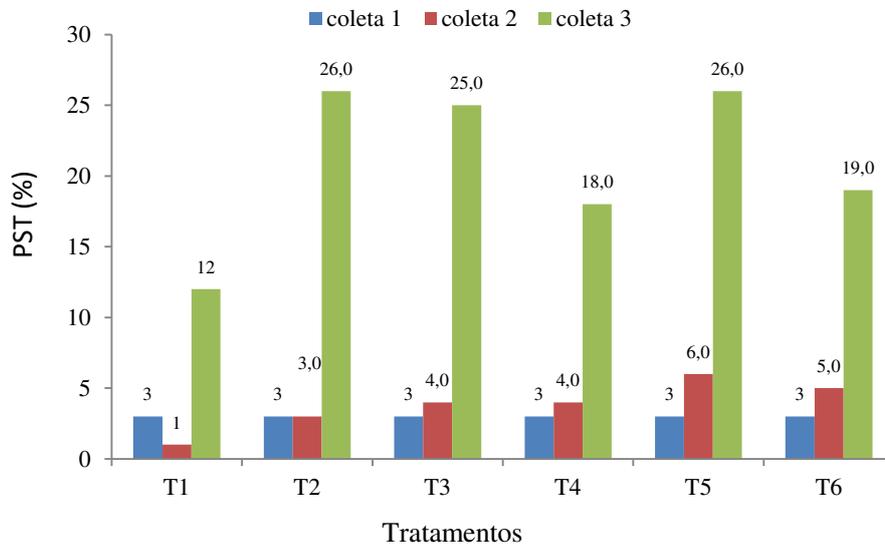


No gráfico 2 apresentado acima, verificam-se elevadas concentrações de Na<sup>+</sup> na última coleta. Esse comportamento pode estar atribuído as altas concentrações desses íons nos tratamentos (Tabela 6, 7 e 8), ocasionando o acúmulo no solo durante o período experimental.

Herpin *et al.* (2007) e Leal *et al.* (2009) constataram aumento nos teores de Na no solo quando utilizaram efluente tratado de origem doméstica, atribuiu esse acúmulo ao fato de o teor desse elemento no efluente ser elevado.

O sódio ocorre em quantidades variáveis nas águas naturais, mas valores acima de 9 mmolc.L<sup>-1</sup> podem causar distúrbios às plantas (AYERS & WESTCOT, 1999), sobretudo retardar a absorção de cálcio, magnésio e potássio.

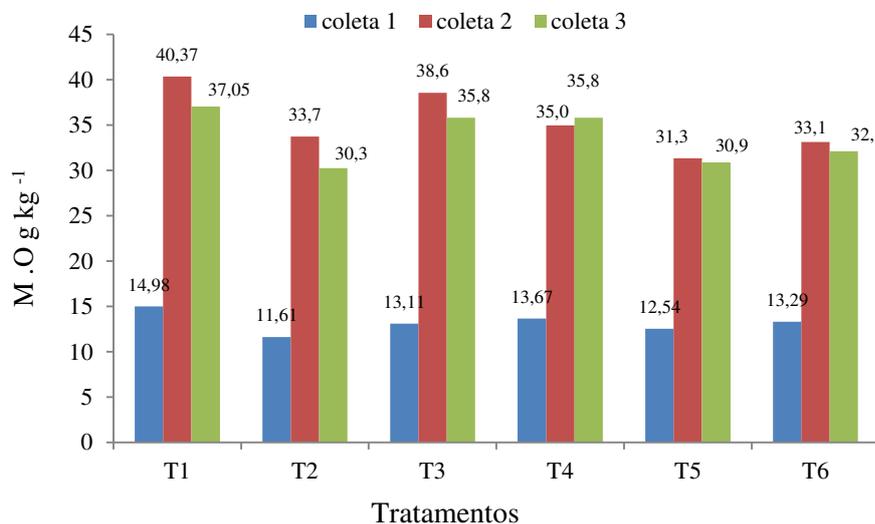
**Gráfico 3:** Valores médios da PST do solo observados em diferente período experimental no cultivo o sorgo (antes do plantio, 79 dias e 107 dias)



Analisando os valores da PST (saturação por sódio) no gráfico 3, percebe-se que houve aumento durante o experimento, e entre todos os tratamentos, estando dentro da faixa sem problemas (0-7) por saturação de sódio nas duas primeiras coletas, enquanto na última coleta, o Tratamento T1 expressou-se pouco prejudicial (7,1-15), para prejudicial (15,1 a 22) os tratamentos T4 e T6, na faixa de muito prejudicial (>22) estão os tratamentos T2, T3 e T5.

Neto *et al.* (2015), ao analisar o solo após o experimento irrigado com água residuária pura, água residuária mais água do açude e água de açude no cultivo da beterraba, constatou que no tratamento que foi irrigado com efluente puro ocorreram aumento nos valores da PST, refletindo na concentração de sais na camada superficial do solo.

**Gráfico 4:** Valores médios de MO do solo, observados em diferente período experimental no cultivo o sorgo (antes do plantio, 79 dias e 107 dias)



No gráfico 4, apresentado acima, observa-se que todos os tratamentos expressaram baixos teores de matéria orgânica (0-15) na primeira coleta do solo, enquanto nas demais coletas todos os tratamentos induziram aumento que variaram de 30,3 a 40,37 g. kg<sup>-1</sup>, ficando acima do patamar considerado como alto (> 20 g. kg<sup>-1</sup>).

A água de abastecimento público proporciona maior elevação no teor de matéria orgânica no solo do que água residuária filtrada por filtro de areia e discos (FAD), com adição de CO<sub>2</sub> e desinfetada com radiação ultravioleta (UV), embora não havendo diferença estatística entre este último tratamento e a água de abastecimento público. Segundo os autores, este fato deve ter ocorrido provavelmente devido a maior concentração de nitrogênio e carbono ter favorecido a rápida mineralização e, conseqüentemente, a diminuição dos teores de matéria orgânica dos solos desses tratamentos (DUARTE *et al.*, 2008).

## 5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do sorgo irrigado com os tratamentos T1, T2 e T3 proporcionaram melhores resultados para altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e matéria verde da parte aérea (MVPA).

Com relação a proteína bruta e cinza é recomendável a irrigação com os tratamentos T1 e T2, enquanto que para o FDA com os tratamentos T4 e T5.

A lixiviação do solo irrigado com 25% de água Residuária da Bovinocultura + 75% de água residuária agroindustrial (T4) e 100% de água Residuária da Bovinocultura (T5) induziu o aumento nos valores de sódio e cloreto durante o período experimental.

Com base nas análises feitas e dos resultados encontrados neste experimento, comprovou-se a possibilidade de produção de forragem do tipo capim sorgo pela reutilização de água de setores na cadeia produtiva da pecuária, entre eles a sala de ordenha e agroindústria de leite e derivados, sendo mais satisfatórios os resultados dos tratamentos cuja água utilizada continha entre 50 e 100% de água residuária da Bovinocultura. Por ser uma água rica em matéria orgânica, tornando-se um contraponto às outras características indesejáveis das águas utilizadas.

Diante disso, entende-se que esse trabalho pode auxiliar os pequenos, médios e grandes pecuaristas do semiárido a ter mais uma alternativa na produção de forragem, ao mesmo tempo que dá um destino adequado as águas residuárias, deixando de ser problemas para o meio ambiente e passando a ser uma forma de amenizar o problema da escassez de pastagem para alimentação do rebanho de regiões onde a água é escassa. Porém a irrigação do sorgo com os tratamentos mostra efeito adverso no aumento do pH, sódio, PST e matéria orgânica no solo, recomendando-se práticas preventivas para não causar salinidade no solo quando irrigado por longo período.

## REFERÊNCIAS

- AESA: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba-Monitoramento dos Volumes dos Açudes- **João Pessoa- PB-** 2017. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/#>. Acesso em: 14 jan. 2017.
- ALBUQUERQUE, C.J.B., JARDIM, R, R.; ALVES, DD., Características Agronômicas e Bromatólogicas dos Componentes Vegetativos de Genótipos de Sorgo Forrageiro em Minas Gerais, **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Vol.12n.2,p.164-182, 2013.
- AL-HAMAIEDEH H.; BINO, M. Effect of treated grey water reuse in irrigation on soil and plants. **Desalination**, Amman, v. 256, p. 115-119, 2010. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916410000664>>. Acesso em: 05 nov. 2017.
- ANA. Agência Nacional de Águas- Recursos hídricos: componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil. / Ministério do Meio ambiente;; Programa das nações unidas para o Meio ambiente. Brasília: MMA; ANA, 2007. 264p. il. (GEO Brasil série temática: GEO Brasil Recursos Hídricos).
- ARRUDA, F. P. et al. Efeito do estresse hídrico na emissão/abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo cv. CNPA 7H. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 21-27, 2002
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de Hans Raj Gheyi, José Francismar de Medeiros, Francisco Ademilton Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1991, 218p. (Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem, 29).
- BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, **DECRETO Nº 24.643, DE 10 DE JULHO DE 1934**, decreta Código de Águas, publicado no Diário Oficial da União - Seção 1 - 20/7/1934, Página 14738 (Publicação Original), Rio de Janeiro, 1934.
- CNRH. **CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS**. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, **RESOLUÇÃO Nº 54**, de 28 de novembro de 2005, publicada no DOU em 09/03/06, disponível em: [http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14](http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14), Acesso em: 14 jan. 2017.
- CORRÊA, J. C. S. **Reuso de Água**, Monografia de graduação- Universidade Federal de Uberlândia -Faculdade de Engenharia Química. Curso de Graduação em Engenharia Química- Uberlândia – MG, 2014.
- COSTA, M.R.G. F.et al. **Matéria seca, orgânica e mineral da palma forrageira adubada e irrigada com água de reuso**. XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, ZOOTECH 2015-Fortaleza-CE. Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?q=Mat%C3%A9ria+seca%2C+org%C3%A2nica+e+mineral+da+palma+forrageira+adubada+e+irrigada+com+%C3%A1gua+de+reuso1&oq=Mat%C3%A9ria+seca%2C+org%C3%A2nica+e+mineral+da+palma+forrageira+adubada+e+irrigada+com+%C3%A1gua+de+reuso1&aqs=chrome..69i57.5983j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>>. Acesso em: 15 set. 2017.

CUNHA, A.H.N.et al. O REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL: A IMPORTÂNCIA DA REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA NO PAÍS. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**. Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 Pág. 1225 a 1245.Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/266699804/Artigo-o-Reuso-de-Agua-No-Brasil-A-Importancia-Da-Reutilizacao-de-Agua-No-Pais>>. Acesso em: 05 set. 2017.

DUARTE, A. S. AIROLDI, R. P. S. FOLEGATTI, M. V.. BOTREL, T. A &. SOARES, T. M., Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.3, p.302–310, Campina Grande, PB- 2008.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Manual de métodos de análise de solo**, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2ª ed. Rio de Janeiro, 1997.  
FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino estatístico. **Revista Científica Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FRANÇA, I. S.; SILVA, J. C. S.; LIMA, P. Q. A importância do sorgo na pecuária bovina leiteira no Brasil. **Nutri. Time revista eletrônica**, on-line, Viçosa, v.14, n.1, p.4964-4969, jan./ fev. 2017. ISSN: 1983-9006. Disponível em: <[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/Artigo\\_412.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/Artigo_412.pdf). Acesso em: 05 set. 2017.

GOMES. S. O. et al. **Comportamento Agrônômico e composição química-bromatológica de cultivares do Sorgo forrageiro no estado do Ceará**. Revista Ciência Agrônômica, Ceará, v.37, n.2, p. 221-227, 2006. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/viewFile/203/370>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

HERPIN, U.; GLOAGUEN, T.V.; FONSECA, A.F.; MONTES,C.R.; MENDONÇA, F.C.; PIVELI, R.P.; BREULMANN,G.; FORTI, M.C. & MELFI, A.J. Chemical effects on the soil-plant system in a secondary treated waste water irrigated coffee plantation - A pilot field study in Brazil. **Agric. Water Manag**, 89:105-115, 2007.

HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos avançados**, v.22, n.63, p.131-158, 2008.

ILIAS, A., PANORAS, P., AND ANGELAKIS, A., Waste water Recycling in Greece: The Case of Thessaloniki - Land Reclamation Institute of Thessaloniki, Hellenic **Agricultural Organization DEMETER-N.AG.RE.F.**, 57400 Sindos Thessaloniki, Greece – 2014. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2071-1050/6/5/2876/htm>. Acesso em: 22/01/2015.

LAURENSEN, S.; KUNHIKRISHNAN, A. N. S.; BOLA, R.; NAIDU, J.; MCKAY; KEREMANE, G. Management of recycled water for sustainable production and environmental protection: A case study with Northern Adelaide Plains recycling scheme. **International Journal of Environmental Science and Development**, Vol. 1, No. 2, June 2010.

MAAS, E. V. Crop tolerance to saline sprinkliug water. **Plant and Soil**, n. 89, p. 273 – 84, 1985.

MINAS GERAIS. Governo de Minas Gerais. **Cultura do Sorgo**. Governo de Minas Gerais, Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Emater, Minas Gerais, 2012. Disponível em: <[http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/MATERIAL\\_TECNICO/a%20cultura%20do%20sorgo.pdf](http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/MATERIAL_TECNICO/a%20cultura%20do%20sorgo.pdf)>. Acesso em: 05 nov. 2017.

NETO, J. F. **Produção de beterraba (*beta vulgaris*) irrigada com efluentes agroindustriais**. Dissertação. Universidade Federal de Campina Grande. 2015, 99 p. NÓBREGA, E. P.; SARMENTO, M. I. A.; RODRIGUES, M. L. M.; OLIVEIRA, P. R. R.;

NETO, J. F.; MARACAJÁ, P. Desenvolvimento inicial de mudas de goiabeira irrigadas com diferentes tipos de água. **Revista de agroecologia no Semiárido**, v. 1, n. 2, p. 01-09, jan. 2018.

OLIVEIRA, P. C. P., GLOAGUEN, T. V., GONÇALVES, R. A. B., & SANTOS, D. L. Produção de moranga irrigada com esgoto doméstico tratado, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.8, p.861–867, Campina Grande, PB,2013.

PAPADOPOULOS, I. Irrigação/ Fertirrigação modeling. In: Proceedings of the International Conference on “Water management, salinity and pollution control toward sustainable irrigation in the Mediterranean Region. Italy, 1997.

PAZ, V. P. S., TEODORO, R. E. F., MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4 nº.3 Campina Grande – 2000.

PEDREIRA, M. S. et al. Características Agronômicas de oito híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* ( L.) Moench] São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p1083-1092,2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n5/17890.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

PERAZZO, A. F.; SANTOS, E., PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S., RAMOS, J. P.F.; QUINO, M. M.A.; SILVA, T. C.; BEZERRA, H. F. C. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.10, p.1771-1776, out, 2013.

PEREIRA JUNIOR, E. B. et al. **Produção e qualidade de milho-verde com diferentes fontes e doses de adubos orgânicos**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Artigo Científico <http://revista.gvaa.com.br>

RIBAS, P. M. **Sorgo: Introdução e importância econômica**, Sete Lagoas-MG. Embrapa milho e sorgo, 2003.16 p. (Embrapa milho e sorgo. Documentos, 26). Disponível em :<<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/busca-de-publicacoespublicacao/486642/sorgo-introducao-e-importancia-economica>>. Acesso em 20 de novembro de 2017.

RODRIGUES, J.A.S. et al. Sorgo forrageiro para silagem, corte e postejo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.3S, n.278, p.SO-62, jan./fev. 2014. Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?q=Sorgo+forrageiro+para+silagem%2C+corte+e+postejo&oq=Sorgo+forrageiro+para+silagem%2C+corte+e+postejo&aqs=chrome...69i57j69i59.28770j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>>. Acesso em 20 de outubro de 2017.

SANTOS, F.G. et al. BRS Ponta Negra Variedade de Sorgo Forrageiro. **EMBRAPA, COMUNICADO TÉCNICO**. ISSN 1679-0162 Sete Lagoas, MG. Setembro, 2007. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes/publicacao/474346/brs-ponta-negra-variedade-de-sorgo-forrageiro>> Acesso em: 10 set. 2017.

SILVA, F. F., FREITAS, P. S. L., BERTONHA, A., MUNIZ, A. S. REZENDE. R. Impacto da aplicação de efluente maturado de fecularia de mandioca em solo e na cultura do sorgo. **Acta Scientiarum agronomy**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 421 – 427, 2004.

SILVA, L. C.; ORSINE, J. V. C. Reutilização de água como ferramenta de sistemas de gestão ambiental agroindustriais e domésticos. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 Pág. 1280 a 1293

VALE, M. B., AZEVEDO, P. V. Avaliação da produtividade e qualidade do capim elefante e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito do dessalinizador. **Holos**, v. 3, n 3, p. 181 – 195, 2013.

VIEIRA, M. R; LACERDA, C. F; CÂNDIDO M. J. D; CARVALHO, P. L; COSTA R. N. T; TABOSA, J. N. Produtividade e qualidade da forragem de sorgo irrigado com águas salinas. **Rev. Bras. Eng. Agric. Amb.** 9:42-46,2005.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. (Princípios do tratamento biológico de águas residuária) 3.ed. 452p, Belo Horizonte: UFMG, 2005.