



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR - CCTA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA  
TROPICAL – PPGHT**

**JOÃO FERREIRA NETO**

**PRODUÇÃO DE BETERRABA (*BETA VULGARIS L.*)  
IRRIGADA COM EFLUENTE AGROINDUSTRIAL**

**POMBAL- PB**

**2015**

**JOÃO FERREIRA NETO**

**PRODUÇÃO DE BETERRABA (*BETA VULGARIS L.*)  
IRRIGADA COM EFLUENTE AGROINDUSTRIAL**

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 Horticultura Tropical, para obtenção do título de Mestre.

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

**POMBAL- PB**

**2015**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA CENTRAL DO IFPB CAMPUS SOUSA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F383p

FERREIRA NETO, João.

Produção de beterraba (*Beta vulgaris l.*) irrigada com  
efluente agroindustrial/ João Ferreira Neto. – Pombal, 2015.  
91 f.

Orientador: Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz.

**Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Horticultura  
Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.**

1 Água reutilização. 2 Irrigação. 3 Beterraba . I Título.  
II Autor.

CDU – 628.381

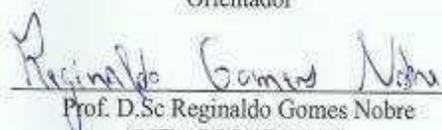
**JOÃO FERREIRA NETO**

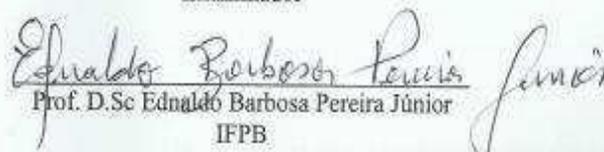
**PRODUÇÃO DE BETERRABA (*BETA VULGARIS L.*) IRRIGADA COM  
EFLUENTE AGROINDUSTRIAL**

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 Horticultura  
Tropical, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em: 12 de maio de 2015

  
\_\_\_\_\_  
Prof. D. Sc. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz  
CCTA/PPGHT/UFCG  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. D.Sc Reginaldo Gomes Nobre  
CCTA/PPGHT/UFCG  
Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. D.Sc Ednaldo Barbosa Pereira Júnior  
IFPB  
Examinador

**POMBAL- PB**

**2015**

## DEDICATÓRIA

Dedico a minha família, esposa e filhos, que souberam compreender e ter paciência e me apoiaram nos momentos de dificuldades com os valiosos incentivos.

Aos meus Pais, Pedro e Ana (*in memóriam*), que mesmo nas suas simplicidades souberam me ensinar a caminhar pelas estradas da vida, com humildade, respeito e honestidade e a ter objetivo, compromisso e dedicação em tudo que enfrentar.

O homem faz seus planos, mas a resposta vem de Javé.  
Confie em Javé o que você faz, e seus projetos se realizarão.  
Provérbios: 16,1 e 3

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, saúde e me guiar por caminhos certos, permitindo-me que eu possa estar realizando mais um sonho;

À minha família, por todo amor que tem dedicado a minha pessoa e pela certeza de que estarão sempre ao meu lado por mais pesado que seja meu fardo;

Aos Meus Pais, que souberam me ensinar a ter fé, ser perseverante e nunca desistir dos meus sonhos;

Ao Professor orientador Manoel Moisés Ferreira de Queirós, por ter apoiado o projeto e abraçado à causa com suas excelentes orientações;

Ao Professor Ednaldo Barbosa Pereira Júnior (IFPB- Campus Sousa), por seu grande apoio durante todas as fases do projeto e suas imensas orientações iluminando minha mente nos momentos de trevas;

Ao funcionário terceirizado (IFPB- Campus –Sousa) Manoelzinho, por seu incansável apoio;

Aos funcionários do IFPB, Damião Júnior, Hermano Rolim e João Jones por suas valiosas contribuições;

Ao professor Everaldo Mariano por seus incentivos e colaboração na implantação do projeto;

Aos professores: Oscar Mariano e Joserlan por suas importantes colaborações;

Aos alunos do curso Técnico em Meio Ambiente: Januária Caldeira, Joice e Hermano;

Aos amigos e colegas de trabalho que me apoiaram durante toda esta jornada;

Ao IFPB- Campus Sousa por permitir que fosse executado este projeto nas dependências desta instituição;

Ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA da UFCG, que por meio do Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical – PPGHT, tive a oportunidade de adquirir o título de Mestre.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	viii
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	x
<b>LISTA DE ANEXOS.....</b>	xi
<b>RESUMO.....</b>	xii
<b>ABSTRACT.....</b>	xiii
<b>1- INTRODUÇÃO.....</b>	14
<b>2- REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	16
2.1- Origem da cultura da beterraba.....	16
2.2- Produção de beterraba no Brasil.....	16
2.3- Característica da Beterraba.....	16
2.4- Exigência nutricional da beterraba .....	18
2.5- Água no Planeta.....	19
2.6- Qualidade da Água de irrigação.....	22
2.7- Irrigação.....	24
2.8- Volume de efluentes gerado nas indústrias de laticínios e processadoras de frutas e os principais elementos contidos nas águas residuárias. ....	26
2.9- Reuso de água .....	28
2.10- Efeito do Efluente no solo.....	32
<b>3- MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	35
3.1- Localização do Experimento.....	35
3.2- Fontes de Água.....	36
3.3-Análise Química e Microbiológica das águas para uso na irrigação da Beterraba.....	36
3.4- Análise Química e Física do solo.....	38
3.5- Preparo do solo.....	38
3.6- Cultivar e Plantio.....	39
3.7- Tratos culturais.....	39
3.7.1-Adubação, capina, escarificação e Controle fitossanitário.....	29
3.7.2- Irrigação.....	40
3.8- Características avaliadas.....	40
3.8.1- Avaliação do crescimento aéreo da cultura.....	40
3.8.2- Coleta das folhas para determinação dos teores de NPK.....	40

3.8.3- Massa fresca e seca da parte aérea.....	41
3.8.4- Diâmetro e peso do tubérculo da beterraba.....	41
3.8.5- Determinação dos teores de sólidos solúveis (Brix), pH, acidez em ácido cítrico e acidez total.....	42
3.8.6- Análises microbiológicas.....	42
3.8.7- Atributos químico do solo após experimento.....	43
3.9- Análise estatística.....	43
<b>4- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>44</b>
4.1- Altura de planta.....	44
4.2- Número de folhas.....	48
4.3- Análise nutricional.....	51
4.4- Massa fresca da parte aérea da beterraba.....	55
4.5- Massa seca da parte aérea da beterraba .....	58
4.6- Peso do tubérculo da beterraba.....	61
4.7- Diâmetro transversal e longitudinal.....	65
4.8- Teor de sólidos solúveis (Brix), pH, acidez em ácido cítrico e acidez total.....	69
4.9- Parâmetros microbiológicos.....	70
4.10- Atributos químicos do solo após experimento.....	72
<b>5- CONCLUSÃO.....</b>	<b>75</b>
<b>6- REFERÊNCIAS.....</b>	<b>76</b>
<b>7- ANEXOS.....</b>	<b>83</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b>	Resultado médio das três análises química das águas utilizado na irrigação da beterraba durante o experimento, Sousa/PB, 2014.....	37
<b>Tabela 2:</b>	Primeira análise microbiológica das águas utilizada na irrigação da beterraba, Sousa/PB, 2014.....	37
<b>Tabela 2.1:</b>	Segunda análise microbiológica das águas utilizada na irrigação da beterraba, Sousa/PB, 2014.....	37
<b>Tabela 2.2:</b>	Terceira análise microbiológica das águas utilizada na irrigação da beterraba, Sousa/PB, 2014.....	37
<b>Tabela 2.3:</b>	Teor de oxigênio dissolvido nas águas de irrigação da beterraba, Sousa/PB, 2014.....	37
<b>Tabela 3:</b>	Caracterização química do solo que foi utilizado no experimento, Sousa/PB, 2014.....	38
<b>Tabela 4:</b>	Caracterização física do solo, Sousa/PB, 2014.....	38
<b>Tabela 5:</b>	Dados médios de Altura de planta aos 24, 44, 55 e 64 dias após o plantio da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.....	45
<b>Tabela 6:</b>	Dados médios de número de folhas aos 24, 44 e 64 dias após o plantio da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.....	48
<b>Tabela 7:</b>	Dados médios do número de folhas aos 55 dias após o plantio da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.....	49
<b>Tabela 8:</b>	Dados médios dos teores de N e P g/ Kg na Massa seca (MS) nas folhas da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.....	52
<b>Tabela 9:</b>	Dados médios dos teores de K g/ Kg de Massa seca (MS) nas folhas da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.....	53
<b>Tabela 10:</b>	Dados médios da massa fresca da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa PB, IFPB, 2014.....	55
<b>Tabela 11:</b>	Dados médios da massa seca da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa PB, IFPB, 2014.....	58
<b>Tabela 12:</b>	Dados médios do peso do tubérculo da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.....	62
<b>Tabela 13:</b>	Dados médios do diâmetro transversal do tubérculo da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.....	65

<b>Tabela 14:</b>	Dados médios do diâmetro longitudinal do tubérculo da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.....	65
<b>Tabela 15:</b>	Dados médios do teor de sólidos solúveis ( <sup>0</sup> Brix), pH, acidez em ácido cítrico e acidez total do tubérculo da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.....	69
<b>Tabela 16:</b>	Dados médios das análises microbiológicas do tubérculo da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.....	70
<b>Tabela 17:</b>	Dados médios das análises química do solo após experimento irrigado com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.....	73

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	Ponto de coleta e de armazenamento do efluente utilizado como água para irrigação das beterrabas.....	36
<b>Figura 2:</b>	Preparo das parcelas experimentais.....	38
<b>Figura 3:</b>	Folhas de beterraba ( <i>Beta vulgaris</i> ) com sintomas da cercosporiose.....	40
<b>Figura 4:</b>	Secagem das folhas da beterraba .....	41
<b>Figura 5:</b>	Medição do diâmetro da beterraba.....	41
<b>Figura 6:</b>	Medição do Brix e pH da beterraba.....	42
<b>Figura 7:</b>	Dados médios de Altura de planta aos 24 (A), 44 (B) 55 (C) e 64 (D) dias após o semeio da beterraba em função das doses de N e irrigada com A1 (água de açude), Sousa-PB, IFPB, 2014.....	46
<b>Figura 8:</b>	Dados médios de Altura de planta aos 24 (A), 44 (B) 55 (C) e 64 (D) dias após o semeio da beterraba em função das doses de N e irrigada com A2 (efluente diluído), Sousa-PB, IFPB, 2014.....	47
<b>Figura 9:</b>	Dados médios de Altura de planta aos 24 (A), 44 (B) 55 (C) e 64 (D) dias após o semeio da beterraba em função das doses de N e irrigada com A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.....	48
<b>Figura 10:</b>	Dados médios do número de folhas aos 55 dias após o semeio da beterraba em função das doses de N e da água de irrigação, A-A1(água de açude), B-A2 (efluente diluído) C-A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.....	51
<b>Figura 11:</b>	Dados médios do teor de K nas folhas da beterraba em função das doses de N e da água de irrigação A- A1 (água de açude), B-A2 (efluente diluído) e C-A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB.....	54
<b>Figura 12:</b>	Dados médios do peso da massa fresca em função das doses de N e da água de irrigação A- A1 (água de açude), B-A2 (efluente diluído) e C-A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.....	57
<b>Figura 13:</b>	Dados médios do peso da massa seca em função das doses de N e da água de irrigação A-A1 (água de açude), B-A2 (efluente diluído) e C-A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.....	60
<b>Figura 14:</b>	Dados médios do peso do tubérculo da beterraba em função das doses de N e da água de irrigação A- A1 (água de açude), B-A2 (efluente diluído) e C-A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.....	63

<b>Figura 15:</b>	Dados médios do diâmetro transversal da beterraba em função das doses de N e da água de irrigação A- A1 (água de açude), B-A2 (efluente diluído) e C-A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.....	67
<b>Figura 16:</b>	Dados médios do diâmetro longitudinal da beterraba em função das doses de N e da água de irrigação A- A1 (água de açude), B-A2 (efluente diluído) e C-A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.....	68

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo I:</b>	Caracterização do solo após experimento.....	83
<b>Anexo II:</b>	Análises estatísticas para altura de plantas aos 24, 44, 55 e 64 Dias Após o Semeio (DAS).....	84
<b>Anexo III:</b>	Análises estatísticas para número de folhas aos 24, 44, 55 e 64 Dias Após o Semeio (DAS).....	85
<b>Anexo IV:</b>	Análises estatísticas para os teores de N, P e K nas folhas da beterraba.....	86
<b>Anexo V:</b>	Análises de variância das variáveis peso fresco, peso seco peso do fruto diâmetro transversal e longitudinal, Brix, pH, acidez em ácido cítrico e acidez total.....	87
<b>Anexo VI</b>	Fotos do projeto.....	90

## RESUMO

Ferreira Neto, J. Produção de beterraba (*beta vulgaris L.*) irrigada com efluente agroindustrial, 2015 91p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB.

A agricultura irrigada é uma atividade que demanda o maior volume de água no tocante ao consumo deste recurso pelo diversos seguimentos como o doméstico industrial e animal. O objetivo deste trabalho foi utilizar efluente agroindustrial bruto e diluído proveniente do processamento de leite e frutas, na irrigação das plantas da beterraba avaliando o crescimento e suas características físico-química e microbiológica, bem como os efeitos do efluente no solo. O experimento foi de campo, instalado no setor de Horticultura pertencente ao Instituto Federal da Paraíba Campus Sousa. O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados em esquema fatorial (3x5), três tipos de água e cinco doses de N, com 4 repetições totalizando 15 tratamentos e 60 parcelas experimentais, correspondendo aos tipos de água: água do açude de São Gonçalo, água de açude + efluente (1:1) e efluente bruto e as doses de Nitrogênio nas quantidades de 0, 30, 60, 90 e 120% ou 0, 3, 6, 9 e 12g/m<sup>2</sup> de N, definidas com base na análise do solo e na recomendação adubação em cobertura para beterraba do Estado de Pernambuco. A água residuária diluída e bruta apresentou maior CE e RAS e menor pH, classificando-se como água de salinidade e sodicidade média, porém apresentou baixa população microbiana do grupo coliformes fecais, encontrando-se dentro da faixa adequada para irrigação da beterraba. Foram analisadas as seguintes variáveis: desenvolvimento aéreo da cultura, determinação dos teores de NPK na folha da beterraba, massa fresca e seca da parte aérea, peso, diâmetro, teores de sólidos solúveis, pH, acidez total e em ácido cítrico e os parâmetros microbiológicos do tubérculo da beterraba e atributos químicos do solo após experimento. Observou-se que é possível produzir beterraba com água de reuso diluída e bruta com produção igualando ao irrigar com água de açude empregando-se de 30 a 60% para efluente diluído 1:1 e de 90% da recomendação de adubação para a cultura da beterraba, respectivamente. O efluente causou alteração nas características química do solo, sendo aconselháveis práticas preventivas para evitar a salinização ou sodificação do mesmo. O efluente diluído e bruto não alterou as características, química e microbiológica da beterraba, sendo possível produzir beterraba quanto a esses atributos própria para o consumo sem dano ao consumidor.

Palavras-chave: reuso de água, irrigação, produtividade e qualidade da beterraba.

## ABSTRACT

Ferreira Neto, J. beet production (*Beta vulgaris* L.) irrigated with wastewater agribusiness, 2015 91p. Dissertation (Master in Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal - PB.

Irrigated agriculture is an activity that requires the largest volume of water in relation to the consumption of this resource for a lot of segments such as industrial, domestic and animal. The aim of this study was to use gross agribusiness and diluted effluent from processing milk and fruit, irrigation of sugar beet plants evaluating the growth and its physico-chemical and microbiological characteristics, as well as the effluent effects on the ground. The experiment was field, installed on Horticulture sector belonging to the Federal Institute of Paraiba Campus Sousa. The experimental design was randomized in blocks in a factorial scheme (3x5), three types of water and five doses of N, with 4 repetitions totaling 15 treatments and 60 experimental plots, corresponding to the water types: water from the São Gonçalo dam, dam water + effluent (1:1) and pure effluent and nitrogen doses in amounts of 0, 30, 60 90 and 120% or 0, 3, 6, 9 and 12g / m<sup>2</sup> N, defined based on soil analysis and fertilization recommendation in coverage for beet of the State of Pernambuco. The diluted and raw wastewater showed higher EC and RAS and lower pH, ranking as salinity and medium sodicity water, but showed a lower microbial population of fecal coliform, lying within the range for beet irrigation. The following variables were analyzed: air development of culture, determination of NPK content in the beet leaf, fresh and shoot dry, weight, diameter, soluble solids, pH, total acid and citric acid and microbiological parameters tuber beet and soil chemical properties after experiment. It was observed that it is possible to produce beet with diluted gross reuse water to irrigate with matching production with pond water employing 30-60% for effluent diluted 1:1 and 90% of fertilizer recommendation for beet culture, respectively. The effluent caused changes in the chemical characteristics of the soil, being advisable preventive practices to prevent the salinization or sodification of it. The diluted and raw wastewater didn't change the chemical and microbiological beet characteristics, being possible to produce beet related to these very attributes appropriated to the consumption with no damage to consumer.

Keywords: water reuse, irrigation, productivity and beet quality.

## 1- INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris* L.) pertence à família Quenopodiácea, originária das regiões de clima temperado da Europa e do Norte da África, é uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil, com diversos biótipos, sendo três deles de significativa importância econômica, como a beterraba açucareira, forrageira e hortícola. A beterraba hortícola, também conhecida como beterraba vermelha ou beterraba de mesa, é o biótipo cultivado no Brasil, as raízes e as folhas são utilizadas na alimentação humana, esse tipo apresenta raiz tuberosa de formato globular que se desenvolve quase à superfície do solo, com sabor acentuadamente doce e coloração púrpura, devido à presença de antocianina, pigmento natural que pode ser usado como corante (TIVELI, 2011).

No Brasil, a estimativa de área plantada com beterraba está em torno de 10.000 hectares, com produtividade média oscilando entre 20 e 35 t/ha, sendo a cultivar Early Wonder a mais tradicional no país (RESENDE E CORDEIRO, 2007).

Uma das características marcante da região semiárida Nordestina é a baixa e irregularidade de precipitação pluviométrica, principalmente na última década, fazendo com que a produção agrícola da região só seja possível por meio de irrigação, além de apresentar temperaturas médias anuais elevadas e solos jovens pouco profundos, que mesmo em anos que ocorra volumes elevados de chuvas as águas armazenadas tanto nos mananciais superficiais e subterrâneos não são capazes de atender a demanda por água para os diversos segmentos. Enquanto isso as indústrias 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 50m<sup>3</sup> e 1 a 10m<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 gerados em efluentes.

Uma maneira racional sem muitos custos adicionais para reduzir o volume de efluente gerado por essas indústrias seria o reuso, 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), porém esse tipo de água podem conter elementos fitotóxicos como elevados teores de sais que podem acarretar toxidez para as plantas ou causar danos às propriedades químicas e

físicas do solo, necessitando de ser monitorado ao utilizá-lo para que ao empregar por muito tempo nas irrigações, não venha acarretar a salinização ou sodificação do solo.

Assim sendo, o aproveitamento das águas residuárias para a agricultura 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 grandes problemas para o fornecimento de água para amenizar as penúrias de água para irrigação agrícola.

Diante destes fatores, o aproveitamento de efluentes domésticos ou industriais, tem-se mostrado como mais uma alternativa para se melhor conviver com a seca reduzindo o consumo de água “potável”. O reúso da água pode trazer melhoramentos econômicos e ambientais, principalmente na produção de hortaliças por serem cultura de ciclo curto, proporcionando alternativas de explorar áreas mesmo em localidade que não existam reservatórios com água suficientemente destinada à irrigação. Com isto este trabalho tem como objetivo utilizar efluente agroindustrial bruto e diluído, na irrigação de beterraba avaliando suas características físico-química e microbiológica, bem como os efeitos no solo.

## **2- REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1- Origem da cultura da beterraba**

A beterraba (*Beta vulgaris L*) é uma Planta típica do clima temperado, com o centro de origem ao longo da costa do Mar Mediterrâneo, Norte da África, Ásia Menor Regiões de áreas salinas e na Europa. Em vários países da Europa, América do Norte e Ásia, o cultivo da beterraba é altamente econômico e o nível de tecnificação da cultura bastante avançado, principalmente para as cultivares forrageiras e açucareiras. Nesses países, estão em andamento pesquisas que visam ao desenvolvimento de cultivares para a produção de álcool combustível, através do processo de fermentação (TIVELI, 2011).

### **2.2- Produção de beterraba no Brasil**

De acordo com o Censo Agropecuário (IBGE, 2009), no Brasil existem 21.937 estabelecimentos agrícolas, produzindo 177.154t com venda de 175.777 toneladas de beterraba e uma arrecadação anual de R\$ 89.239, sendo que desses 21.937 estabelecimentos produtores de beterraba, 14.910 utiliza a irrigação e apenas 7.027 não faz uso da irrigação para a obtenção de sua produção. A região Sul e Sudeste e Nordeste concentram as maiores produção com 43,58%, 38,06% e 11% respectivamente, sendo os cinco principais Estados produtores: Paraná que concentra a maior produção (20,0%), São Paulo (17,0%), Minas Gerais (15,5%), Rio Grande do Sul (15,0%) e Bahia (8,0%) e a Paraíba ocupando o quarto lugar no Nordeste com apenas 846Kg. A beterraba é uma das 17 hortaliças propagadas por sementes mais importantes no Brasil, segundo levantamento realizado pela Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas – ABCSEM (2009), movimentando 256,5 milhões de Reais por ano. No varejo, o valor da cadeia produtiva desta hortaliça atingiu 841,2 milhões de Reais em 2010.

No Brasil, o cultivo de beterraba é feito especialmente com cultivares de mesa para fins comerciais. No entanto, a escala comercial é menor se comparada a outras hortaliças mais habituais, tais como: batata, tomate, cebola, pimentão, repolho e cenouras. Observam-se nos últimos dez anos o crescente aumento na demanda para consumo *in natura* e para beneficiamento nas indústrias de conservas e alimentos infantis, como corantes em sopas desidratadas, iogurtes e “catchups” (TIVELI, 2011).

### **2.3- Características da beterraba**

A beterraba de mesa é uma raiz tuberosa de cor vermelho-arroxeadada devido à presença de betalainas, produtos naturais provenientes do metabolismo secundário e pertencente ao grupo dos compostos secundários nitrogenados. As raízes são consideradas de qualidade quando estão suavemente doces e tenras após a cocção e sem estrias ou anéis brancos. As folhas das plantas são altamente nutritivas e deverá aumentar a demanda para o consumo humano à medida que as folhas jovens passarem a fazer parte do mix de folhas para saladas, com outras hortaliças. A beterraba contém na parte aérea e nas raízes, elementos que lhe proporcionam excelente valor nutritivo. A parte aérea, constituída das folhas e dos talos é mais rica em ferro, sódio, potássio, vitamina A e do Complexo B, em níveis significativamente maiores aos das raízes, o que revela a importância de seu aproveitamento na alimentação humana (TIVELI, 2011).

O sistema radicular da beterraba é do tipo pivotante que chega atingir até 60 cm de profundidade, com poucas ramificações laterais, com raiz do tipo tuberosa púrpura, pelo intumescimento do hipocótilo (caule localizado logo abaixo dos cotilédones). A tonalidade vermelho-escura, típica das cultivares comerciais, deve-se ao pigmento antocianina, cor presente também nas nervuras e nos pecíolos das folhas, suas sementes popularmente conhecidas, na verdade são frutos botânicos denominados de glomérulos ou sementes multigêrmicas. Essas sementes contêm de dois a seis embriões, que podem originar mais de uma plântula por glomérulo. Na década de 60 foi desenvolvida na Europa a semente descortçada, que nada mais é do que o glomérulo quebrado mecanicamente visando obter um único embrião por semente, ou a semente monogêrmica e trazida para o Brasil na segunda metade da década de 80 (MAROUELLI et al., 2007).

Há poucas cultivares de beterraba desenvolvida no Brasil devido à exigência de luz desta cultura para passar da fase vegetativa para a reprodutiva. Praticamente, todas as cultivares de beterraba de mesa cultivadas no Brasil atualmente são de origem norte-americana ou europeia, com raiz tuberosa com formato globular e constituem o grupo denominado Wonder. Os híbridos de beterraba chegaram ao Brasil por volta de 1995 através do híbrido Rosette da empresa Asgrow, hoje Seminis Monsoy (FILGUEIRA, 2003).

As cultivares Early Wonder são as mais tradicionais no Brasil, por apresentar características agrônômicas que se adaptam melhor as diversas condições climáticas brasileiras. Possui raiz de formato globular de coloração interno vermelho e externo vermelho intenso, altura da folhagem varia de 45 a 55 cm com diâmetro comercial do tubérculo em torno de 6 a 8 cm e peso médio de 110 a 130 g, média resistência à cercosporiose, mantém

vigor das folhas no ponto de colheita, com folhas verdes e raízes uniformes e precoces, com início da colheita de 60 dias no verão e 75 dias no inverno (RESENDE e CORDEIRO, 2007).

#### **2.4- Exigência nutricional da beterraba**

Os solos mais indicados para o cultivo da beterraba de mesa são os areno-argilosos, devendo ser friáveis e bem drenados, profundos, rico em matéria orgânica e nutrientes como o nitrogênio e o potássio, com sensibilidade e acidez, com faixa de pH ideal entre 6,0 a 6,8. Solos muito argilosos, as raízes podem ficar deformadas em razão da maior dificuldade imposta ao crescimento, exigindo um bom preparo do solo, realizando operações de aração, uma ou duas gradagem e passagem de rotocanteirador, para facilitar a emergência das plântulas. A temperatura ótima para a germinação da semente de beterraba oscila entre 10°C e 15°C. Ela é uma planta típica de clima temperado, produzindo bem, em temperaturas amenas ou baixas, com melhor desenvolvimento em temperatura ao redor de 20°C, para a parte aérea, (MAROUELLI et al., 2007).

A produtividade e a qualidade das raízes da beterraba são intensamente influenciadas pelas condições de umidade do solo. Para a obtenção de altos rendimentos, é necessário o controle da umidade do solo durante todo o seu ciclo, com exigência em volume de água e frequência das irrigações, de acordo com as condições de clima, tipo de solo, estágio de desenvolvimento das plantas, profundidade das raízes e a taxa de evapotranspiração, (MAROUELLI et al., 2007).

O crescimento e a composição da beterraba são influenciados pela adubação nitrogenada. O nitrogênio (N) além de constituinte de várias moléculas orgânicas, tais como proteínas, ácidos nucléicos e clorofilas, também exerce grande efeito no crescimento das plantas e na qualidade dos produtos vegetais. Este elemento essencial contribui para o aumento da produtividade das culturas por promover o desenvolvimento da planta (ALVES et al., 2008).

Damasceno et al. (2011) cultivando beterraba empregando-se diferentes doses de nitrogênio e avaliando o desenvolvimento da planta, observam aumento linear conforme acrescentou as doses de N aplicados, sendo as doses de 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de N as que promoveram incrementos, em todas as características avaliadas como a produtividade máxima de matéria fresca da parte aérea, raiz e diâmetro da raiz. Para a característica teor de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> verificou-se teor máximo de 2,65g kg<sup>-1</sup> com a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N, com valor superior a testemunha de 53%.

Aquino et al. (2006) avaliando a produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio, constatam que o aumento da dose de N promoveu o aumento da massa fresca da raiz tuberosa e das folhas com doses de 361 e 326 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, decrescendo a medida que aumentou a dose de N, contrariando a resposta para a área foliar (AF) que foi crescente com o aumento da dose N. Demonstrando que, até certo limite, incrementos na disponibilidade de N às plantas de beterraba de mesa promovem aumento da AF, em contra partida, promoveu aumento da produtividade de raiz tuberosa.

Purquerio et al. (2009) avaliando produtividade e qualidade de beterraba cultivada em plantio direto em função do nitrogênio e molibdênio com cinco doses de nitrogênio em cobertura (0; 60; 120; 180; 240 kg ha<sup>-1</sup>), aplicados na forma de ureia aos 15, 30 e 50 dias após a semeadura (DAS), bem como a presença e ausência de aplicação foliar de 0,5gL<sup>-1</sup> de molibdato de amônio, aos 15 e 30 dias após a semeadura, observou que não houve efeito estatístico significativo da interação entre nitrogênio e molibdênio para nenhuma das características avaliadas, porém efeito significativo foi observado para cada um dos fatores isoladamente.

A aplicação de N em cobertura não alterou a produtividade em relação às classes comerciais das raízes menores do que 5 cm de diâmetro (Refugo) e aquelas entre 5 cm e 9 cm denominadas de Extra A. Entretanto para as raízes de maior valor comercial (entre 9 cm e 12 cm – Extra AA) houve correlação linear e positiva entre a produtividade e as doses de nitrogênio em cobertura. Neste caso, para cada quilograma de N adicionado ao cultivo de beterraba foram produzidos 23,9 kg de beterraba Extra AA. Esse montante corresponde a praticamente uma caixa tipo K de raiz Extra AA a mais, que foi produzida para cada quilograma de nitrogênio (PURQUERIO et al., 2009).

## **2.5- 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  $\text{km}^3$  de água estejam disponíveis, porém, a parte de água doce econômica de fácil aproveitamento para satisfazer as necessidades humanas, é de aproximadamente 14 mil  $\text{km}^3\text{ano}^{-1}$  (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  $257.790 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . 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).

A história da gestão dos Recursos Hídricos no Brasil se deu com o Decreto 24.643/1934, conhecido Código das Águas ou Lei das Águas, confirmando que, na época, as águas eram consideradas recursos naturais renováveis, portanto o importante era proporcionar o desenvolvimento industrial e agrícola do país, incentivando, principalmente, a produção de energia elétrica, (BRASIL, 1934). Só que com o passar do tempo esse conceito mudou, sendo criada na década de 90 a Lei nº 9.433, definindo a água como um bem de domínio público, um recurso limitado de valor econômico e que em situação de escassez a prioridade é para o consumo humano e de animais (BRASIL, 1997), e para atender a essas prioridades a cada dia

vem sendo reduzido à disponibilidade de água para o uso nas irrigações devido às necessidades de atender as situações prioritárias decorrente das condições climáticas adversas.

A Lei 9.433, em seu capítulo IV trata dos instrumentos definidos para gestão dos recursos hídricos, como a outorga pelo direito de uso da água e a cobrança correspondente. Um dos objetivos da cobrança pelo uso da água é incentivar a sua racionalização, que pode contemplar medidas de redução no consumo por meio de melhorias no processo e pela prática de reuso. A referida lei cria ainda o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), que é um colegiado que desenvolve regras de mediação entre os diversos usuários da água constituindo uma responsabilidade pela prática da gestão dos recursos hídricos. Uma das dez câmaras técnicas do CNRH é a Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia (CTCT), dentro do qual foi criado o grupo de trabalho sobre reuso de água-GT- Reuso que tem como objetivo propor mecanismos e instrumentos voltados para a regulamentação e institucionalização da prática do reuso não potável de água em todo o território nacional (BRASIL, 1997).

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 diminuirá a disponibilidade de recursos hídricos, isso terá 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 consequências 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.

Na Paraíba a situação em que se encontra a maioria dos reservatórios é crítica, segundo a Agência Executiva de Gestão de Águas da Paraíba (AESAs) a maioria dos reservatórios monitorados, o volume de água chegou à situação crítica ou de observação. De acordo com dados do órgão, 72 dos 123 açudes do estado têm menos que 20% da capacidade de armazenamento, desse total, metade, ou seja, 36 já secaram ou estão praticamente secos, com menos de 5% do volume total. Entre os que já zeraram o volume de água está o Açude Santa Luzia, além de outros nove que se encontra na mesma situação, (AESAs, 2015).

A situação também não é satisfatória nos maiores reservatórios do estado, como é o caso de Boqueirão, o Açude Epitácio Pessoa – responsável pelo abastecimento de Campina Grande e outras cidades do complexo da Borborema que está apenas com 21,7% da capacidade. No Sertão, o recurso mineral também é escasso, em Sousa o açude de São Gonçalo encontra-se com apenas 10,2% de sua capacidade que é de 44.600.000m<sup>3</sup>, em Cajazeiras, a reserva de água do Açude da Lagoa do Arroz conta apenas com 10,2% do seu volume que é de 80.220.750m<sup>3</sup>. No Engenheiro Ávido, também situação em cajazeiras o estado ainda é pior. A barragem que comporta 255.000.000m<sup>3</sup> está 9,6% da capacidade. E com tanto, o volume de efluente gerado pelos os aglomerados urbano e o setor industrial faz-se necessário uma política de reutilização dessas águas para fins agrícolas (AESAs, 2015).

## **2.6- Qualidade da água de irrigação**

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros podem ser de utilização geral, tanto para caracterizar águas de abastecimento como águas residuárias, mananciais e corpos receptores. Nos parâmetros físicos corresponde a cor, turbidez, sabor, odor e temperatura. Quanto aos parâmetros químicos este é representado pelo o pH, alcalinidade, acidez, dureza e os elementos, ferro, manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, micropoluentes inorgânicos e orgânicos e quanto aos parâmetros biológicos destaca-se os microrganismo como as bactérias, algas, fungos, protozoários, vírus e helmintos, que desempenham diversas funções de fundamental importância para a transformação da matéria dentro dos ciclos bioquímicos (VON SPERLING, 2005).

Os microrganismos presentes no esgoto desempenham diversas funções de fundamental importância, principalmente as relacionadas com a transformação da matéria orgânica dentro dos ciclos bioquímicos. Outros aspectos relevantes são relativos à possibilidade de transmissão de doenças. Os microrganismos encontrados nos esgotos podem ser saprófitos, comensais, simbioses ou parasitos, sendo que apenas os simbioses ou parasitos são patogênicos capaz de transmitir doenças, sendo que a origem destes agentes patogênicos nos esgotos é predominantemente humana, podendo ser também de procedência animal (VON SPERLING, 2005).

Segundo Richards (1954) quando se classifica uma água para irrigação, considerando que ela será utilizada em condições médias com respeito à textura do solo, velocidade de

infiltração, drenagem, quantidade de água usada, clima e à tolerância das culturas aos sais. Quaisquer anormalidades consideráveis do valor médio de alguma destas variáveis pode tornar inseguro para o uso em irrigação. Aspectos estes considerados quando se trata de classificação de água para irrigação.

A irrigação de culturas com água de baixa qualidade pode levar ao acúmulo de certa quantidade de sais na planta, o que, provavelmente, afetará as relações hídricas. A agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água, sendo esse último aspecto raramente levado em consideração. A baixa qualidade das águas se refere geralmente aos elevados teores de sais, que estão contidos na água de irrigação ou na água do lençol freático. A sensibilidade a maiores ou menores teores de sais no solo é uma característica de cada tipo de planta. Umas toleram concentrações altas, como a cevada, o algodão e a beterraba, enquanto outras, como o feijão e a cenoura, são mais sensíveis. Essa capacidade de adaptação é muito útil e permite a seleção das culturas mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos economicamente aceitáveis, quando não se pode manter a salinidade do solo no nível de tolerância das plantas que se cultivam (CORDEIRO, 2001).

Ilias et al. (2014) relatado um balanço dos resultados dos estudos sobre a qualidade de efluentes tratados das ETARs na Grécia, demonstraram que 42% das ETAR operacionais tiveram um bom desempenho, 41% moderada e 17% mal. A maioria das ETAR relatados tiveram um bom desempenho em termos de DBO 5 e remoção TSS. No entanto, alguns valores mais elevados de DBO 5 foram relatados para algumas ETAR devido à aeração insuficiente, ou a formação de espuma incidente, ou a uma sobrecarga, especialmente durante o verão.

O aumento dos níveis de sais presentes no efluente de um número de ETAR sugerem que as práticas de gestão adequadas devam ser implementadas quando é para ser usado para reutilização agrícola, para assegurar a sustentabilidade da terra e produtividade. Segundo o estudo, problemas de salinidade são mais frequentes em ETAR localizados em áreas costeiras, provavelmente devido à intrusão de água do mar ou água salina de aquíferos superficiais nos sistemas de esgotos municipais. Em termos de oligoelementos, os dados disponíveis são limitados, mas parece que eles não representam um risco para o ambiente e saúde pública e por fim, os parâmetros microbiológicos como coliformes fecais (CF) e coliformes totais (CT) variam de 0 a 500 e 3,0 a 1500 NMP /100 mL, respectivamente, nas principais ETAR da Grécia (ILIAS et al., 2014).

Conforme Ayres & Westcot (1999) as diretrizes para se avaliar a qualidade da água de irrigação referem-se, sobretudo aos efeitos em longo prazo da qualidade da água sobre a produção das culturas, nas condições de solo e manejo agrícola.

Segundo Resende e Cordeiro (2007) a cultura da beterraba apresentou rendimentos satisfatórios mesmo quando utilizou, água com níveis elevados de condutividade elétrica (de 4 e de 8  $\text{dSm}^{-1}$ ), com produtividades de 29,4 e 26,3 t/ha, respectivamente, demonstrando, assim, boa tolerância da beterraba a estes níveis de salinidade. Os resultados obtidos em termos de produtividade permitem indicar, que a cultura da beterraba é viável mesmo quando irrigada com água salina e que o condicionador de solo no nível mais baixo de condutividade elétrica de 4,0  $\text{dSm}^{-1}$ , proporciona uma produção superior em 45,6% quando na ausência do condicionador, demonstrando que o baixo nível de salinidade mostra-se mais eficiente

Em Salónica na Grécia, o efluente secundário da ETAR (165.000  $\text{m}^3$  /dia), é usado para irrigação agrícola em área de Halastra-Kalohori, após a mistura com água doce do Rio Axios na proporção de 1:5. Cerca de 2,5 mil hectares de culturas de primavera são irrigados na área de Halastra-Kalohori, com a mistura de água doce e de efluentes. Uma série de pequenos projetos de reutilização de águas residuais estão em operação em todo o país, tais como as que estão em Hersonissos, Creta (4500  $\text{m}^3$ /dia), principalmente para irrigação agrícola, e, secundariamente, para protecção contra incêndios e irrigação paisagística, em Malia (2500 $\text{m}^3$ /dia), em Levadia (3500 $\text{m}^3$ /dia), na ilha de Kos (3500 $\text{m}^3$ /dia), em Amfissa (400 $\text{m}^3$ /dia), e em Neakalokratia (800  $\text{m}^3$ /dia). O mais recente projeto de reuso de água está em operação na cidade de Iraklion (Creta) desde 2012. O efluente de uma planta de tratamento terciário (9500 $\text{m}^3$ /dia), que inclui a coagulação, filtração e desinfecção por UV, são utilizados para irrigação de oliveira, na região sudoeste da cidade (ILIAS et al., 2014).

## 2.7- Irrigação

A irrigação é a técnica que permite complementar essa carência fornecendo água ao solo quando sua umidade se reduz, evitando-se que as culturas tenham suas produções afetadas. Sua utilização faz com que se tenham incrementos consideráveis na produção, mesmo onde a deficiência de água não é facilmente visualizada empregando técnicas racionais de irrigação, aliadas a parâmetros econômicos que permitam manter o solo com um teor de umidade favorável ao desenvolvimento das plantas, (TESTEZLAF, 2011).

No sistema de semeadura direta, a emergência das plântulas de beterraba é favorecida por irrigações mais leves e frequentes no verão, devendo-se repor a água evapotranspirada

diariamente e fracionada em várias vezes independentemente do sistema de irrigação. Após a completa germinação das sementes da cultura, a frequência da reposição da água evapotranspirada deve ser diminuída para não favorecer o desenvolvimento de fungos responsáveis pelo tombamento (FILGUEIRA, 2007).

A falta de água no solo é um dos fatores que afetam de forma drástica a produção da beterraba, o período crítico à falta de umidade no solo para a cultura estendendo-se durante os primeiros 60 dias, embora a deficiência hídrica na planta seja indesejável mesmo na ocasião da colheita, pois as raízes podem ficar mais fibrosas e murchas. Com base nos estudos de evapotranspiração para a cultura da beterraba, da sementeira até a segunda semana após a emergência, 40% a 50% da água evapotranspirada pelo cultivo de referência (CR) precisa ser repostada, a partir desse ponto, tanto a cultura estabelecida pelo sistema de sementeira direta quanto por meio do transplante deve receber 75% a 85% da água evapotranspirada pelo (CR). Essa intensidade de reposição de água é intensificada nas últimas quatro semanas antes da colheita para 105% a 120% da água evapotranspirada pelo (CR) nos dois sistemas de cultivo (TIVELLI, 2011).

Segundo Filho et al. (2010) as culturas olerícolas como alface, beterraba, cenoura, espinafre, repolho, rúcula e morango a demanda hídrica é bastante variável ao longo do ano, com uma maior demanda hídrica nos meses de julho e agosto. A beterraba exige uma quantidade de  $7,10\text{m}^3/\text{ano}$  com um maior consumo nos meses de julho e agosto com um volume de  $0,92$  e  $1,08\text{m}^3$  por  $13\text{m}^2$  com média mensal de  $0,043\text{m}^3$  por  $\text{m}^2$ .

Fernandez e Garrido (2002), pondera que o volume de água para a agricultura não atende às exigências das culturas para completarem seu ciclo naturalmente por meio das chuvas, sendo necessário à aplicação por meio da irrigação para completar o volume necessário aos cultivos, de forma a aperfeiçoar o seu desenvolvimento biológico. Pode-se intensificar a plantação agrícola, ajustando, ao longo do ano, as disponibilidades e os estoques de água para serem empregadas na agricultura, uma vez que esta prática permite uma produção na contra estação. Além disso, a agricultura irrigada reduz as inseguranças, garantindo o suprimento hídrico causado pelas irregularidades das chuvas anuais.

A agricultura irrigada é uma das atividades que demanda maior consumo de água entre os vários usos desse recurso natural. O consumo de água para a irrigação é bastante variável, e dependente do método empregado, da característica e tipo do solo, as exigências das diferentes culturas e os índices de evaporação das regiões, (BERNARDI, 2003).

Para Kiziloglu et al. (2008) a utilização de águas residuárias para a irrigação é cada vez maior, sendo um recurso técnico para reduzir a degradação do solo e para recompor o teor de nutrientes do mesmo. Heidarpour et al, (2007) afirma que há uma crescente necessidade de água nas regiões áridas e semiáridas do mundo ressaltando a importância do uso de água residuárias na irrigação de culturas agrícolas e paisagismo.

Segundo Laurenson et al. (2010), no sul da Austrália, 95.000 mega litros (ML) de águas residuais municipais é coletado e tratado na região metropolitana de Adelaide. Cerca de 50% desse volume é tratado na estação de tratamento de águas residuais Bolívar (ETAR) para produzir um efluente de alta qualidade adequado para irrigação, sem restrição relacionada à saúde e para as culturas vegetais. Após tratamento das águas residuais, é canalizada para os produtores de hortícolas nas planícies do norte de Adelaide através de Esquema Virginia Pipeline (VPS). A criação da VPS não só é eficaz na redução da quantidade de efluentes líquidos de entrar no Golfo St Vincent, mas também facilita a reciclagem de águas residuais para fins de irrigação. O VPS é o maior esquema de água reciclada na Austrália servindo cerca de 250 produtores de horticultura.

Efluente tratado tem sido cada vez mais utilizado em todo o mundo para a irrigação, aplicações ambientais, uso industrial, recarga de águas subterrâneas, uso urbano, uso potável indireta e, em alguns casos raros, o uso potável direto. As principais causas que impedem a expansão da reutilização de efluentes em todo o mundo são a saúde pública e as preocupações ambientais. Para reduzir os riscos potenciais para níveis aceitáveis, muitos países estabeleceram normas ou diretrizes que regem a reutilização de efluentes (PARANYCHIANAKIS et al., 2011).

Os efluentes fornecem para a agricultura além de água alguns nutrientes essenciais para as plantas. Mas o uso de efluentes para irrigação, seja ele de origem doméstica ou agroindustrial, requer um monitoramento para que não haja contaminação do sistema solo-água-planta, passando por processos de tratamentos, que reduza materiais grosseiros, contaminantes químicos e orgânicos que venham dá condições mínimas de uso dessa água (GUIDOLIN, 2006).

## **2.8- Volume de efluentes gerado nas indústrias de laticínios e processadoras de frutas e os principais elementos contidos nas águas residuárias**

A indústria de laticínio gera resíduos sólidos, líquidos e emite para a atmosfera gases capaz de impactar o meio ambiente. Independente do tamanho e potencial poluidor da

indústria, a legislação ambiental exige que todas as empresas tratem e disponham de forma adequada seus resíduos. A forma mais racional e viável de fazer o controle ambiental é minimizar a geração dos resíduos pelo controle dos processos e buscar alternativas de reciclagem e reuso para os resíduos gerados reduzindo ao máximo os custos com tratamento e disposição final (SILVA, 2011).

Os efluentes líquidos da indústria de laticínios, mais conhecidos como efluentes industriais são despejos líquidos originários de diversas atividades desenvolvidas na indústria, que contém leite e produtos derivados do leite, açúcar, pedaços de frutas, essências, condimentos, produtos químicos diversos utilizados nos procedimentos de higienização, areia e lubrificantes que são diluídos nas águas de higienização de equipamentos, tubulações, pisos e demais instalações da indústria (SILVA, 2011).

De acordo com Von Sperling (2005) o volume de efluente produzido pela indústria varia em função do tipo e porte da indústria, processo, grau de reciclagem, adoção de práticas de conservação da água, existência de pré-tratamento, entre outros. As indústrias alimentícias de frutas e legumes em conservas consomem entre 4 a 50m<sup>3</sup> de água por tonelada de produtos já os laticínios variam de 1 a 10m<sup>3</sup> de água para cada 1000 litros de leite processado, com uma estimativa de geração de efluente aproximada ao volume de água utilizada, gerando uma carga de DBO de 10 a 30Kg e 1 a 40Kg por unidade, respectivamente.

O nitrogênio e o fósforo são os principais elementos encontrados nos efluentes industriais, sendo o nitrogênio componente de maior importância na geração e no próprio controle da poluição das águas, devido serem um elemento indispensável para o crescimento de algas, podendo por isso, em certas condições, conduzir a fenômenos de eutrofização, causando aumento excessivo de nutrientes na água, especialmente fosfato e nitrato, o que provoca crescimento exagerado de certos organismos, comumente algas, gerando efeitos secundários daninhos sobre outros, é indispensável para o crescimento dos microrganismos responsáveis pelo tratamento de esgotos. No processo de nitrificação a amônia é transformada em nitrito e este a nitrato resultando no consumo de oxigênio e alcalinidade. O nitrato também pode converter a nitrogênio gasoso, pelo o processo de desnitrificação implicando em economia de oxigênio e alcalinidade. Em esgotos novos o N se encontra basicamente na forma de nitrogênio orgânico ou amônia e se antigo na forma de nitrato, encontrado nos efluentes brutos predominantemente nas formas orgânica é a amônia, (VON SPERLING, 2005).

Sandri et al. (2009) encontraram em água residuária os teores de nitrogênio amônio (N – NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) uma média, de 35 mgL<sup>-1</sup>, enquanto na água do depósito não se detectou sua presença, que de acordo com a legislação é considerados críticos para irrigação de hortaliças consumidas cruas, (CONAMA 2005). O limite do nitrogênio amoniacal para pH ≤7,5, limita-se a 3,5 mgL<sup>-1</sup>; portanto, os resultados obtidos estão acima dos padrões recomendados por esta resolução. Na forma de nitrato na água residuária, o nitrogênio apresentou o maior valor de 1,2 mg L<sup>-1</sup>, ficando abaixo dos valores limites de nitrato estipulado pela legislação que são de até 10,0 mgL<sup>-1</sup> na água de irrigação para hortaliças, para que não causam problemas de saúde aos consumidores de alimentos com excesso de nitrato e de contaminação de águas subterrâneas e superficiais.

Sandri et al. (2009) utilizando água residuária para a irrigação de alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação encontrou em todas as amostras de água residuária tratada concentrações de *Escherichia coli* acima do limite permitido pela Resolução nº 357 (CONAMA 2005), aplicado em águas de classe 2, que limita a 1000 *Escherichia coli* por 100mL de água, para a irrigação de vegetais consumidos crus. Quanto à concentração dos coliformes totais, os índices observados, são maiores que o máximo permitido para aplicação na irrigação, visto que de acordo com a resolução supracitada não devem ultrapassar 5000 coliformes totais por 100 mL de água, chegando a uma conclusão que o sistema de tratamento utilizado (reatores anaeróbicos compartimentados seguidos de leitos cultivados com macrófitas), não foi eficiente na remoção dos coliformes totais e *Escherichia coli*, a níveis tolerados pela legislação para aplicação na irrigação de culturas consumidas cruas.

## 2.9- Reuso de água

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 não potável de água. 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, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e dos 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; sólidos dissolvidos totais inferior a 200 mg/L; pH entre 6,0 e 8,0; cloro residual entre 0,5 mg/L e 1,5 mg/L. 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 NMP/100 mL, cloro residual superior a 0,5 mg/L. 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 NMP/100 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 NMP/100 mL e oxigênio dissolvido acima de 2,0 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 Hespanhol (2008) essas águas têm alguns elementos fitotóxicos e outros que podem levar à salinização ou sodificação 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).

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 pra ela (CORRÊA, 2014).

## **2.10 - Efeitos do efluente no solo**

Segundo Papadopoulos (1997) os esgotos domésticos apresentam teores de macro e micros nutrientes capaz 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, considera 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).

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 – 0,10m e 0,10 – 0,20m, 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 – 0,10m. 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 – 0,10m quando irrigado com água residuária por gotejamento subterrâneo dos 6 aos 26 dias em relação aos 46 DAT e redução na camada de 0,10 - 0,20m 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 foi se acumulando ao longo do tratamento.

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 está 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 mgL<sup>-1</sup> e 25,41 mgL<sup>-1</sup> 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 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.

### 3- MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - Localização do experimento

O trabalho foi realizado no 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. A precipitação média anual registrada na região do perímetro irrigado gira em torno de 894 mm, com o 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%, com altitude média de 235m e evaporação média anual de 3.056,6 mm. O clima da região é do tipo Bsh da classificação de Koppen, semiárido quente. 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, medianamente profunda e os podzólicos, com textura que vai de arenosa a argilosa, e fertilidade natural variando de boa a média (EMBRAPA, 2006).

O experimento foi conduzido no período de agosto a dezembro de 2014, com o cultivo de beterraba (*Beta vulgaris L.*) em campo, irrigada por regadores de crive, utilizando três tipos de água: água residuária bruta, água residuária mais água do açude de São Gonçalo e água do referido açude, combinada com cinco doses de Nitrogênio.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 3x5 com 4 repetições, totalizando 15 tratamentos e 60 parcelas experimentais. Os tratamentos se constituíram de: (A1) que corresponde a água de açude (testemunha), (A2) referente a mistura da água de açude com o efluente nas proporções de 1:1 e (A3) ao efluente bruto. Combinada com doses de Nitrogênio nas quantidades de 0, 3, 6, 9 e 12g/m<sup>2</sup>, ou seja, 0, 30, 60 90 e 120% de nitrogênio (N). As doses de N foram definidas com base na análise do solo e na recomendação de adubação para Estado de Pernambuco, 2ª aproximação, Comissão Estadual de fertilidade do solo de Pernambuco (CEFS-PE, 2008).

Os tipos de água empregada nos tratamentos foram escolhidos com bases em trabalhos realizados com efluentes tratados, citados por alguns autores, como Sandri et al. (2009) que os tratamentos eliminaram resíduos orgânicos e não contaminantes químicos e microbiológicos, tendo em vista que o interessante neste tipo de água é conteúdo de matéria orgânica contida, que pode enriquecer o solo ao ser irrigado e em trabalhos realizados na Grécia citado por Ilias (2014) onde utilizavam efluentes misturados com água doce do rio Axios na proporção de 1:5 para irrigação de culturas de primavera.

### 3.2- Fontes de água

A água residuária utilizada como fonte de água para a irrigação, foi coletada das unidades educativas de produção de processamento de frutas e leite do setor de agroindústria do IFPB. A água era oriunda exclusivamente do processamento e da higienização dos referidos setores, sendo coletada em caixa com capacidade de 1000L (Figura 1), sem tratamento prévio. Em horário de processamento o esgoto apresentou uma vazão de 48L/h. O efluente coletado era conduzido até o local de experimento em tambores de 200L, onde uma parte era utilizada bruta, a outra era misturada com água de açude nas proporções de 1:1.

**FIGURA 1:** Ponto de coleta e de armazenamento do efluente utilizado como água para irrigação das beterrabas (Fonte: o autor)



### 3.3- Análise química e microbiológica das águas para uso na irrigação

A água residuária e do açude foram analisadas no Laboratório de análise de solo e água e no laboratório de análise microbiológica de água ambos pertencente ao IFPB- *Campus* de Sousa.

Ao instalar o sistema de coleta das águas residuárias e no decorrer do experimento foram coletadas amostras para determinação dos parâmetros químicos (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>, Cl, NaCl, CaCO<sub>3</sub> e RAS) conforme metodologia da EMBRABA (1997) e microbiológicos para determinação Coliformes Totais, Fecais e *E. Coli*, conforme metodologia da APHA (2005). O resultado das análises está exposto nas tabelas 1; 2 e 2.1; 2.2 e 2.3.

**Tabela 1:** Resultado médio das 3 análise químicas das águas utilizadas na irrigação da beterraba durante o experimento, Sousa/PB, 2014.

Fonte	pH	CE dSm <sup>-1</sup>	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>	Cl <sup>-</sup>	NaCl	CaCO <sub>3</sub>	RAS (mmolcL) <sup>0,5</sup>
			-----mmolcL-----						-----mgL <sup>-1</sup> -----				
A1	8,2	0,32	0,25	0,40	1,11	0,82	0,11	0,23	3,57	1,1	149,53	129,57	0,42
A2	5,4	0,83	0,53	2,63	1,6	1,03	0,68	0,00	4,51	4,63	386,33	325,9	2,23
A3	5,0	1,35	1,03	4,84	3,15	1,37	1,05	0,00	6,17	8,97	640,67	536,67	3,10

A1- água do açude.; A2- Efluente+ água do açude; A3= Efluente bruto.

**Tabela 2:** Primeira análise microbiológica das águas utilizadas na irrigação da beterraba, Sousa/PB, 2014.

Fonte de água	Data	CT a 35 <sup>0</sup> C NMP100 <sup>-1</sup> ml	CF a 45 <sup>0</sup> C NMP100 <sup>-1</sup> ml	<i>E. Coli</i>
A1	22/08/2014	>1,1x10 <sup>3</sup>	6,1	- (Negativo)
A2	22/08/2014	>1,1x10 <sup>3</sup>	>1,1x10 <sup>3</sup>	-
A3	22/08/2014	>1,1x10 <sup>3</sup>	>1,1x10 <sup>3</sup>	-

A1- água do açude; A2- Efluente+ água do açude; A3- Efluente bruto, CT- Coliformes totais, CF- Coliformes fecais, NMP- Número mais provável por 100ml.

**Tabela 2.1:** Segunda análise microbiológica das águas utilizadas na irrigação da beterraba, Sousa/PB, 2014.

Fonte de água	Data	CT a 35 <sup>0</sup> C NMP100 <sup>-1</sup> ml	CF a 45 <sup>0</sup> C NMP100 <sup>-1</sup> ml	<i>E. Coli</i>
A1	01/09/2014	>1,1x10 <sup>3</sup>	<3	- (Negativo)
A2	01/09/2014	>1,1x10 <sup>3</sup>	1,1x10	-
A3	01/09/2014	>1,1x10 <sup>3</sup>	3,8x10	-

A1- água do açude; A2- Efluente+ água do açude; A3- Efluente bruto, CT- Coliformes totais, CF- Coliformes fecais, NMP- Número mais provável por 100ml.

**Tabela 2.2:** Terceira análise microbiológica das águas utilizada na irrigação da beterraba, Sousa/PB, 2014.

Fonte de água	Data	CT a 35 <sup>0</sup> C NMP100 <sup>-1</sup> ml	CF a 45 <sup>0</sup> C NMP100 <sup>-1</sup> ml	<i>E. Coli</i>
A1	17/10/2014	6,1	<3	- (Negativo)
A2	17/10/2014	>1,1x10 <sup>3</sup>	3,6x10	-
A3	17/10/2014	>1,1x10 <sup>3</sup>	4,8X10	-

A1- água do açude; A2- Efluente+ água do açude; A3- Efluente bruto, CT- Coliformes totais, CF- Coliformes fecais, NMP- Número mais provável por 100ml.

**Tabela 2.3:** Teor de oxigênio dissolvido nas águas de irrigação da beterraba, Sousa/PB, 2014.

Fonte de água	OD mgL <sup>-1</sup>	OD no ponto de coleta do efluente mgL <sup>-1</sup>
A1	8,45	
A2	5,55	5,6
A3	0,7	

A1- água do açude; A2- Efluente+ água do açude; A3- Efluente bruto, OD- Oxigênio dissolvido.

### 3.4- Análise química e física do solo

Antes da instalação do experimento foi realizado a coleta da amostra simples do solo na profundidade de 0 – 20 cm e misturado formando amostra composta para realização das análises física e química conforme metodologia da EMBRAPA (1997), sendo analisado no laboratório de análise de solo, água e planta pertencente ao IFPB- *Campus* de Sousa, conforme resultado das análises química e física na tabela 3 e 4.

**Tabela 3:** Caracterização química do solo que foi utilizado no experimento, Sousa/PB, 2014.

pH	CEes H <sub>2</sub> O	P mgdm <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	SB	CTC	V%	MO gKg <sup>-1</sup>	PST %
-----Cmolc/dm <sup>-3</sup> -----													
7,3	1,45	927	0,74	0,09	8,0	2,9	0,0	0,0	11,73	11,73	100	25,22	<1

**Tabela 4:** Caracterização física do solo, Sousa/PB, 2014.

Granulométrica	Dens.		Poros.	Umidade			Água	Argila	Grau de	Classe
	Apar.	Real	Total	MPa			disp.	natural	floculação	Textual
	g.cm <sup>3</sup>		m <sup>3</sup> m <sup>3</sup>				gKg <sup>-1</sup>	gKg <sup>-1</sup>	gkg <sup>-1</sup>	
Areia Silte Argila				0,01	0,033	1,5				
-----gKg <sup>-1</sup> -----				-----gKg <sup>-1</sup> -----						
675 237 88	1,46	2,72	0,86	138	120	58	80	25	716	Franco- Arenoso

### 3.5- Preparo do solo

O solo foi preparado mecanicamente utilizando grade de disco e os canteiros (parcelas) preparados manualmente nas dimensões de 1m X 1m com 20cm de altura, adicionando-se 8Kg de esterco bovino curtido por canteiro com espaçamento entre as parcelas de 50cm conforme apresentado na (Figura 2). Após o preparo dos canteiros os mesmos foram irrigados duas vezes ao dia utilizando-se uma média de 2,5L de água por irrigação, durante sete dias consecutivos para posterior semeio das sementes de beterraba.

**Figura 2:** preparo das parcelas experimentais (Fonte: o autor)



### 3.6- Cultivar e semeio

O semeio foi realizado em 26 de agosto de 2014, utilizando a cultivar *Early wonder*, por ser uma cultivar, muito utilizada pelos produtores locais e que tem uma boa adaptação à região, além de ser permitido o cultivo durante o ano todo. Os frutos desta cultivar possuem formato globular com coloração vermelho intenso e ciclo curto, variando de 60 – 70 dias. Foram colocadas três sementes por cova espaçado 25 cm entre fileira e 20 cm entre plantas, totalizando 20 plantas por parcela. A germinação ocorreu entre o 5º ao 7º dia após o semeio (DAS), após 15 (DAS) realizou-se um desbaste, deixando-se apenas uma planta, a mais vigorosa por cova. A área útil da parcela foi constituída por duas linhas centrais, totalizando 6 plantas no interior da parcela, excluindo-se a bordadura.

### 3.7-Tratos culturais

#### 3.7.1- Adubação, capina, escarificação e Controle fitossanitário

A fonte de Nitrogênio empregado foi o sulfato de amônio, sendo aplicada metade da dose aos 17 dias e o restante aos 40 dias após a sementeira, conforme recomendação para adubação em cobertura para beterraba do Estado de Pernambuco (CEFS-PE, 2008).

O controle das ervas daninhas foi realizado através de capinas manuais seguido de escarificação para descompactação do solo, pelo motivo da irrigação por regadores manuais causar a compactação excessiva do solo, e para o controle de pragas como cochonilha foi utilizado calda de fumo com detergente, extrato de NIM e Rot-nim com aplicação intercalada a medida que percebia a intensidade do ataque da praga nas quantidades de 200 ml de calda de fumo com 100 ml de detergente neutro, 100ml do extrato de NIM e 120ml do Rot-nim para 20L de água, utilizando separadamente a cada pulverização e para o controle preventivo da mancha de *Cercospora* (*Cercospora beticola*) (Figura 3) e fungos foram feitas duas pulverizações com oxiclreto de cobre, utilizando 2,5g/L de água aplicado aos 25 e 40 DAS à base da planta para prevenção do fungo.

Ente os 45 e 50 dias após o plantio, principalmente nos tratamentos A1D3 e A1D4 que receberam as doses mais elevadas de N, apresentaram sintomas da cercosporiose ou mancha das folhas (Figura 3), segundo Tivelli et al. (2011) é a principal doença fúngica da beterraba no Brasil e com a ocorrência generalizada desta doença pode representar uma redução na produtividade de 15% a 45%.

**Figura3:** Folhas de beterraba com sintomas da cercosporiose (Fonte: o autor).



### **3.7.2- Irrigação**

As irrigações foram realizadas diariamente duas vezes ao dia, utilizando regadores manuais, geralmente ente às 7:30 às 9:00h e às 15:30 às 17:00. A quantidade de água aplicada foi baseada na capacidade de campo, com volume aplicado até o vigésimo dia após o semeio girando em torno de 2,5L/água/m<sup>2</sup>/irrigação, após esse período passou a empregar uma quantidade de 4L/água/m<sup>2</sup>/irrigação, mantendo-se até a colheita.

## **3. 8- Características avaliadas**

### **3.8.1- Avaliação do crescimento aéreo da cultura**

As plantas da área útil foram identificadas e acompanhadas o desenvolvimento aéreo das mesmas aos 24, 44, 55 e 64 dias após o semeio (DAS), por meio da contagem do número de folhas e a medição da altura, tomando como base a medida da superfície do solo até o ápice da folha mais nova com auxílio de régua graduada.

### **3.8.2- Coleta das folhas para determinação dos teores de NPK**

Seguindo as recomendações de Tivelli et al. (2011) aos 48 DAS procedeu-se a coleta de uma folha mediana em cada planta da área útil para avaliação do estado nutricional. As folhas foram levadas ao laboratório de solos e plantas do IFPB onde foram realizadas as devidas análises, após serem lavadas, enxutas e secas em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C por 72 horas até atingir peso constante, posteriormente trituradas no moinho do tipo wiley, pesando-se porções de 0,5 g de massa seca (MS) das quais foram utilizadas para determinação do teor de N, P e K, conforme metodologia desenvolvida por Malavolta, 1997.

### 3.8.3- Massa fresca e seca da parte aérea

Aos 65 DAS procedeu-se a colheita, avaliando-se massa fresca e seca da parte aérea e produtividade de todas as plantas da área útil.

As folhas das seis plantas úteis de cada parcela foram separadas da raiz tuberosa no momento da colheita e acondicionadas em sacos de papel previamente identificados, pesadas para obtenção da massa fresca, em seguida levada a estufa de circulação forçada de ar a 65<sup>0</sup>C até atingir o peso constante para determinação da massa seca (Figura 4).

**Figura 4:** Secagem das folhas da beterraba (Fonte: o autor)



### 3.8.4- Diâmetro e peso do tubérculo da beterraba

Todos os frutos da área útil foram identificados, lavados, secos e posteriormente pesados em balança semi-analítica para quantificar a produtividade e medido o diâmetro transversal e longitudinal com o auxílio de paquímetro digital, (Figura 5).

**Figura 5:** Medição do diâmetro da beterraba (Fonte: o autor).



### 3.8.5- Determinação dos teores de sólidos solúveis (Brix), pH, acidez em ácido cítrico e acidez total

Para determinação do Brix, pH, acidez em ácido cítrico e acidez total, seguiu a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL 2008). As beterrabas foram descascadas, cortadas em pequenos cubos e trituradas em liquidificador e posteriormente prensadas em peneira de nylon com tela de 1mm para extração do sumo. Do sumo extraído, era colocadas duas a três gotas em refratômetro portátil digital (Minolta), realizando-se a leitura em seguida (Figura 6). Para medir o pH utilizou-se o sumo extraído da mesma forma para o Brix, o suco era colocado em Becker, onde determinava-se em leitura direta utilizando peagâmetro digital (Figura 6).

Para a quantificação da acidez em ácido cítrico e acidez total, a beterraba era triturada no liquidificador, da qual utilizou-se 10g pesando em Becker de 250ml, no qual foi adicionado 100ml de água destilada, deixando em repouso por 15 minutos, em seguida filtrava utilizando papel de filtro em erlemeyer de 150ml, posteriormente titulado com NaOH 0,1M, com o auxílio de peagâmetro digital até o pH atingir 8,2.

**Figura 6:** Medição do Brix e pH (Fonte: o autor)



### 3.8.6- Análises microbiológicas

Os frutos foram avaliados quanto aos parâmetros microbiológicos, conforme metodologia APHA (2005) para determinação de coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF) e *Salmonella* spp. As beterrabas foram submetidas à análise de três formas, tais como: lavagem comercial (LC), ou seja, lavando-se apenas para retirar a terra aderida após a colheita; lavagem em água corrente e sanitizada (LACS) em água clorada a 100 ppm de hipoclorito de sódio por 30 minutos e além de sanitizada outra amostragem foi descascadas (LACSD). Após seleção das amostras da beterraba, as mesmas foram cortadas em pequenos cubos e trituradas em liquidificador, retirando uma alíquota para determinar o número mais

provável por grama (NMPg<sup>-1</sup>) em CT e CF e a presença ou ausência de *Salmonella* spp, conforme metodologia citada.

### **3.8.7- Atributos químico do solo após experimento**

No final do experimento realizou-se amostragem do solo na profundidade de 0 – 20cm para determinar os seguintes atributos: pH (H<sub>2</sub>O), CE (dSm<sup>-1</sup>) P (mg.dm<sup>-3</sup>), K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, AL<sup>3+</sup>, H<sup>+</sup>+Al<sup>+3</sup>, SB, CTC (cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>), V(%), MO(g.Kg<sup>-1</sup>) e PST(%), conforme a metodologia da Embrapa (1997). De posse dos resultados foram discutidos de forma comparativa entre os tratamentos.

### **3.9- Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância quando significativo utilizando o teste Tukey ao nível (P<0,05) para comparação das médias, utilizando-se o programa estatístico SAEG (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). Para efeito do fator doses de N, foi realizada Análise de Regressão Polinomial.

## 4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Altura de planta

Para interação tipos de água/doses de N, para a variável altura das plantas foi observada diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de F, (Tabela 5), com maior crescimento da planta da beterraba verificado quando empregou água de açude (A1) na dose 0% em comparação aos tratamentos que foram irrigados com efluente diluído (A2) e bruto (A3) em todos os períodos de avaliação, ou seja, aos 24, 44, 55 e 64 DAS. Ao empregar doses 30, 60, 90 e 120% de N (3, 6, 9 e 12g/m<sup>2</sup> N), observa-se que a partir dos 55 DAS, as plantas que foram irrigadas com A2 e A3 apresentaram maior crescimento, embora não apresentassem diferença significativa com A1.

Ao analisar individualmente cada tipo de água para as doses de N, não foi verificado diferença significativa entre as doses de N quando se empregou A1 e A2 aos 24 e 44 DAS, com diferença observada a partir dos 55 DAS, (Tabela 5), sendo que ao utilizar A3, maior altura de plantas foi verificada ao empregar 90% (9g/m<sup>2</sup> N) da recomendação de adubação nitrogenada para a cultura da beterraba, embora não diferenciasse estatisticamente das doses de 60 e 120% N (6 e 12g/m<sup>2</sup> N), (Tabela 5).

Possivelmente o N contido no solo e no esterco bovino supriu a necessidade da cultura da beterraba ao ser irrigada com A1. Quando irrigada com A2 e A3 maior altura foi verificado quando aplicou doses de N recomendada para a cultura nas proporções de 30, 60, 90 e 120% (3, 6, 9 e 12g/m<sup>2</sup> de N), sendo que, melhor resultado foi verificado para A3 quando empregou +-90% (9g/m<sup>2</sup>) da adubação nitrogenada, percebendo-se que para compensar a baixa qualidade da água (Tabela 1), é necessário utilizar dose de N recomendada para a cultura da beterraba conforme a recomendação para adubação em cobertura para beterraba do Estado de Pernambuco (CEFS-PE-2008). Pelo exposto a resposta da beterraba à adubação com N nas águas A2 e A3 pode estar relacionada à adição de materiais orgânicos ao solo, fazendo com que os microrganismos recorressem ao N inorgânico disponível para manter o crescimento da população microbiana, com isso causando a imobilização, tornando o N indisponível para a planta (NOVAIS et al., 2007).

Os resultados encontrados neste trabalho são superiores aos expostos por Barcelos (2010), que trabalhando com fertirrigação com a cultivar de beterraba Early Wonder alcançou valores médios de 32 a 34 cm aos 60 DAT. Assim, tais resultados asseguram que não ocorreu limitação do desenvolvimento das plantas ocasionadas pelo efluente bruto e diluído, visto que,

os valores da altura das plantas foram superiores aos encontrados pelo autor anteriormente citado aos 55 e 64 DAS.

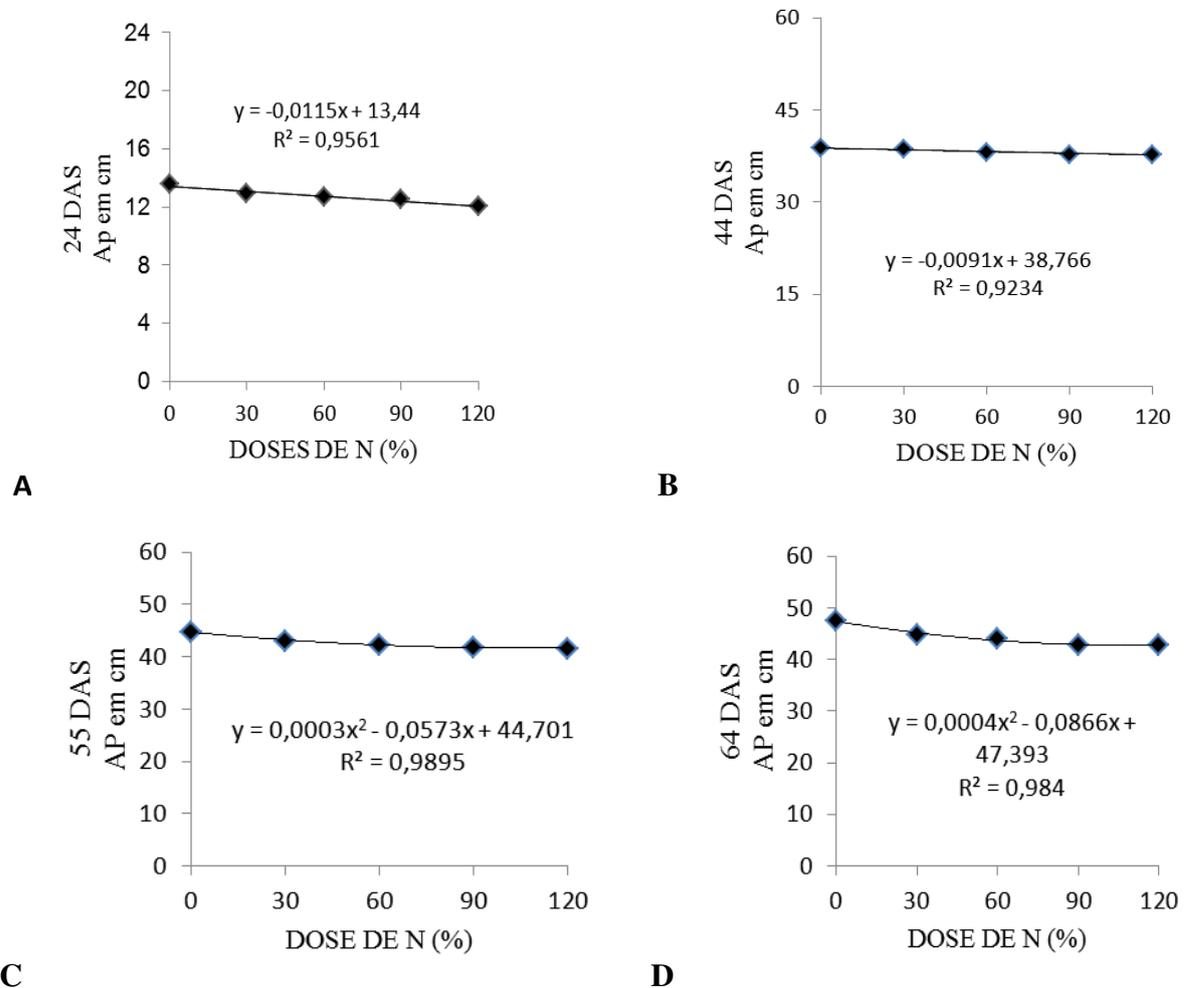
**TABELA 5:** Dados médios de Altura de planta aos 24, 44, 55 e 64 dias após o plantio da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.

Doses de N	Tipo de água		
	A1	A2	A3
<b>----- 24 DAS -----</b>			
0	13,56A a	10,15B a	10,01B b
30	12,93A a	11,11B a	10,22B b
60	12,71A a	11,79AB a	10,46B ab
90	12,51A a	11,46A a	12,06A a
120	12,05A a	10,54A a	10,64A ab
CV (%)	7,8		
<b>----- 44 DAS -----</b>			
0	38,76A a	34,10B a	30,03C c
30	38,61A a	35,53B a	31,66C bc
60	38,13A a	34,78B a	32,37B bc
90	37,79A a	34,93B a	36,31AB a
120	37,80A a	34,58B a	33,79B abc
CV (%)	4,1		
<b>----- 55 DAS -----</b>			
0	44,79A a	38,99B b	36,56C c
30	43,03A ab	44,40A a	38,72B bc
60	42,28AB ab	44,04A ab	40,97B abc
90	41,84A ab	42,95A ab	42,26A a
120	41,61A b	41,59A ab	40,23A abc
CV (%)	3,5		
<b>----- 64 DAS -----</b>			
0	47,52A a	41,47B bc	38,19C c
30	44,80A b	45,98A a	38,80B c
60	43,96A b	45,05A abc	43,44A ab
90	42,82B b	44,37AB abc	45,82A a
120	42,80A b	43,10A bc	41,87A b
CV%	3,09		

As médias seguidas por letras iguais maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para altura de planta demonstra um ajuste linear decrescente, com o aumento das doses de N realizada aos 24, 44, 55 e 64 DAS irrigado com A1 (água do açude) (Figuras 7 A, B, C e D). Observa-se que o crescimento da beterraba foi influenciado pelas doses menores de nitrogênio, o tratamento que não recebeu N (Dose 0) proporcionou maior crescimento das plantas, com decréscimo a partir da dose de 30% de N ( $3\text{g/m}^2$ ). Este desempenho possivelmente ocorreu devido ao excesso de nitrogênio disponível no solo, o qual apresentou altos teores de P, K e principalmente matéria orgânica. Em razão do elevado teor inicial de matéria orgânica no solo, na ordem de  $25,22\text{ gKg}^{-1}$  (Tabela 3), o que pode ter proporcionado acúmulo de N no solo com adição do N sintético ocasionando uma intoxicação por parte do elemento na cultura e conseqüentemente menor desenvolvimento da planta, que segundo Kvet

et al., (1971) o excesso de N causa o desequilíbrio de outros nutrientes envolvidos no processo de absorção. De acordo Jacob Neto (1998), diversas hipóteses têm sido levantadas para explicar este efeito danoso nas culturas por elevados teores de N no solo como diminuição de carboidratos e toxidez por nitrito.

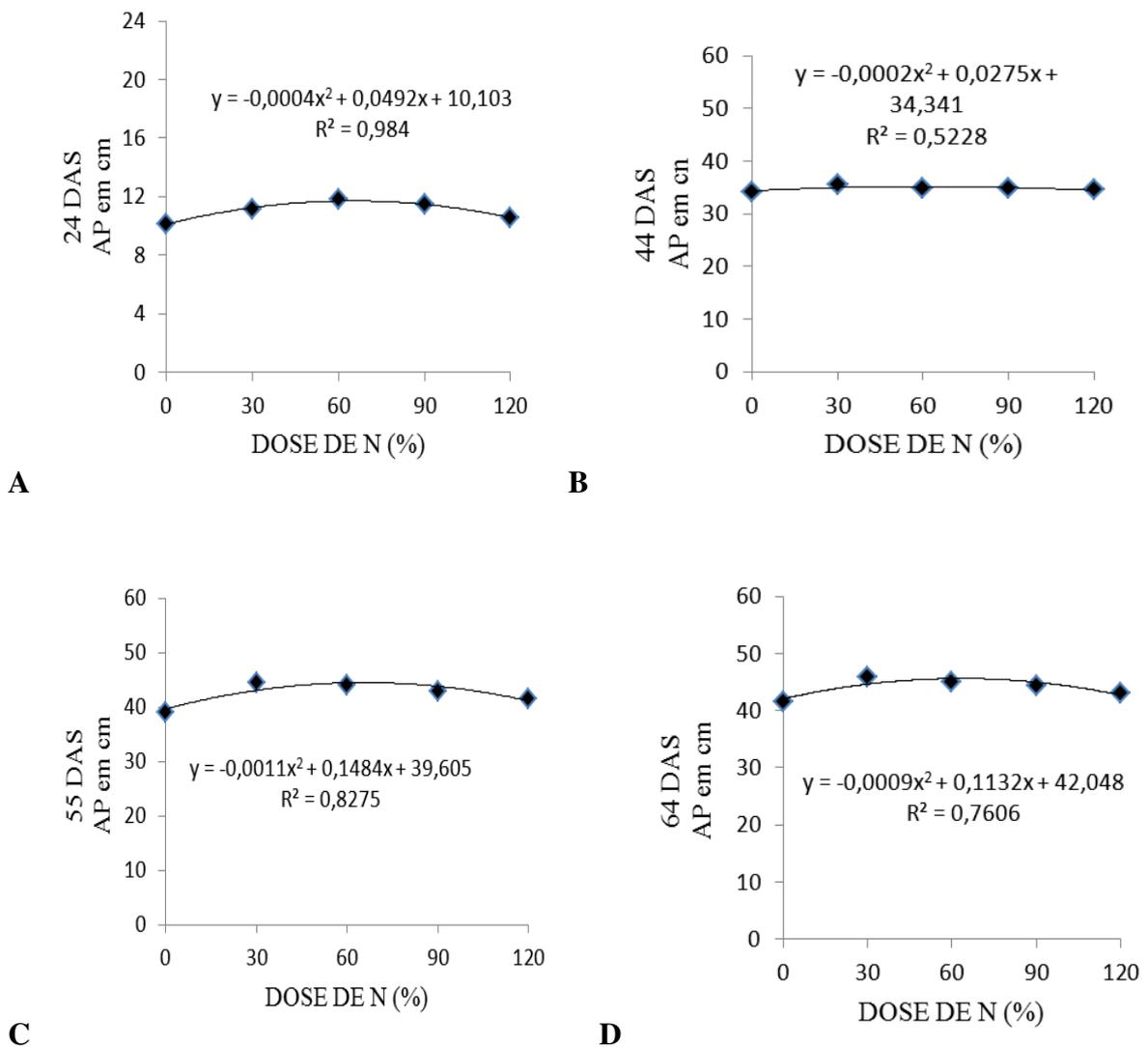


**Figura 7:** Dados médios de Altura de planta em cm aos 24 (A), 44 (B) 55 (C) e 64 (D) dias após o semeio da beterraba em função das doses de N e irrigada com A1 (água de açude), Sousa-PB, IFPB, 2014.

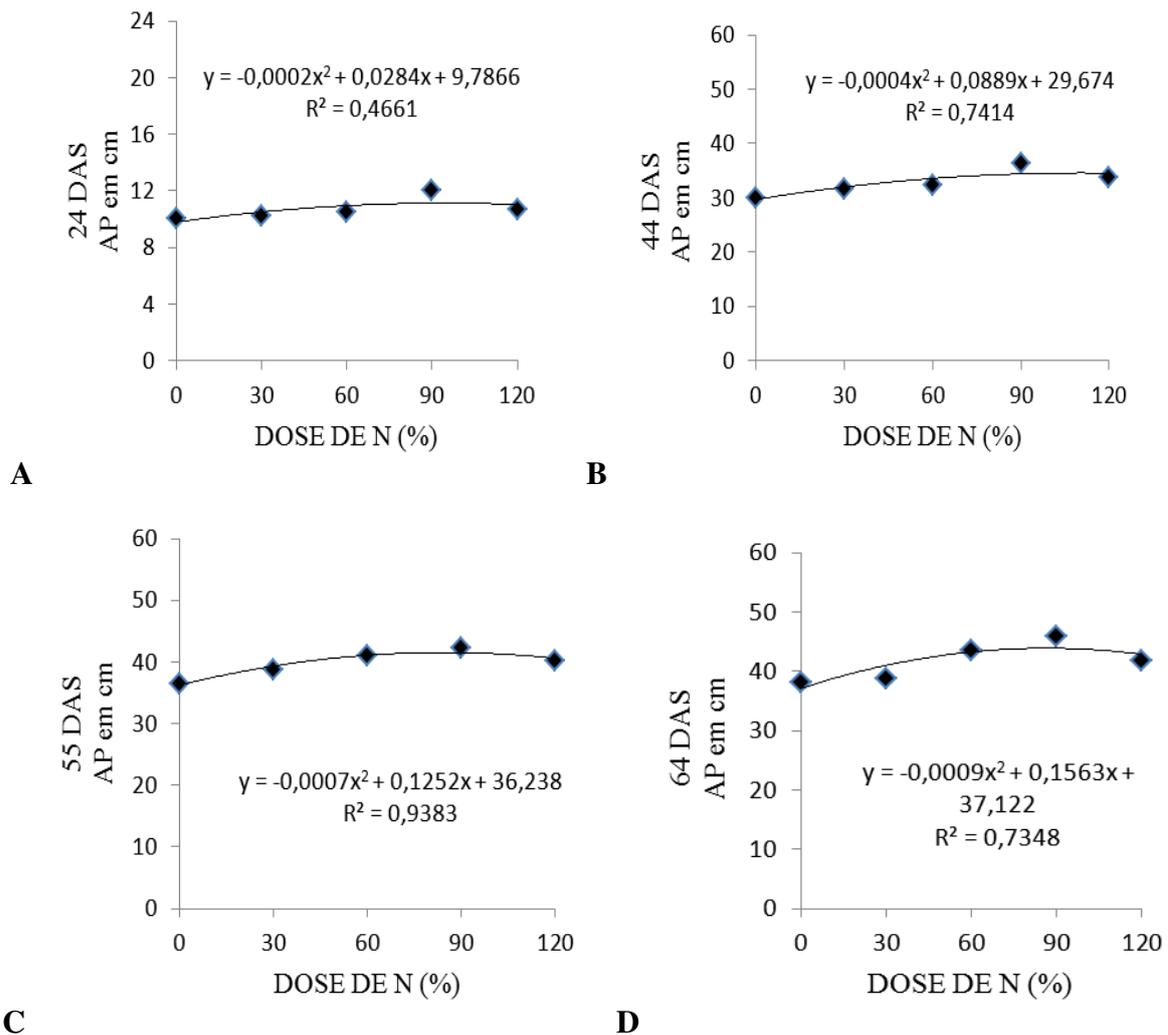
A beterraba Irrigada com A2 (efluente diluído) e A3 (efluente bruto) a altura da planta apresenta dados que se ajustaram ao modelo de regressão quadrática. No tratamento que foi irrigado com A2 a dose de 60% ( $6g/m^2$ ) promoveu maior crescimento na primeira avaliação, sendo que a partir da segunda avaliação da cultura observa-se maior altura de planta ao empregar 30% ( $3g/m^2$ ) da dose N, (Figura 8 A, B, C e D), com redução na altura de planta até a maior dose de N, apresentando como dose máxima de  $44,64Kgha^{-1}$  e dose ótima de  $62,89Kgha^{-1}$  de N para o crescimento da planta aos 64 DAS. Ao empregar A3 maior altura foi observada com a dose de 90% ( $9g/m^2$ ) de N (Figura 9 A, B, C e D), decrescendo, na dose de

120% ( $12\text{g/m}^2$ ), em avaliação realizada aos 24, 44, 55 e 64 DAS, com dose de máxima eficiência de  $43,90$  e dose ótima de  $86,83\text{Kgha}^{-1}$  de N.

As doses de 30 e 90% de N gerou maior crescimento da beterraba quando irrigada com água residuária diluída e bruta, resultados que divergem dos encontrados por Ferreira et al. (2005) que ao empregar água residuária e doses de N, constatou que o fator dose de nitrogênio não foi significativo com o uso da água residuária sobre o crescimento e produção do algodão herbáceo, confirmando que o nitrogênio presente neste tipo de água foi suficiente para o aumento da produtividade, para as condições de solo e clima estudados.



**Figura 8:** Dados médios de Altura de planta em cm aos 24 (A), 44 (B) 55 (C) e 64 (D) dias após o semeio da beterraba em função das doses de N e irrigada com A2 (efluente diluído), Sousa-PB, IFPB, 2014.



**Figura 9:** Dados médios de Altura de planta em cm aos 24 (A), 44 (B) 55 (C) e 64 (D) dias após o semeio da beterraba em função das doses de N e irrigada com A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.

## 4.2- Número de folhas

De acordo com os resultados expostos na (Tabela 6), o número de folhas manteve-se crescente até o final do ciclo aos 64 DAS, porém não houve interação significativa entre os fatores aos 24, 44 e 64 DAS.

**TABELA 6:** Dados médios de número de folhas aos 24, 44 e 64 dias após o plantio da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.

Tipo de água	24 DAP	44 DAP	64 DAP
A1	3,90a	9,15a	11,22a
A2	3,71a	9,35a	11,44a
A3	3,90a	8,90a	11,70a
CV(%)	9,05	7,26	7,15

As médias seguidas por letras iguais na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Nota-se que o número de folhas para ambos os tratamentos mostrou-se uniforme até aproximadamente a sexta semana do ciclo da cultura, não havendo diferença significativa entre os tipos de água utilizada nas irrigações combinada com as doses de N (Tabela 6). Os resultados encontrados as 24, 44 e 64 DAS corroboram com os encontrados por Silva (2012) que trabalhando fertirrigação e controle da salinidade no cultivo de beterraba em ambiente protegido não encontrou diferença no número de folhas na beterraba na cultivar Early Wonder.

Aos 55 DAS os tratamentos apresentaram efeito significativo no fator dose/tipos de águas para os números de folhas utilizando a dose de 120% (12g/m<sup>2</sup>) de N irrigado com A3 com média de 11,76 folhas por plantas, seguida pela A1 e A2 com médias de 10,47 e 10,32 folhas por plantas, respectivamente, conforme resultados expostos na (Tabela 7).

**TABELA 7:** Dados médios do número de folhas aos 55 dias após o semeio da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.

DOSE DE N	Tipo de água		
	A1	A2	A3
0	10,98A a	10,10A a	10,33A b
30	10,85A a	10,33A a	10,30A b
60	10,85A a	11,34Aa	11,16A ab
90	10,60A a	10,63A a	11,63A ab
120	10,47B a	10,32B a	11,76A a
CV (%)	5,92		

As médias seguidas por letras iguais maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Barreto et al. (2013) as folhas da beterraba podem funcionar como fonte ou dreno para a raiz, sendo um parâmetro importante a ser avaliado. Analisando o número de folhas da beterraba nos tratamentos que foram irrigados A2 na ausência do N e com A3 na dose 0 e 30% de N (Tabela 7) e, comparando com o peso do fruto nas referidas águas e doses de N (Tabela 12), conclui que as folhas funcionaram como dreno.

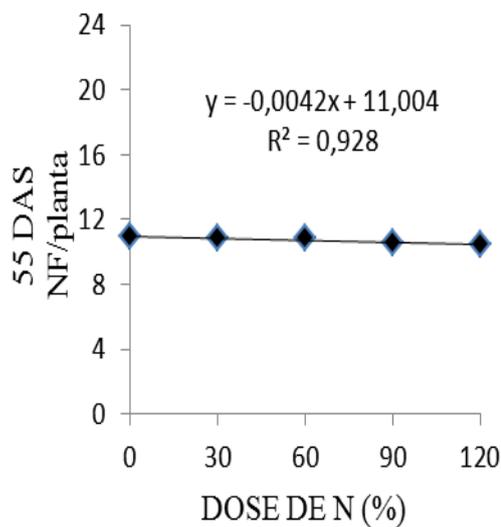
Baumgartner et al. (2007) cultivando alface irrigada com água limpa e água residuária de atividades agroindustriais também encontraram maior número de folhas por planta para os tratamentos que foram irrigadas com água residuária, com diferença significativa a 1% de probabilidade, em todos os ciclos, assim como Pinto (2011), dados parecidas ao deste trabalho ao utilizar água residuária aplicando 120% da dose de N.

Segundo Pereira et al. (2012) o número de folhas e altura de plantas de alface foi maior nos tratamentos que receberam a dose de 60L de efluente, com maiores valores que as demais e as plantas que receberam a dose de 40 L se assemelharam as demais doses utilizadas no experimento.

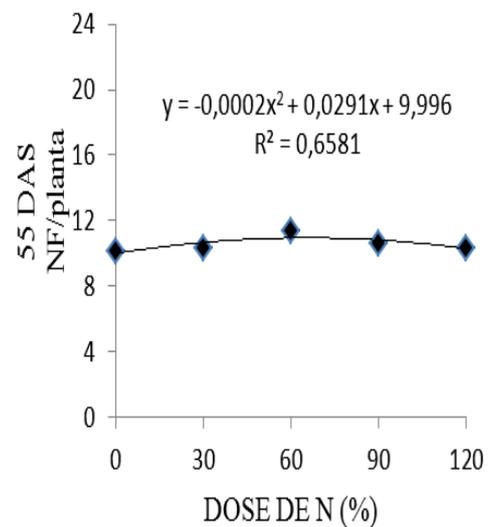
Segundo Damasceno et al. (2011) as plantas de beterraba que receberam maiores doses de N, apresentaram maior número e largura das folhas, culminando com o aumento do seu índice de área foliar. Divergindo dos resultados expostos neste trabalho onde não foi observada diferença significativa para o número de folhas aos, 24, 44 e 64 DAS para os tratamentos que receberam A1, A2 e A3 com níveis de 0, 30, 60, 90% de N respectivamente, apresentando diferença somente aos 55 DAS para o número de folhas no tratamento ao empregar 120% da dose de N, (Tabela 7).

Para Bastos et al. (2003) o esgoto sanitário pode apresentar teores de macronutrientes satisfatórios para atender a demanda da maioria das culturas, porém, por outro lado, existe a necessidade de adequado manejo agrônômico, pois nutrientes em excesso, especialmente o nitrogênio, podem comprometer a produtividade e a qualidade das culturas.

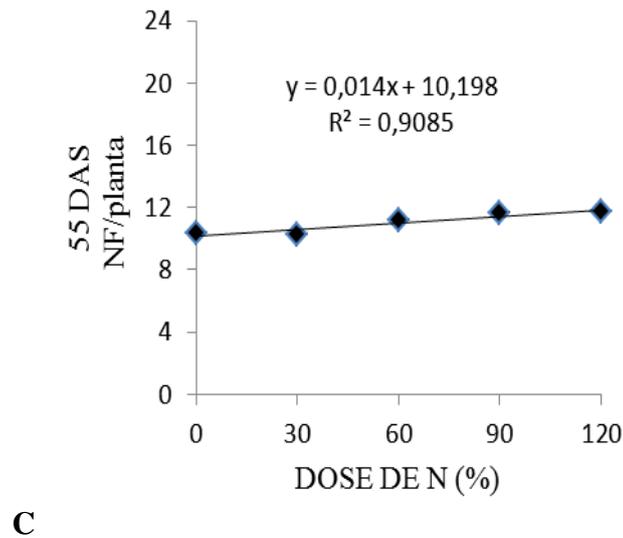
Analisando o fator dose de N, observa-se que o número de folhas aos 55 DAS demonstra-se um ajuste linear decrescente para A1 (água do açude), e crescente A3 (efluente) com o aumento das doses de N (Figuras 10 A e C), ao analisar os dados apresentados pela A2 (efluente diluído) vê-se ajuste ao modelo de regressão quadrática, aumentando até a dose de 60% ( $6\text{g/m}^2$ ) com decréscimo a até dose máxima testada (Figura 10 B).



A



B



**Figura10:** Dados médios do número de folhas por planta aos 55 dias após o semeio da beterraba em função das doses de N e da água de irrigação, A-A1(água de açude), B-A2 (efluente diluído) C-A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.

Alves et al. (2008) analisando o desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes constatou que a omissão de N foi a que afetou mais intensamente a altura e número de folhas da planta de beterraba, a 30% e 39% dos valores obtidos com as plantas em solução completa. Neste trabalho o tratamento (A3D4) que foi irrigado com efluente bruto utilizando-se maior dose de N, aos 55 DAS apresentou maior número de folhas, comparando-se com os resultados de Alves et al. (2008), ocorrendo provavelmente maior disponibilidade de N para a cultura da beterraba neste período.

Dentre os nutrientes requeridos pela beterraba, o nitrogênio é extraído do solo em maiores quantidades, desempenhando papel fundamental no crescimento, Segundo Malavolta et al., (1997), este elemento, além de fazer parte da estrutura de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas, coenzimas, vitaminas, pigmentos e produtos secundários, participa de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular, os quais interferem direta ou indiretamente no desenvolvimento da planta, o que pode ter acarretado maior produção de folhas nas plantas de beterraba ao irrigar com A3 na maior dose de N (Figura 10 C).

### 4.3- Análise nutricional

A análise química das folhas permite fornecer a interpretação sobre o estado nutricional da cultura. No caso da beterraba, segundo Tivelli et al. (2011), recomenda-se a amostragem durante o desenvolvimento das plantas, preferencialmente entre 40 e 60 DAP.

Em avaliação realizada aos 48 DAS, os teores de N e P encontrados nas folhas da beterraba mantiveram muito próximo entre os tratamentos, não apresentando diferença significativa entre os fatores estudados, (tipos de água/doses de N).

**TABELA 8:** Dados médios dos teores de N e P g/ Kg na Massa seca (MS) nas folhas da beterraba realizada aos 48 DAS irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.

Tipo de água	N e P	
	g/kg	
A1	48,99a	1,83 a
A2	45,62a	1,88 a
A3	47,29a	1,88 a
CV(%)	9,14	6,66

As médias seguidas por letras iguais na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Trani et al. (1997) faixas de teores adequados de N e P em folhas de beterraba é de 30 a 50gKg<sup>-1</sup>N e de 2 a 4gKg<sup>-1</sup>P. O N se encontrou dentro do intervalo recomendado, apresentando-se bem próximo do limite máximo aconselhado por Trani et al. (1997), e o P ficou um pouco abaixo do limite mínimo recomendado para a cultura, nas três águas empregadas na irrigação combinada com as doses de N. Este fato corrobora com a conclusão de (KVET et al. 1971), que o excesso de N causa o desequilíbrio de outros nutrientes, a exemplo do P, o qual apresentou baixo conteúdo nos tecidos foliares da beterraba.

Duarte (2006) irrigando pimentão com água residuária e dois níveis de adubação nitrogenada encontrou diferença significativa nos teores de N nas folhas de pimentão apenas entre os tratamentos com e sem N, porem entre as doses não diferiram entre si, bem como para P nos tecidos foliares não apresentaram diferença significativa na interação água residuária e níveis de adubação, resultados que se comparam com os encontrados neste trabalho.

Trani et al. (2005), Damasceno et al. (2011) observaram maior teor de N-NO<sub>3</sub> nas folhas de beterraba apresentando resposta linear ao incremento de doses de N aplicada. Esses dados divergem dos encontrados nesta pesquisa, não demonstrando diferença significativa no teor de N nas folhas.

Baumgartner et al. (2007) cultivando alface irrigada com águas residuárias de atividades agroindustriais, não observou diferença significativa nas médias das concentrações dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe e B, na parte aérea da alface, quando submetidos aos tratamentos com água de poço, ao reutilizar água de piscicultura e água de estabilização de dejetos suínos.

Os teores de K diferiram estatisticamente entre si a níveis de 5% para os dois fatores observados. Entre os tipos de água, o tratamento que foi irrigado com A1 apresentou maior teor de K nos tecidos foliares comparado a A2 nas doses 0 e 30% ( $3\text{g/m}^2$ ) de N e em todas as doses para A3, sendo que a A1 e A2 na dose 60% apresentou resultado estatisticamente iguais e a partir da dose 90% a A2 acumulou maior conteúdo de K nos tecidos foliares, enquanto a A3 apresentou menores médias para K em todas as dose de N (Tabela 9).

Avaliando individualmente cada tipo de água para todas as doses de N, observa-se que tanto a A1 como A2 apresentou maior teor de K nas folhas na ausência do N (dose 0) em comparação às demais doses, já a A3 não apresentou diferença significativa em todas as doses avaliadas (Tabela 9).

Segundo Trani et al., (1997) a faixa de K adequados nas folhas da beterraba é de 20 a  $40\text{gKg}^{-1}$ , baseado nesta referência para os três tipos de águas de irrigação combinadas com todas as doses de N, observa que os tratamentos proporcionaram um teor de K bem superior ao limite máximo adequado estimado pelos autores, concluindo-se que apesar da beterraba ser irrigado com água residuária bruta, não afetou o estado nutricional da cultura para esta variável, tendo em vista os resultados apresentado para este nutriente (Tabela 9).

**TABELA 9:** Dados médios dos teores de K g/Kg de Massa seca (MS) nas folhas da beterraba aos 48 DAS irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.

Dose de N	Tipo de água		
	A1	A2	A3
0	78,60 A a	67,91B a	50,67C a
30	74,90 A b	63,28B b	51,28C a
60	62,56 A c	62,23A b	52,01B a
90	59,71B d	62,96A b	52,25C a
120	58,42B d	62,76A b	52,54C a
CV%	2,28		

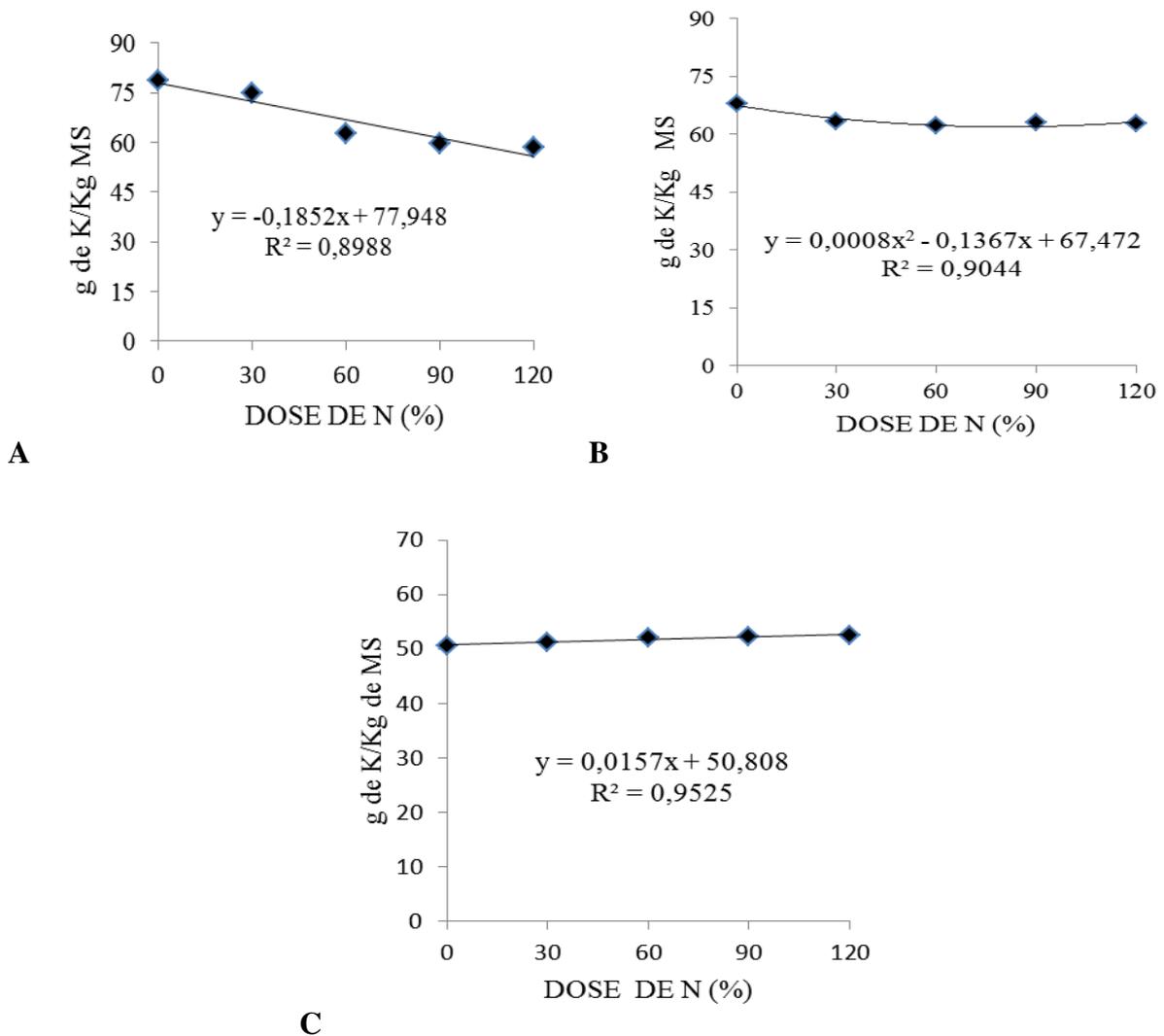
As médias seguidas por letras iguais maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em trabalho avaliando contaminação do lençol freático e cultivo de alface irrigado com água residuária, Pinto (2011) observou que no 1º ciclo a água de abastecimento apresentou maiores valores para todos os nutrientes, mas com diferença significativos apenas para K, dados que se assemelham com o deste trabalho, logo no 2º e 3º ciclos não ocorreu diferença significativa para nenhum nutriente.

Na (Figura 11, A e B), observa-se que à medida que aumentou a dose de N, os teores de K demonstraram um ajuste linear decrescente para os tratamentos que receberam A1 (água do açude), e A2 (efluente diluído), o conteúdo de K reduziu de forma linear à medida que se

aplicou nitrogênio (figura 11B), ocorrendo praticamente uma estabilização a partir dos 30% em diante.

Na (figura 11C), o tratamento que utilizou A3, observa-se um aumento linear no teor de K nas folhas da beterraba conforme se aumentava as dose de N, com maior teor na dose de 120% (12g/m<sup>2</sup>) de N.



**Figura 11:** Dados médios do teor de K nas folhas da beterraba em função das doses de N e da água de irrigação A- A1 (água de açude), B-A2 (efluente diluído) e C-A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.

Segundo Malavolta et al. (1997) a diagnose foliar é uma técnica em que se analisam os teores dos nutrientes em determinadas folhas, em períodos definidos da vida da planta, e os compara com padrões nutricionais da literatura. As folhas são os órgãos que refletem melhor o estado nutricional da planta. Com base nesta informação, considerando-se os teores de N e K encontrado nas folhas da beterraba, avalia que os tipos de água não afetou o estado

nutricional da beterraba, quanto aos teores de P, alguns fatores como excesso de N e K encontrado nas folhas ou os tipos de água que apresentaram o baixo pH, altos teores sais podem ter limitado o conteúdo deste elemento na planta.

#### 4.4- Massa fresca da parte aérea da beterraba

Entre os tipos de água e as doses de N os resultados da massa fresca (MF) da parte aérea da beterraba apresentou diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5%, evidenciando que a cultura de beterraba respondeu de forma significativa aos tipos de água e doses de N, conforme os resultados exposto na (Tabela10).

A maior média 156.36 g de MF planta<sup>-1</sup>, foi obtida com A1, seguida pela A3, 129.86g planta<sup>-1</sup>, com menor valor para A2 com média de 124.92g planta<sup>-1</sup>, no tratamento sem aplicação de N com uma redução de 16,95 e 20,11% para o efluente bruto e diluído respectivamente. Comparando-se os mesmos tipos de água, quando aplicou N verifica-se que A2 proporcionou maior teor MF nas doses de 30% ou 3g/m<sup>2</sup>, superando a A1 e A3 em 14,4 e 21,2% seguindo a ordem, e ao utilizar A3, maior acúmulo de MF foi verificado ao empregar 90% ou 9g/m<sup>2</sup> de N com um percentual a mais 22,9 e 6,2% em relação a A1 e A2 respectivamente (Tabela 10).

A água residuária diluída demonstrou melhores resultados para matéria fresca quando suprida com N nas doses de 30 e 60%, enquanto a A3, com as maiores doses de N foi observado maior teor de massa fresca, assemelhando-se aos resultados apresentados para A1, quando não aplicou N (dose 0) (Tabela 10).

**TABELA 10:** Dados médios da massa fresca da parte aérea da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.

Dose de N	Tipo de água		
	A1	A2	A3
0	156,36A a	124,92C d	129,86B c
30	140,66B bc	160,94A a	132,74C c
60	136,30C bcd	156,78A ab	143,67B b
90	132,56C cd	153,39B b	162,88A a
120	130,22C d	135,81B c	143,18A b
CV%	1,89		

As médias seguidas por letras iguais maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Esses resultados divergem dos observados por Damasceno et al. (2011), que verificou aumento linear na produtividade da beterraba, e Shock et al. (2000), trabalhando com a beterraba açucareira, também observou aumento nas produtividades de massa fresca de raiz e

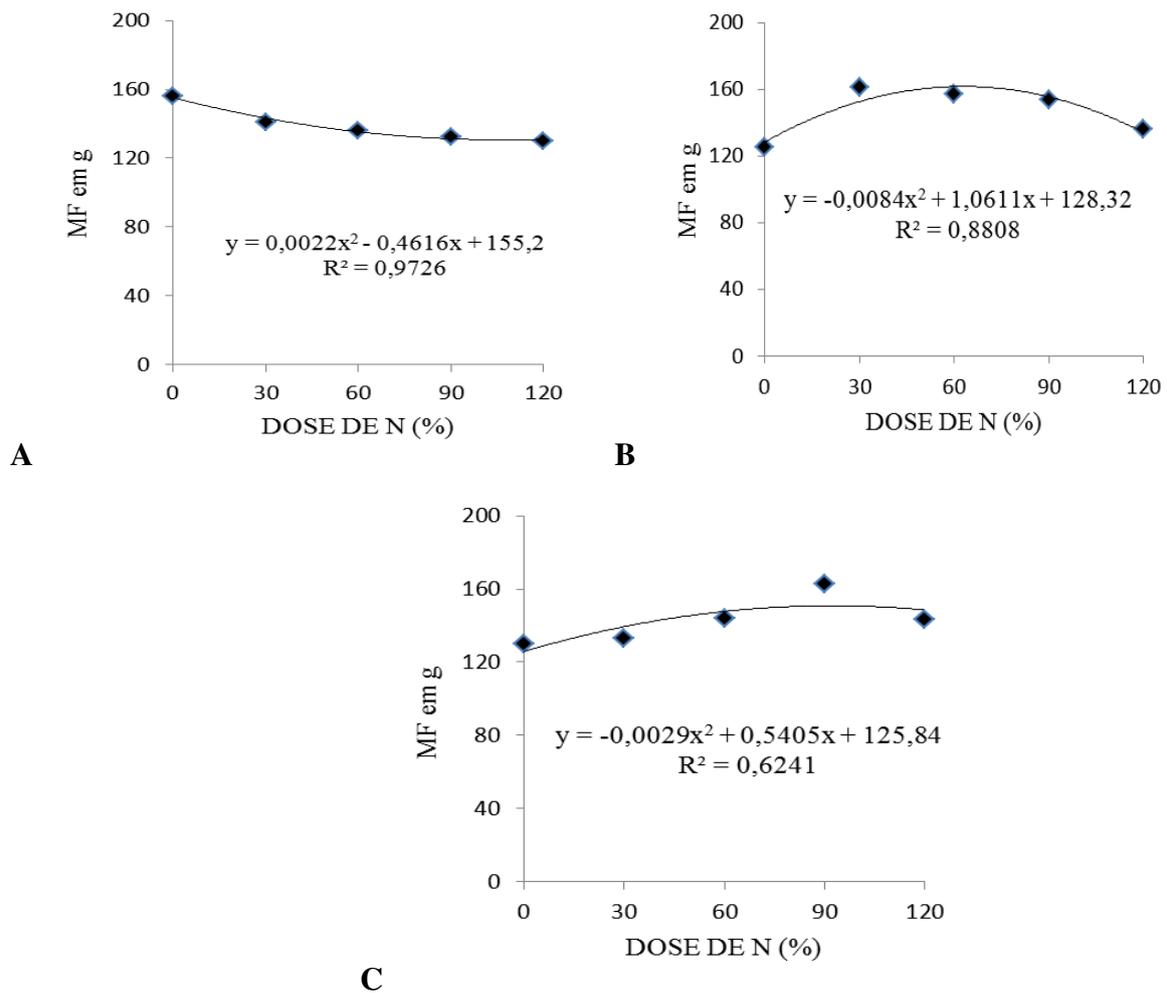
de folha a medida que aumentava-se as doses N, já Aquino et al. (2006) obtiveram produtividades decrescente de MF e de MS de raiz e de folha nas doses mais elevadas de N.

Os resultados obtidos para massa fresca permitiram-nos concluir que quanto maior a concentração de nutrientes (no caso da A1), menor a formação de matéria fresca, logo quando se utilizou água residuária maior acúmulo de biomassa verde foi observado quando empregou adubação nitrogenada (Tabela 10).

Pinto (2011) observou que as plantas de alface irrigadas com água residuária apresentaram maior massa fresca comercial em relação às plantas irrigadas com água de abastecimento, com diferença significativa a 1% de probabilidade, nos três ciclos, diferentemente dos resultados encontrado para acultura da beterraba que apresentou menor massa fresca ao ser irrigada com água residuária oriunda de agroindústria processadora de fruta e leite.

Os resultados do fator dose foram submetidos à análise de regressão (Figura 12), demonstrando-se um ajuste linear decrescente para quando irrigado com A1 (água do açude) e quadrática para A2 (efluente diluído) e A3 (efluente bruto) com o aumento das doses de N, demonstrando que o acréscimo da dose de N, promoveu decréscimo de forma acentuada na matéria fresca das folhas da beterraba, com maior teor para tratamento sem N, irrigado com A1 (Figura 12 A). O máximo estimada no tratamento A2, foram obtidos com a dose 3 e 6g/m<sup>2</sup> de N (Figura 12 B), demonstrando uma resposta quadrática da dose 0 para a 30%, visto que a produtividade de MF apresentou ponto de máximo produtividade dentro do limite das doses 30 e 60% ou 3 e 6g/m<sup>2</sup> de N e com base na equação de regressão a dose máxima estimada foi de 152,83Kgha<sup>-1</sup> e a dose ótima de 63,10Kgha<sup>-1</sup>.

Contrastando com os resultados anteriores, de acordo com a o resultado apresentado na (Figura 12C), o tratamento que recebeu A3, as doses de N proporcionou um aumento gradual no teor de matéria fresca, com produtividade máxima na dose de 90% ou 9g/m<sup>2</sup> de N com dose ótima de 93,19Kgha<sup>-1</sup> e máxima de 151,09Kgha<sup>-1</sup>, confirmando que a referida dose de N estimulou o crescimento da beterraba quando se utilizou efluente bruto (A3), em relação ao efluente diluído (A2) e água de açude (A1). Quando se elevou a dose de N para 120% ou 12g/m<sup>2</sup> a resposta da cultura foi idêntica a da dose 60% ou 6g/m<sup>2</sup>, demonstrando que a beterraba quando irrigada com efluente bruto apresentou um limite máximo de desenvolvimento com 90% da recomendação de adubação nitrogenada para a cultura.



**Figura12:** Dados médios do peso da massa fresca em função das doses de N e da água de irrigação A- A1 (água de açude), B-A2 (efluente diluído) e C-A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.

De acordo com Barcelos et al. (2007) as hortaliças tuberosas respondem também à adição de nutrientes no solo, porém deve estar atento para não fornecer em demasia sobretudo o N e K, pois elevados teores desses nutrientes no solo podem estimular maior desenvolvimento das folhas, reduzir a massa seca e o amido do tubérculo, adiar a maturidade e prolongar a duração do período vegetativo.

Os resultados encontrados neste trabalho para A1 e A2 diferenciam-se dos encontrados por Damasceno et al. (2011) que obtiveram produtividades máximas de matéria fresca da parte aérea  $152,55\text{g planta}^{-1}$  com dosagem de  $300\text{ kg ha}^{-1}$  de N. Este valor foi cerca de 53% acima do valor apresentado pela testemunha ( $0\text{ kg ha}^{-1}$  de N). Quando me refiro a A3, os resultados foram semelhantes ao observado pelos autores.

Aquino et al. (2006) encontram produtividades máximas estimadas de massa fresca de folhas (MFF) de beterraba com as doses de 384 e  $338\text{ kg ha}^{-1}$  de N e valores decrescentes em

doses mais elevadas de N, pelo exposto, a cultura da beterraba apresenta limites à resposta da adubação nitrogenada.

Purqueiro et al. (2009) aferindo a produtividade e qualidade de beterraba cv. 'Early Wonder 2000', cultivada em plantio direto em função das doses de nitrogênio e molibdênio, ressaltaram incremento linear crescente na matéria fresca por quilograma suplementar de nitrogênio utilizado.

#### 4.5- Massa seca da parte aérea da beterraba

Na Tabela 11 são apresentadas as médias da massa seca da folha (MSF), da beterraba em função dos tipos de água combinadas com as doses de N. A massa seca da parte aérea da beterraba diferiu ( $P < 5\%$ ) e de acordo com os resultados, observa-se que a A1 foi estatisticamente superior a A2 e A3 na ausência da adubação, com maior teor de matéria seca, com média de  $15,81\text{g planta}^{-1}$ , seguida pela A3 e A2 com as seguintes média, 12,05 e  $11,82\text{g planta}^{-1}$  respectivamente.

Na presença da adubação nitrogenada na dose 30% ( $3\text{g/m}^2$ ), a A1 e A2 não diferiram entre si, com maior conteúdo de MSF em relação a A3, porém a qual não apresentou diferença significativa com o tratamento A1. Os tipos de água não diferiram nas doses de 60, 90 e 120% (6, 9 e  $12\text{g/m}^2$ ) de N para o peso de matéria seca.

Para a produtividade de MSF, (Tabela 11) verificou-se que não houve efeito significativo com acréscimo das doses de N, despontando uma tendência de equilíbrio na produtividade de MSF a partir da dose 30%, demonstrando que na ausência ou na baixa disponibilidade de água de boa qualidade é possível cultivar beterraba com água de reuso para completar o volume hídrico exigido pela cultura ou irrigar exclusivamente com água de reuso desde que seja suprida com adubação nitrogenada na proporção de 60% a 90% da recomendação para cultura.

**TABELA 11:** Dados médios da massa seca da parte aérea da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.

Dose de N	Tipo de água		
	A1	A2	A3
0	15,81A a	11,82B b	12,05B b
30	14,66AB a	15,59A a	12,43B b
60	14,37A a	14,84A ab	13,17A ab
90	14,19A a	13,88A ab	15,45A a
120	13,68A a	13,47A ab	13,96A ab
CV %	10,40		

As médias seguidas por letras iguais maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Comparando-se cada tipo de água para as doses de N (Tabela 11) verifica-se que a beterraba ao ser irrigada com água de açude não respondeu à adubação nitrogenada, ao empregar efluente diluído melhor conteúdo de MSF foi obtido com a dose de 30% embora não diferisse das demais, já ao utilizar efluente bruto maior acúmulo de MSF foi detectado ao adicionar 90% da recomendação de adubação sendo estatisticamente igual às doses de 60 e 120%. Levando em consideração o alto conteúdo de matéria orgânica no solo (Tabela 3) além da adição do esterco bovino, provavelmente tenha atendido às exigências nutricionais da cultura ou o N foi imobilizado por ação dos microrganismos, que e de acordo com Novais et al. (2007) quando há alto conteúdo de matéria orgânica no solo os microrganismos utilizam o N mineralizado ou o sintético armazenando em sua células tornando indisponível para as plantas, enquanto decompõe os resíduos orgânicos, o que possivelmente pode ter acarretado menor disponibilidade do elemento para a cultura e conseqüentemente menor desempenho da parte aérea da beterraba quando empregou-se A1.

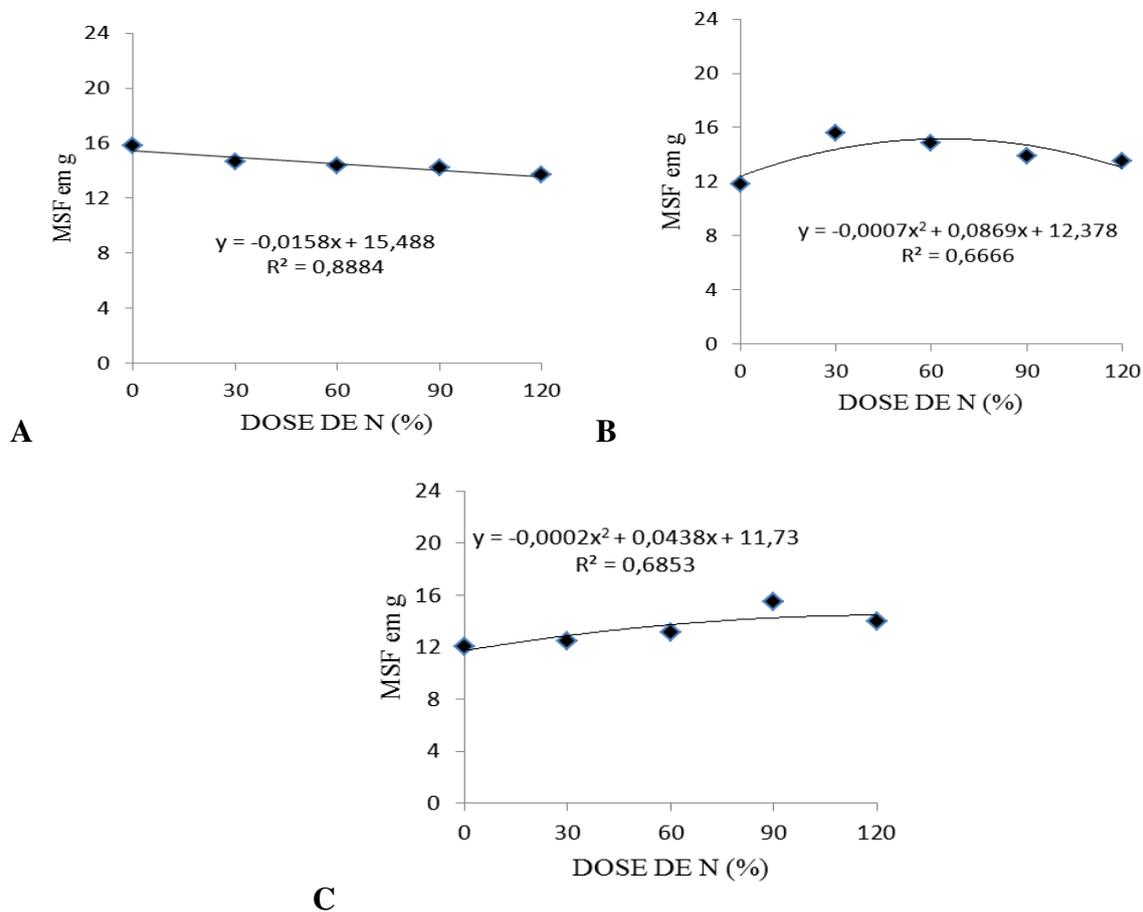
Quanto ao efluente diluído e bruto o baixo pH e altos teores de sais contidos na água (Tabela 1) ocasionou menor desenvolvimento da cultura na ausência do N, necessitando da adição do N para equiparar a produtividade de MSF da cultura quando irrigada com água de melhor qualidade, pois conforme Novais et al. (2007) para que o N esteja em maior disponibilidade para as culturas depende da combinação de fatores como, umidade, temperatura e pH.

Segundo Nobre et al. (2010), tanto a fitomassa úmida como a seca do girassol foram favorecidas pelas diferentes Lâminas de efluente utilizada na irrigação com água residuária. Com relação à fitomassa seca da parte aérea (FSPA), o autor notou que houve efeito significativo ( $p < 0,01$ ) apenas em relação à reposição da necessidade hídrica da cultura, constatando-se, com base na equação de regressão, resposta linear crescente com as reposições das necessidades hídricas aplicadas sobre a fitomassa seca da parte aérea.

Analisando o fator doses, conforme mostrado na (Figura 13), demonstra-se um ajuste linear decrescente para o tratamento que foi irrigado com A1 (água do açude) e quadrático para A2 (efluente diluído) e A3 (efluente bruto) com o aumento das doses de N, conforme se tem mostrado nas outras variáveis o tratamento testemunha (Figura 13A), observa-se que a cultura não respondeu à aplicação de N, com produtividade MSF de  $15,49\text{g planta}^{-1}$  no tratamento que não recebeu adubação, apresentando um decréscimo linear para os tratamentos que foram adicionados maiores doses de N.

As Figuras 13B e 13C, representam as doses de N com o efluente diluído e bruto, (A2) e (A3), o menor rendimento de MSF foi obtido no tratamento sem N para os dois tipos de água, com maior teor de MSF ente as doses 30 e 60% ou 3 e 6g/m<sup>2</sup> e 6 e 9g/m<sup>2</sup> para A2 e A3 respectivamente, notando-se que a cultura respondeu de forma crescente até certo limite, tendenciando a reduzir a medida que aumentou as doses de N. De acordo com a equação de regressão as doses máxima de N ao empregar A2 e A3 foi de 14,36 e 14,05Kgha<sup>-1</sup> e ótima de 61,92 e 109,5Kgha<sup>-1</sup> respectivamente.

O N estimulou o crescimento das plantas de beterrabas nos tipos de água A2 e A3, resultando em maior produção de massa seca, efeito da incrementarão da área foliar que resulta em maior captação de luz e, por conseguinte maior acúmulo de MS da parte aérea.



**Figura 13:** Dados médios do peso da massa seca da folha em função das doses de N e da água de irrigação A- A1 (água de açude), B-A2 (efluente diluído) e C-A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.

Os resultados encontrados nesta pesquisa são semelhantes ao encontrado por Silva (2014) que observou diferenças significativas para massa seca da parte aérea do pimentão entre os dois tipos de água, já em relação às diferentes doses de adubo não constatou diferença

estatisticamente para a massa seca. As plantas irrigadas com água residuária obtiveram melhores resultados para as cultivadas em substrato comercial.

O nitrogênio fornece atributos para o aumento da produtividade das culturas, por provocar a ampliação da área foliar, aumentando o campo fotossintético e promove maior acúmulo de massa seca (MARSCHNER, 1995). Resultados que não foram demonstrados neste experimento quando se utilizou A1 (Figura 13A), provavelmente devido à presença conteúdo de matéria orgânica do solo (Tabela 3). A altura de plantas realizadas aos 24, 44, 55 e 64, (Tabela 5), massa fresca de folhas (MF) (Tabela 10) e massa seca das folhas (MSF), (Tabela 11), não foram proporcionais às doses de N. Já quando se utilizou o efluente diluído e bruto à presença do nitrogênio promoveu aumentos nas variáveis supracitadas, apresentando diferenças significativas quanto aos tipos de água de irrigação e doses de nitrogênio.

Possivelmente a concentração demasiada de nutrientes gerou um desbalanço nutricional na planta, o que contribuiu para um menor crescimento e, conseqüentemente um reduzido valor para massa seca foliar. Confirmando o que foi dito por Larcher (2006) a nutrição mineral insuficiente ou um fornecimento desbalanceado provocam uma diminuição no rendimento da produção, concordando com os dados encontrados neste trabalho para a dose 30% de N em diante para A1 e as doses de 90 e 120% de N para A2 e A3 respectivamente.

Esses resultados corroboram com os de Baumgartner et al. (2005), que encontrou menor formação de matéria fresca e seca em folha de alface ao empregar maior a concentração de nutrientes. Assim como Silva (2014) empregando água residuária, substrato e adubo orgânico na produção e qualidade de pimentão em ambiente protegido verificou que houve diferença significativa entre as fontes de água e os tipos de substrato para a massa fresca da parte aérea das plantas de pimentão.

#### **4.6- Peso do tubérculo da beterraba**

O peso do fruto apresentou diferença significativa entre os tipos de água ao nível de 5%, diferentemente das outras variáveis o peso do tubérculo da beterraba, apresentaram maior peso ao ser irrigado com A1 (água de açude) independente da dose de N, (Tabela 12). A A1 favoreceu o desenvolvimento dos frutos com maior peso nas doses de 0 e 30% ou 0 e 3g/m<sup>2</sup> de N, com média de 186,28g e 162,64, e menor peso foi verificado nos tratamentos que recebeu A2 (efluente diluído) e A3 (efluente bruto) com média de 133,53 e 151,75g, 100,09 e 110,57 respectivamente, com decréscimo na ordem de 28,32 e 6,7 e 46,27, 32,02% seguindo a ordem para os dois tipos de água em comparação com A1 nas respectivas doses de N.

Foi obtido resultado com a A2 e A3 estatisticamente igual a A1 na dose de 60 e 90% ou 6 e 9g/m<sup>2</sup> de N respectivamente. Confirmando que, para se obter bons resultados com efluente puro e diluído, precisa ser incrementado com adubação nitrogenada, porem até certo limite.

**TABELA 12:** Dados médios do peso do tubérculo da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.

Dose de N	Tipo de água		
	A1	A2	A3
0	186,28A a	133,53B c	100,09C d
30	162,64A b	151,75B a	110,57C c
60	156,30A c	153,85A a	132,73B b
90	154,96A c	142,11B b	156,26A a
120	151,92A c	132,28B c	131,01B b
CV%	2,00		

As médias seguidas por letras iguais maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Taiz & Zeiger (2009), as culturas quando irrigadas com água de qualidade inferior ou salinas, perde muita energia para fazer seu ajuste osmótico, em relação à beterraba ao ser irrigada com efluentes diluído e bruto apresentando baixa qualidade química (Tabela 1), pode ter usado suas reservas nutricionais do tubérculo, promovendo um bom desenvolvimento aéreo e reduzindo assim o crescimento da túbera.

Barcelos (2010) observando o desempenho da beterraba 'katrina' submetida a lâminas de água e doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação, averiguou que as lâminas de irrigação e as doses de nitrogênio, não apresentaram efeito significativo na produção de raízes da classe 2A (5 a 9 cm de diâmetro transversal) e para a massa fresca de raiz da classe 1A, confirmando que as doses de N não foram capazes de promover incremento nas produções.

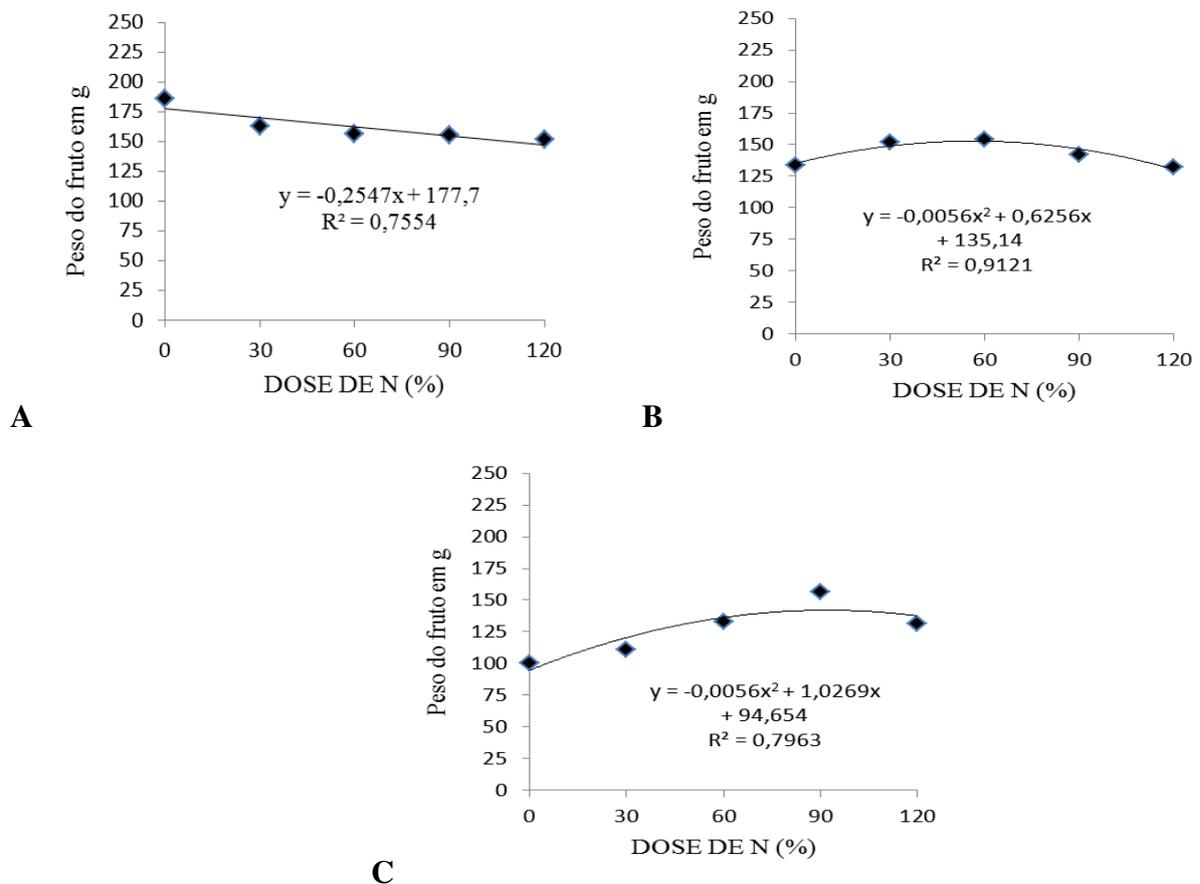
Diferentemente dos resultados deste trabalho, Hussar et al. (2005) ressaltam o valor do uso de água residuária na agricultura a partir de resultados alcançados com a cultura da beterraba, em que as plantas irrigadas com água residuária obtiveram resultados estatisticamente iguais às que receberam adubação convencional.

Oliveira et al. (2013) cultivando moranga irrigada com diferentes lâminas de efluentes domésticos não registraram diferenças estatísticas entre todos os tratamentos, muito embora os tratamentos irrigados com lâmina de 150% tenham se destacado. Segundo o autor o peso de frutos constitui-se em parâmetro importante no que se refere ao aspecto comercial dos produtos e está relacionado também ao aspecto nutricional das plantas.

Para comparação da média obtidas em função das doses N, para a variável relacionada ao peso do fruto da beterraba, realizou-se análise de regressão, apresentando um modelo

linear decrescente para o tratamento A1 (Figura 14A) e um modelo quadrático para A2 (efluente diluído) e A3 (efluente bruto) (Figura 14 B e C). De acordo com os dados da (Figura 14A), observa-se que o peso do fruto diminui em função da dose de N quando se utilizou água de açude, resposta semelhante ao utilizar A1 nas irrigações foi encontrada por Pereira et al., (1995), os quais avaliaram cinco doses de nitrogênio em cobertura (20, 80, 160, 240 e 320 kg ha<sup>-1</sup> de N) na cultivar Top Tall Early Wonder, no município de Viçosa/MG, mostrando que a cultura da beterraba é rústica, não necessitando de adubações elevadas para se obter altas produtividades.. O mesmo não foi observado para as doses de nitrogênio utilizando efluente diluído e bruto, (A2 e A3) as quais apresentaram médias crescentes até as doses 60 e 90% ou 6 e 3g/m<sup>2</sup> respectivamente, confirmando que as doses de N foram capazes de promover acréscimo na produção com limite nas referidas doses, (Figuras 14 B e 14 C).

De acordo com a equação de regressão para as águas A2 e A3 combinada com as doses de N, as doses de máxima eficiência para a produtividade da beterraba foram de 152,52 e 141,72Kgha<sup>-1</sup> e as dose ótima foram de 55,86 e 91,69 Kgha<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 14B e C).



**Figura14:** Dados médios do peso do tubérculo da beterraba em função das doses de N e da água de irrigação A- A1 (água de açude), B-A2 (efluente diluído) e C-A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.

Quando se trata dos fatores doses e tipos de água residuária, os resultados desta pesquisa foram semelhantes aos encontrados por Hussar et al., (2005) que ao utilizar adubação completa mais água residuária e metade da adubação mais água residuária obteve o melhor desempenho para o peso das raízes, não apresentando diferença significativa, com média de 28,38 e 28,00 respectivamente.

Os mesmos autores constataram ainda que o tratamento irrigado com efluente sem a presença de adubo foi estatisticamente igual aos tratamentos irrigados com água adicionada de adubo, ao com adubação completa mais água residuária e ao com metade da adubação mais água residuária, com as seguintes médias, 24,58, 20,58, 28,38 e 28,00, respectivamente. Essas informações são contrárias às expostas neste trabalho, onde foi observado que os efluentes sem aplicação de N apresentaram as menores produtividades.

Barreto et al. (2013) aplicando doses de nitrogênio que variou de 0 a 150Kgha<sup>-1</sup> e avaliando a produtividade e qualidade da beterraba em função da aplicação das doses de 0, 25, 50, 75, 100, e 150Kg/ha de nitrogênio, apuram que as doses de nitrogênio não influenciou o peso médio das raízes de beterraba de forma significativa para dose e interação cultivar e dose, com média que variou de 1,45 a 1,88g, porém, observou que houve diferença entre as cultivares, sendo a cultivar Itapuã superior à cultivar Early Wonder.

Trani et al. (2005) explicam que em beterraba a resposta da aplicação de nitrogênio depende de vários fatores como: tipo de solo, temperatura, época e modo de adubação e da fonte de nitrogênio, ou seja, a interação desses fatores esclarece as diferenças significativas que há nas doses de nitrogênio recomendadas em literatura. Além do excesso de N no solo, essa hipótese citada pelos os autores pode explicar tal fato que ocorreu nesta pesquisa.

Caturra (2013) observou que a qualidade da água de vinhaça e de queijo teve uma influência negativa na produção da alface, sendo que estes tratamentos obtiveram um decréscimo de 49% (11256 kg/ha) e 33% (14664 kg/ha), respectivamente, em relação à produção alcançada pela testemunha, com uma produção média de 30015 kg/ha, o que representa um acréscimo, aproximado de 36%, resultado que se aproxima ao obtido com a cultura da beterraba quando irrigada com efluente diluído na proporção de 1:1 e bruto oriundo do processamento de leite e fruta, que apresentaram uma redução em relação à testemunha de 28,32 e 6,7 e 46,27, 32,02% respectivamente.

#### 4.7- Diâmetro transversal e longitudinal

O diâmetro transversal e Longitudinal sofreu influencia dos tipos de água e as doses de N. De acordo com os resultados expostos nas (Tabelas 13 e 14), constatou-se que a beterraba apresentou maior diâmetro transversal (DT) e longitudinal (DL) quando irrigada com água de açude (A1), sem adubação (dose 0) com média 72,24 e 64,77mm de DT e DL, seguida pela A2 com média 65,80 e 57,23 mm DT e DL, sendo que a A3 apresentou o menor diâmetro na ausência da adubação e com a dose de 30% ( $3\text{g/m}^2$ ) de N com as seguintes médias 59,39 59,88mm para DT, 59,39 e 59,88 DL.

A A1 e A2 foram estilisticamente superiores a A3 quanto ao DT apenas quando utilizou 30% ou  $3\text{g/m}^2$  da recomendação da adubação para a beterraba indicada pela (CEFS-PE 2008), não diferindo nas demais doses tanto para o DT como para DL. Observa-se que o tratamento que foi irrigado com A3 quando adubada com 90% ( $9\text{g/m}^2$ ) da dose indicada de N, apresentou DT e DL superior ao obtido com A1 e A2, com média de 70,15 e 62,31mm de DT e DL.

Referindo-se ao DL os tipos de águas A2 e A3 são estatisticamente iguais ao utilizar 30% de N, com as respectivas médias 57,23 e 53,09mm DL (Tabela 14).

**TABELA 13:** Dados médios do diâmetro transversal do tubérculo da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.

Dose de N	Tipo de água		
	A1	A2	A3
0	72,24A a	65,80B a	59,39C b
30	69,77A a	66,99A a	59,88B b
60	69,71A a	67,27A a	65,47A ab
90	68,94A a	65,54A a	70,15A a
120	68,30A a	64,41A a	65,38A abc
CV%	5,01		

As médias seguidas por letras iguais maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 14:** Dados médios do diâmetro longitudinal do tubérculo da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.

Dose de N	Tipo de água		
	A1	A2	A3
0	64,77A a	55,83B a	51,30B c
30	62,32A ab	57,23B a	53,09B c
60	60,09A ab	60,40A a	56,15A bc
90	59,81A ab	58,96A a	62,31A a
120	57,89A b	58,47A a	59,59A abc
CV%	4,80		

As médias seguidas por letras iguais maiúscula na horizontal e minúscula na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Tivelli et al. (2011) foi lançado em 2007 o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, desenvolvido pelo Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP, com uma tentativa de normatização para a classificação comercial da beterraba. Esse programa é de adesão voluntária e de autorregulamentação setorial, que surgiu dez anos antes, como Programa Paulista para a Melhoria dos Padrões Comerciais e de Embalagens de Hortigranjeiros, com o objetivo de separar o produto em lotes homogêneos e sua descrição com características mensuráveis, obedecendo a um padrão mínimo de qualidade.

De acordo com a classificação atribuída a beterraba por Tivelli (2011), as beterrabas colhidas ao 65 DAS, são classificadas em (classe 50) com diâmetro transversal variando entre 59,39 a 72,24mm. Isto significa que para se obter melhor classificação poderia ter prorrogado o prazo para se efetuar a colheita, já que o período de colheita varia 70 a 120 DAP. Visando obter frutos mais uniforme com melhor qualidade e peso. Normalmente realiza a colheita de forma parcelada quando se trabalham com cultivares em vez de híbrido.

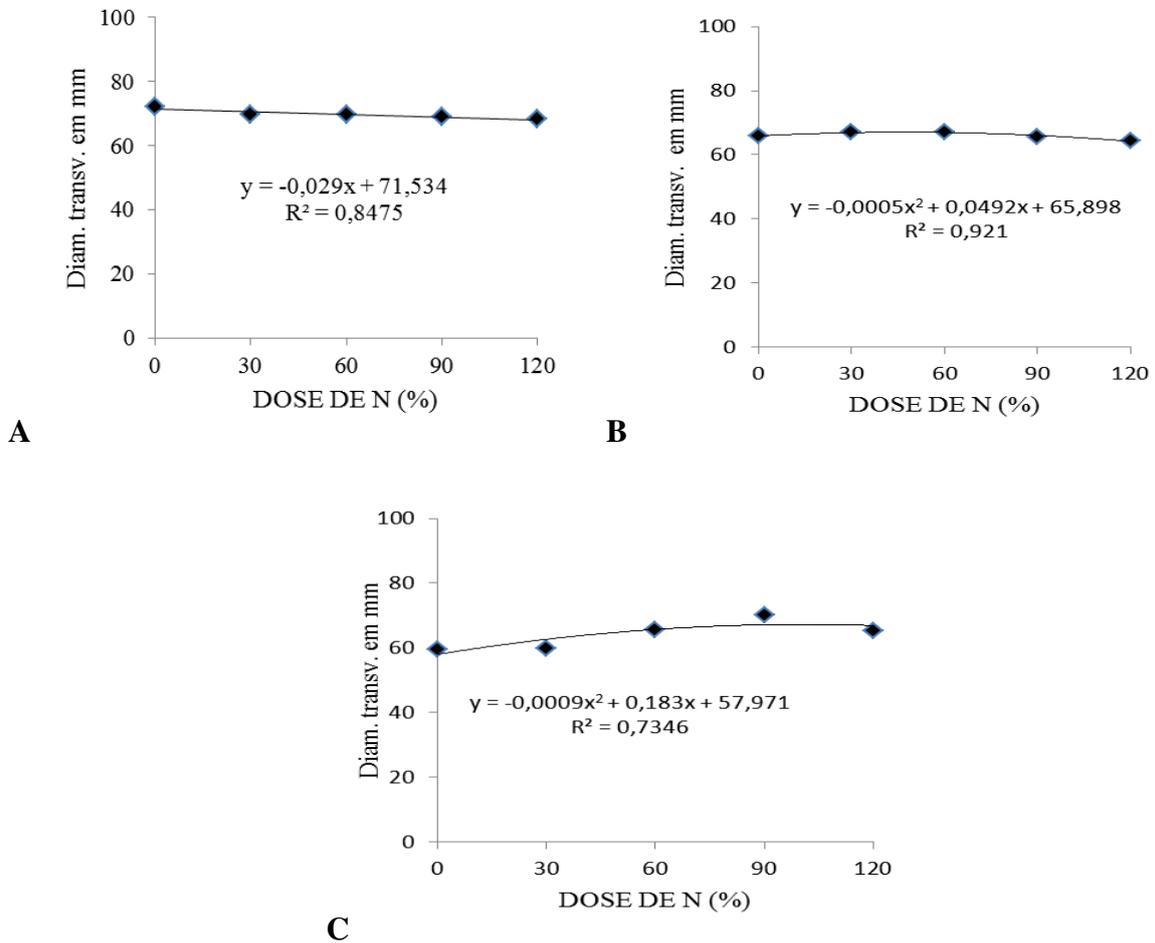
Segundo Tivelli (2011) na região Centro sul e Sul do país, a cotação mais alta é para beterrabas com 9 a 12 cm de diâmetro transversal (Classe 90) e 6 a 7 cm, longitudinalmente, pesando cerca de 300 g.

A interação entre nutrientes pode causar efeito positivo ou negativo, a interação mais comum envolvendo o N é com o potássio (K), porém o suprimento dos nutrientes de forma desbalanceadas podem causar níveis de deficiência ou de toxidez (NOVAIS et al., 2007), diante dessas informações e levando em consideração o conteúdo de K contido no efluente (Tabela 1) e a dose de N aplicado no tratamento A3D0 e A3D1 pode ter ocasionado um desbalanço nutricional reduzindo o crescimento da beterraba nesses tratamentos e estimulando o desenvolvimento da túbera quando se empregou doses mais elevadas de N (Tabela 14).

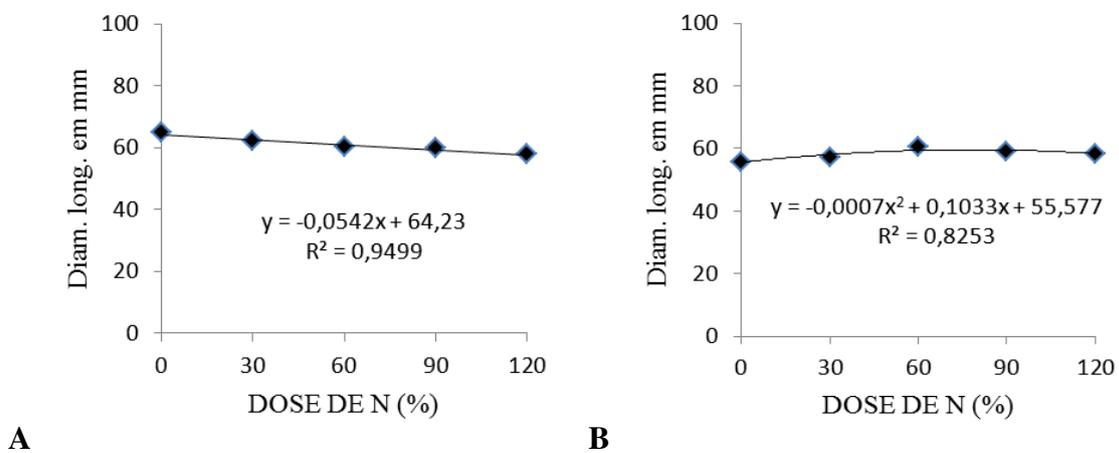
Como tem-se apresentado com as variáveis anteriormente discutidas, a análise de regressão também demonstrou um modelo linear decrescente para A1 (água de açude) (Figura 15 A e 16 A) e quadrática para A2 e A3 (efluente diluído e bruto) (Figura 15 B e C e 16 B e C) para interação dose/tipo de água. A A1 apresentou maior diâmetro transversal e longitudinal com a dose, 0, com redução nos diâmetros para as doses 30, 60, 90, e 120% ou 3, 6, 9 e 12g/m<sup>2</sup> de N.

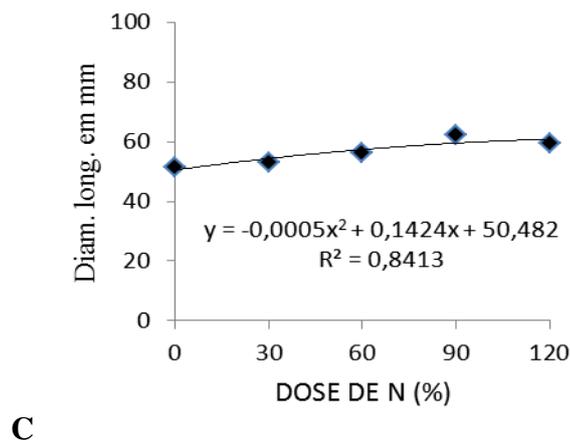
Ao empregar efluente diluído e bruto, a beterraba atingiu os maiores diâmetros quando se empregou as de 60% e 90% ou 6 e 9g/m<sup>2</sup> de N, conforme mostrado nas (figuras 15 B e C e

16 B e C), respectivamente. Confirmando que as doses de N promoveram aumento na produção da beterraba ao irrigar com efluente agroindustrial diluído e bruto.



**Figura 15:** Dados médios do diâmetro transversal da beterraba em função das doses de N e da água de irrigação A- A1 (água de açude), B-A2 (efluente diluído) e C-A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.





**Figura 16:** Dados médios do diâmetro longitudinal da beterraba em função das doses de N e da água de irrigação A- A1 (água de açude), B-A2 (efluente diluído) e C-A3 (efluente bruto), Sousa-PB, IFPB, 2014.

Barreto et al. (2013) analisando o diâmetro médio das raízes de beterraba, em função das doses de N e cultivar, verificaram que não houve interação entre doses e cultivares, porém houve tendência de maior diâmetro médio para a cultivar Early Wonder na dose de  $75 \text{ kg ha}^{-1}$ , e para a cultivar Itapuã, na dose de  $25 \text{ kg ha}^{-1}$ . Resultado semelhante a este foi observado neste trabalho ao utilizar dose de N de  $59,26$  e  $59,25 \text{ Kg ha}^{-1}$  quando irrigada com A2 e A3, como podemos observar nas figuras 15B e 16C.

Damasceno et al. (2011) cultivando beterraba da cultivar “Early Wonder Stays Green”, aplicando diferentes doses de nitrogênio conseguiram o maior diâmetro da raiz com a dosagem de  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de N com colheita aos 65 DAT. As maiores doses de N promoveram resposta linear no diâmetro da raiz, sendo encontrado o diâmetro máximo de 7 cm. Neste estudo os tratamentos que receberam doses crescentes de N e o que não recebeu e foi irrigado com A1 apresentou diâmetro médio semelhantes aos encontrado por Damasceno et al. (2011) com a dosagem de  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, já os que foram irrigados com A3 atingiram o mesmo diâmetro, ao ser adubado com 90% (A3D3) da recomendação da adubação para a beterraba com diâmetro de 70.15 mm, com dose máxima de  $59,25 \text{ Kg ha}^{-1}$ .

Caturra (2013) aplicando subproduto da indústria de queijo e de etanol na cultura da alface observou que o diâmetro de cabeças da alface, tanto na testemunha quanto no cultivo com as lamas da vinhaça e do queijo, não houve diferenças no desenvolvimento das alfaces. Sendo que os diâmetros das alfaces cultivadas com lama da vinhaça e do queijo tiveram um acréscimo de 11% e 6 %, respectivamente, em relação à testemunha.

#### 4.8- Teor de sólidos solúveis (Brix), pH, acidez em ácido cítrico e acidez total

O Teor de sólidos solúveis (Brix), pH, acidez em ácido cítrico e acidez total, não foram influenciados pelos os fatores tipos de água e doses de N, sendo estatisticamente iguais (Tabela 15).

Os tratamentos A1, A2 e A3 combinados com as doses de 0, 30, 60, 90 e 120% de N para as referidas variáveis apresentaram os seguintes valores: Brix, 10,01, 9,58 e 9,23, pH 6,24, 6,24 e 6,32, acidez em ácido cítrico, 0,67, 0,69 e 0,63g/100g e acidez total 1,05, 1,08 e 0,98g/100g de peso fresco respectivamente. Porém os fatores tipos de água e doses de N não interferiram significativamente para estes atributos (Tabela 15). O Brix, pH e acidez são usados como índice de maturidade e qualidade para alguns frutos e hortaliças (CHITARRA, & CHITARRA 1990).

**TABELA 15:** Dados médios do teor de sólidos solúveis (<sup>0</sup>Brix), pH, acidez em ácido cítrico e acidez total do tubérculo da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.

Tipo de água	Brix	pH	Acidez em ácido cítrico	Acidez total
A1	10,01a	6,24a	0,67a	1,05a
A2	9,58a	6,24a	0,69a	1,08a
A3	9,23a	6,32a	0,63a	0,98a
CV%	9,26	1,71	13,20	16,58

As médias seguidas por letras iguais na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Embora não exista na literatura padrões adequado para, Brix, pH e acidez da beterraba para se determinar o período da colheita, comparando com trabalhos de outros pesquisadores, a exemplo de Barreto et al. (2013), Marques et al. (2010) e Barcelos (2010) que encontrou teores de Brix, pH e acidez na beterraba próximos ao resultados encontrados neste trabalho demonstrando comportamento semelhante, indicando que o efluente diluído e bruto combinada com as doses de N não interferiram na qualidade química da beterraba e nem no estado de maturação já que estudos relacionados à composição química dos frutos e hortaliças (Brix, pH e acidez) são de grande importância para avaliar a qualidade final dos mesmos, Chitarra & Chitarra (1990), neste sentido a beterraba apresentou bom estado de maturação tendo em vista baixa acidez e bons teores de sólidos solúveis (Brix) (Tabela 15).

Porém, não há probabilidade de explorar estes resultados como padrões, proporcionando subsídios para um programa de padronização da colheita da beterraba, havendo a necessidade de estudos mais detalhados a respeito da qualidade do tubérculo da beterraba para cada região, já que segundo Marques et al. (2010) A composição química da

beterraba varia com as condições da cultura, variedade, nutrição, estágio de maturação, condições climáticas durante o período de desenvolvimento dos frutos, estágio de maturação e outros fatores.

Além desta pesquisa, vários outros autores também evidenciaram em outras culturas que as doses de N não influenciou nos parâmetros físico-químicos, como é o caso de Cardoso et al. (2007) avaliando a produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio, não registraram diferenças significativas quanto aos parâmetros pH, acidez total e sólidos solúveis para a cultura, ou seja, seus resultados corroboram com este trabalho.

#### 4.9- Parâmetros microbiológicos

A beterraba irrigada com os três tipos de água apresentaram alta contaminação microbiológica antes de passar por processo de sanitização, sendo que após este processo tanto na beterraba irrigada com água de açude como a irrigada com efluente diluído e bruto constatou-se contaminação microbiológica muito abaixo dos parâmetros toleráveis pela legislação. Os resultados das análises microbiológicas dos tubérculos de beterraba irrigada A1, A2 e A3 estão expostos na (Tabela 16).

**Tabela 16:** Dados médios das análises microbiológicas do tubérculo da beterraba irrigada com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.

Parâmetros	Tipo de água		
	A1		
	Tipo de tratamento do tubérculo		
	LC	LACS	LACSD
CT (NMPg <sup>-1</sup> )	>1,1X10 <sup>3</sup>	2,3x10	7,5x10
CF (NMPg <sup>-1</sup> )	>1,1X10 <sup>3</sup>	<3	3,6
Sal. Sp 25g <sup>-1</sup>	Pres.	Aus.	Aus.
Parâmetros	Tipo de água		
	A2		
	Tipo de tratamento do tubérculo		
	LC	LACS	LACSD
CT (NMPg <sup>-1</sup> )	>1,1x10 <sup>3</sup>	9,3x10	<3
CF (NMPg <sup>-1</sup> )	>1,1x10 <sup>3</sup>	2,3x10	<3
Sal. Sp 25g <sup>-1</sup>	Pres.	Aus.	Aus.
Parâmetros	Tipo de água		
	A3		
	Tipo de tratamento do tubérculo		
	LC	LACS	LACSD
CT (NMPg <sup>-1</sup> )	>1,1x10 <sup>3</sup>	2,4x10 <sup>2</sup>	3,6
CF (NMPg <sup>-1</sup> )	>1,1x10 <sup>3</sup>	1,1x10	<3
Sal. Spp 25g <sup>-1</sup>	Pres.	Aus.	Aus.

**CT-** coliformes totais, **CF-** coliformes fecais, **Sal. Spp-** *Salmonella Spp*, **LC-** lavagem comercial; **LACS-** lavagem em água corrente e sanitizada; **LACSD-** lavagem com água corrente, sanitizada e descascada, **Pres.-** presença de *Salmonella Spp*, **Aus.-** Ausência *Salmonella Spp*.

Diante dos resultados das análises microbiológicas (Tabela 16), verifica-se que a beterraba após a colheita efetuando-se apenas lavagem comercial (LC) para retirar o excesso de terra aderida ao tubérculo apresentou elevada contaminação microbiológica no tocante a coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF) e *Salmonella spp.*, para ambos tratamentos, com valores fora dos critérios microbiológicos exigido pela RDC nº 12 de 2001 da ANVISA (BRASIL 2001), com concentração de CF  $>1,1 \times 10^3$ , muito superior ao limite máximo permitido, que é de  $1,0 \times 10^2 \text{NMPg}^{-1}$ , além de ser constatado a presença de *Salmonella spp.* em todas as amostra, já que a referida legislação não tolera a presença de *Salmonella spp* em hortaliças consumida crua.

A elevada contaminação constatada inicialmente na beterraba evidencia que a mesma é oriunda do solo e não da água residuária, pois conforme resultados das análises microbiológicas tanto as beterrabas irrigadas com água do açude A1, como as irrigadas com efluente diluído e bruto (A2 e A3), antes de passarem por um processo de higienização e sanitização apresentaram elevada contaminação microbiológica. Confirmando que o processo de higienização foi eficiente na remoção dos contaminantes da beterraba, deixando em condições sanitárias aceitáveis para o consumo, com presenças de coliformes termotolerantes bem abaixo dos limites mínimos exigidos pela Resolução nº 12/2001 da ANVISA (BRASIL, 2001) e ausência de *Salmonella spp.*, já que a legislação não menciona limites para coliformes totais.

A qualidade microbiológica são atributos sanitários que constituem aspectos fundamentais a serem analisados dos produtos agrícolas obtidos a partir da irrigação com efluente tratado ou não. Esses parâmetros para culturas olerícolas irrigada com esgotos domésticos ou indústrias, talvez seja o maior obstáculo no tocante ao consumo, pois quando se fala em produzir certo alimento irrigado com efluentes a primeira impressão que vem ao consumidor é de rejeição, pelo o receio por saber que a hortaliça ou fruta está sendo irrigada com água de baixa qualidade ou com esgoto.

Oliveira et al. (2013) irrigando moranga com diferente lâminas de esgoto doméstico não detectaram a presença de coliformes termotolerantes na polpa da moranga, porém foi registrada a presença na superfície externa dos mesmos, com valor máximo de coliformes de  $23 \text{NMPg}^{-1}$  em duas amostras. Esses resultados se encontram abaixo do limite máximo admitido pela legislação sanitária para este tipo de cultura.

Resultado semelhante também foi encontrado por Souza et al. (2013), cultivando pimentão com água residuária de suinocultura, os mesmos observaram que os frutos

apresentaram condições sanitárias satisfatórias para o consumo, com ausência de coliformes termotolerantes e *Salmonella* spp. em todos os tratamentos.

Segundo Oliveira et al. (2013) a qualidade sanitária dos produtos obtidos a partir da irrigação com esgoto tratado constitui-se em um dos principais aspectos a serem observados no contexto da produção agrícola.

Duarte (2006) analisando pimentão irrigado com esgoto tratado e comercializado na feira observou qualidade microbiológica dos frutos comercializados inferior a dos irrigados com esgoto tratado para coliformes totais e fecais, entretanto dentro dos limites toleráveis pela legislação.

De acordo com a resolução nº12 de 1978 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), as raízes, tubérculos e rizomas, devem obedecer ao seguinte padrão microbiológico: Bactérias do grupo coliforme de origem fecal: máximo,  $2 \times 10^2$  NMP/g, Salmonelas: ausência em 25 g. Deverão ser efetuadas determinações de outros microrganismos e/ou de substâncias tóxicas de origem microbiana, sempre que as tornar necessária à obtenção de dados sobre o estado higiênico-sanitário dessa classe de alimento, ou quando tóxi-infecções alimentares ocorrerem.

A partir destas constatações pode-se deduzir que o efluente utilizado nas irrigações não foi capaz de influenciar a contaminação da beterraba, permitindo produzir raiz tuberosa com baixo risco de contaminação por agentes patogênicos. Dessa forma a beterraba produzida durante o experimento, após passar por processo de higienização, seria aceitáveis para o consumo sem risco de dano a saúde humana, uma vez que foi constatada baixa presença de CF e ausência de *Salmonella* spp.

#### **4.10- Atributos químicos do solo após experimento**

Analisando comparativamente os resultados das análises químicas do solo após o experimento (Tabela 17) com os resultados antes da instalação do experimento (Tabela 3) verifica-se que o pH, Ca, Mg, SB e a CTC, manteve-se praticamente inalterável com valores próximos aos encontrados na análise do solo antes da instalação do experimento, com exceção do teor de Ca nos tratamentos A1D0 e A3D4 que apresentou um acréscimo de 37,5 e 37,75% respectivamente, enquanto que para SB e CTC nos tratamentos A1D0, A1D2, A2D4, A3D1 e A3D4 apresentaram maiores valores acrescidos em 31,29, 20,20, 27,88, 27,02 e 21,91% seguindo a ordem comparados aos resultados da análise antes do experimento. O teor de P variou consideravelmente entre os tratamentos, com elevação em alguns e reduzido em outros, esta oscilação pode estar associado a variabilidade espacial nas características do solo,

pois como a coleta foi realizada em cada parcela e posteriormente misturada, pode ter acarretado tal variação nos resultados de P pós-experimento.

O teor médio de K aumentou em torno de 175,68% nos tratamentos que foi irrigado com A1 e 179,73% nos tratamentos que foram irrigado com A2 e A3, já o teor Mg houve um decréscimo médio de 27,59, 46,90 e 45,52% no solo irrigado com os três tipos de água respectivamente, em relação aos teores médios contido no solo antes da acomodação da pesquisa. Comparando o conteúdo de Na, matéria orgânica, a CEes e a PST, observa-se um acréscimo médio de 144,44, 255,56, 844,44; 59,99, 73,75, 46,39; 159,31, 198,62, 248,28 e 60, 160 e 540% para os tratamentos irrigados com A1, A2 e A3 respectivamente (Tabela 17).

Quanto ao pH verifica-se que houve pouca alteração entre os tratamentos, encontrando-se dentro da faixa considerada ideal sem causar danos negativos para a cultura e ao solo, para CEes, e a PST observa maior elevação nestas variáveis quando utilizou-se o efluente bruto (A3), considerando de acordo com a classificação do solo proposta por Richards (1954) como solo salino. Estes resultados podem estar relacionados a uma maior concentração de sais na camada de 0–20cm, tal fato pode estar relacionado provavelmente ao acúmulo de sais nesta camada, devido a quantidade de água não serem suficientes para lixiviar os sais para as camadas mais profunda do solo, mesmo assim, com essa possibilidade a utilização de efluentes agroindustriais oriunda do processamento de leite e frutas necessita de práticas preventivas para evitar a salinização ou sodificação do solo.

**Tabela 17:** Dados médios das análises química do solo após experimento irrigado com A1, A2 e A3, Sousa-PB, IFPB, 2014.

Amost	PH H <sub>2</sub> O	CEes dSm <sup>-1</sup>	P mgdm <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	AL <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	SB	CTC	V%	MO gKg <sup>-1</sup>	PST %
-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----														
A1D0	7,7	3,87	1729	2,01	0,27	11,0	2,1	0,0	0,0	15,4	15,4	100	47,29	2
A1D1	7,7	3,14	552	2,47	0,18	7,9	2,0	0,0	0,0	11,6	11,6	100	29,55	2
A1D2	7,6	3,87	2014	2,02	0,27	9,1	2,7	0,0	0,0	14,1	14,1	100	47,88	2
A1D3	7,3	3,95	1153	1,43	0,16	8,7	2,0	0,0	0,0	12,3	12,3	100	31,52	1
A1D4	7,4	3,99	1357	2,25	0,20	9,5	1,7	0,0	0,0	13,7	13,7	100	45,51	1
A2D0	8,0	3,99	1322	2,17	0,21	8,3	1,6	0,0	0,0	12,3	12,3	100	64,62	2
A2D1	7,8	4,59	686	2,03	0,35	7,8	0,8	0,0	0,0	11,0	11,0	100	33,49	3
A2D2	7,8	4,35	1528	2,11	0,33	9,8	1,1	0,0	0,0	13,3	13,3	100	39,60	2
A2D3	7,5	3,51	587	1,69	0,42	7,9	1,4	0,0	0,0	11,4	11,4	100	29,95	4
A2D4	7,6	5,20	1933	2,34	0,29	9,6	2,8	0,0	0,0	15,0	15,0	100	51,42	2
A3D0	8,0	4,47	1178	1,97	0,80	8,1	0,8	0,0	0,0	11,7	11,7	100	26,00	7
A3D1	7,9	5,92	2568	2,48	1,07	9,4	1,9	0,0	0,0	14,9	14,9	100	31,52	7
A3D2	7,8	5,20	868	2,11	0,80	7,6	2,6	0,0	0,0	13,1	13,1	100	39,60	6
A3D3	7,7	4,72	1067	2,25	0,73	8,3	1,9	0,0	0,0	13,2	13,2	100	40,19	6
A3D4	7,6	4,96	1388	1,52	0,83	11,2	0,7	0,0	0,0	14,3	14,3	100	47,29	6

O menor rendimento da cultura da beterraba nos tratamentos que receberam efluentes bruto e diluído provavelmente está ligado ao acúmulo de sais durante o período de condução de experimento, que segundo Ayers & Westcot, (1991) a absorção dos sais do solo juntamente com a água há uma toxidez da planta, promovendo desbalanceamento e danos ao citoplasma, podendo reduzir significativamente o rendimento dependendo do tempo, da concentração e da tolerância da cultura. É imaginável que, em culturas que necessite de um período mais longo de irrigação, as diferenças resultantes do efeito das águas residuária no solo possam atingir grau de significância maior, de tal modo que pode trazer benefícios ao solo com o acúmulo de matéria orgânica, fósforo e potássio.

Sandri et al. (2009) avaliando o solo nas camadas de 0- 10 e 10- 20cm após o cultivo de alface irrigado com água residuária observou alteração nos teores de P, K, Ca e CE a nível de 10% num período de 46 dias aproximadamente, resultado inferiores ao encontrado nesta pesquisa. Franciele et al. (2010) trabalhando com água residuária de suinocultura não constatou diferença significativa nas características químicas do solo, dados distintos dos resultados encontrados ao trabalhar com água residuária oriunda do processamento de leite e frutas que alterou as características químicas do solo. Estes efeitos podem estar ligados ao fato do maior volume de água residuária empregado nas irrigações ter sido oriunda do setor de laticínio devido à fabricação dos queijos gerando elevado conteúdo de cloreto de sódio nos efluentes que se acumularam no solo no momento da irrigação.

## **5- CONCLUSÃO**

É possível produzir beterraba com água de reuso diluída e bruta com produção igualando ao irrigar com água de açude, empregando-se doses de 30 a 60% e de 90% da recomendação de adubação nitrogenada para a cultura da beterraba, para efluente diluído 1:1 e bruto respectivamente.

O efluente causou alteração nas características químicas do solo, sendo aconselháveis práticas preventivas para evitar a salinização do mesmo.

O efluente diluído e bruto não alterou as características química e microbiológica da beterraba, sendo possível produzir beterraba quanto a esses atributos, própria para o consumo, sem dano ao consumidor.

## 6- REFERÊNCIAS

ABCSEM- **Associação brasileira do comercio de sementes e mudas, Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças** - ano calendário 2009- março de 2010 disponível em: [http://www.abcsem.com.br/docs/pesquisa\\_mercado\\_2009.pdf](http://www.abcsem.com.br/docs/pesquisa_mercado_2009.pdf), acesso em: 02/02/2015.

AESA: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba-Monitoramento dos Volumes dos Açudes- **João Pessoa- PB-** 2015, Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/#>, acesso em 15/03/2015.

ALVES, A. U., PRADO. R. M. GONDIM, A. R. O. FONSECA, I. M. CECÍLIO FILHO, A. B., Desenvolvimento e estada nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes, **Revista Horticultura Brasileira**. v.26 n.2 Brasília – 2008.

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).

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for examination of water and wastewater. 21th ed. **Washington:** American Water Works Association, 2005. 1.368 p.

AQUINO, L. A., PUIATTI M. PEREIRA P. R. G., PEREIRA F. H. F., LADEIRA I. R., CASTRO M. R. S. Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira** v. 24, n. 2, abr.-jun. 199-203. 2006.

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).

BARCELOS, D. M.; GARCIA, A.; MACIEL JÚNIOR, V. A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um latossolo vermelho-amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 21-27, 2007.

BARCELOS, J. C. **Desempenho da beterraba ‘Katrina’ submetida a lâminas de água e doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação**. Tese (Doutorado em Agronomia/Ciências do Solo)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

BARRETO, C. R.; ZANUZO, M. Roggia; WOBETO, Carmem; ROSA, C. C. B. produtividade e qualidade da beterraba em função da aplicação de doses de nitrogênio, **Revista UNIARA**, v.16, n.1, julho 2013.

BASTOS, R. K. X. Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura. Disposição no solo como método de tratamento, reciclagem ou destino final de esgotos sanitários. Rio de Janeiro: **ABES**, 2003. p. 1-22.

BAUMGARTER, D. et al. Alface irrigada com água residuária de atividades agroindustriais. **Acta scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 697-705, out./dez. 2005.

BAUMGARTNER, D., SAMPAIO, C. S., Da Silva T. R., TEO, C. R. P. A., VILAS BOAS, M. A., Reuso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da

alface, **Revista Engenharia Agrícola**, v.27,nº.1, p.152-163, Jaboticabal, 2007.

BERNARDI, C. C. **Reuso de água para irrigação**. MBA. (Monografia em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, área de concentração em Planejamento Estratégico).Brasília-DF: ISEA-FGV/ ECOBUSINESS SCHOOL, 2003.

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.

BRASIL, Política Nacional de Recursos Hídricos, Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídrico, LEI Nº9.433, DE 08 DE JANEIRO DE 1997. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/blei19979433.pdf>, acesso em 30/09/2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional da vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. Regulamento Técnico Sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos. In: Diário Oficial da União, **Brasília**, 02/01/2001a. p.1-54. Seção 1.

BRASIL: **Agencia Nacional de vigilância sanitária** (ANVISA), RESOLUÇÃO - Nº. 12, DE 1978, Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), publicado no D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, 24 de julho de 1978- Brasília-DF, 1978. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/e57b7380474588a39266d63fbc4c6735/RESOLUCAO\\_12\\_1978.pdf](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/e57b7380474588a39266d63fbc4c6735/RESOLUCAO_12_1978.pdf), acesso em: 21/02/2015.

CARDOSO, A.D. ALVARENGA, M. A. R., MELO, T. L., VIANA, A. E. S., Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1729-1736, 2007.

CATURRA, J. A. A. F., **Avaliação da aplicação de subprodutos da indústria de queijo e de etanol na produção da cultura de alface**, (Dissertação de Mestrado) Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Beja- Mestrado em Engenharia do Ambiente- Beja- 2013.

CEFS-PE- Comissão Estadual de Fertilidade do Solo- PE- Recomendação de adubação do Estado de Pernambuco, 2ª aproximação. Instituto Agrônomo de Pernambuco- Recife-PE- 2008

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças. Fisiologia e manuseio**. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), ESAL, 1990. 293p.

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: 14/01/2015.

CONAMA, **CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE**. RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011, Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm>. Acesso em: 11/08/2014.

CORDEIRO, G. G., Qualidade de Água para Fins de Irrigação, Conceitos básicos e práticos, documento 167, **EMBRAPA Semiárido** – Petrolina- PE-2001.

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. C. Avaliação dos aspectos sanitários, agronômicos e de qualidade em melancias irrigadas com esgoto tratado (Dissertação Mestrado). Fortaleza: UFC, 2006. 105p.

DAMASCENO, L. A; GUIMARÃES M. A; GUIMARÃES, A. R. Produtividade de beterraba em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v 29, nº2: 2011.

DUARTE. A. S., **Reuso de água residuária tratada na irrigação da cultura do pimentão** (*Capsicum Annum L*), Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Piracicaba -2006.

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. **Rev. atual**, Rio de Janeiro, 1997.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed, Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro, 2006, 306p.

FERNANDEZ, J. C. e GARRIDO, R. J. Economia dos recursos hídricos. Salvador: **EDUFBA**, 2002.

FERREIRA, O. E., BELTRÃO, N. E. M. KONIG, A., Efeitos da aplicação de água residuária e nitrogênio sobre o crescimento e produção do algodão herbáceo, **Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas.**, Campina Grande, v.9, n.1/3, p.893-902, jan./dez. 2005.

FILGUEIRA, F. A. R., Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2º edição **revista e ampliada**. Viçosa: UFV, 412 p. 2003.

FILGUEIRA, F. A. R., Novo manual de olericultura: Agroecologia Moderna na Produção e comercialização de Hortaliças - 3ª ed. rev. e ampliada- **Viçosa, MG**: Ed. UFV. 2007.

FILHO, A. G. A., OLIVEIRA, M. A. R., RIBAS DOLL, M. M., PHILIPPSSEN, N. A. Estudos de demanda hídrica de culturas olerícolas para dimensionamento de reservatório de aproveitamento de água de chuva pelo método dos dias consecutivos sem precipitação pluviométrica, **Revista de Engenharia e Tecnologia**, V. 2, Nº. 3, p. 58-68, 2010.

FRANCIELE A. C., SAMPAIO, S. C., SMANHOTTO, A., NÓBREGA, L. H. P., QUEIROZ, M. M. F. & GOMES, B. M. Características químicas de solo cultivado com soja e irrigado com água residuária da suinocultura, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.7, p.692–697, Campina Grande, PB, 2010.

GUIDOLIN, J. C. **Reuso de efluentes**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério

do Meio Ambiente, 2006.

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

HIDAPUR, M., MOSTAFAZADEH-FARD, B., ABEDI KOUPI, J., MALEKIAN, R. The effects of treated wastewater on soil Chemical properties using subsurface and surface irrigation methods. **Agriculture water Management**, v. 90, n° 1-2, p. 87-94, 2007.

HUSSAR, G. J., PARADELA, A. L., BASTOS, M. C., Reis, T. K. B., JONAS, T. C., SERRA, W., GOMES, J. P. Efeito do Uso do Efluente de Reator Anaeróbio Compartimentado na Fertirrigação da Beterraba, **Eng. ambient.** - Espírito Santo do Pinhal ,v. 2, n. 1, p. 035-0 45, 2005.

IAL- Instituto Adolfo Lutz, Métodos físico-químicos para análise de alimentos, IV edição 1ª Edição Digital – São Paulo: 2008 p. 1020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 1995/96 e 2006. Brasil. 2009. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil\\_2006/](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/), acesso em 10/01/2015.

IEA- Instituto de Economia Agrícola- Previsões e Estimativas das Safras Agrícolas do Estado de São Paulo, Ano Agrícola 2011/12, 3º Levantamento, Fevereiro de 2012.

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.

JACOB NETO, J. Efeito de diferentes formas de nitrogênio na nodulação e crescimento de *Acácia mangium* flores e ambiente V. 5, n.1, p.104-110, jan./dez. 1998.

KIZILOGLU, F.M., TURAN, M., SAHIN, U., KUSLU, Y., DURSUN, A., Effects of untreated and treated wastewater irrigation on some chemical properties of cauliflower (*brassica alereacea* L. var. *botrytis*) and red cabbage (*brassica alereacea* L. var. *ruba*) grown on calcareous soil in Turkey. **Agricultural water Management**. V.95, n°6,p.716-724, 2008.

KVET, J. et al. Methods of growth analysis. In: SESTEK, Z.; CATSKY, J.JARVIL, P. G. (Eds.). *Plants photosynthetic production : manual of methods*. **Haia**: [s.n.], 1971. p.343-349.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Rima Editora – São Carlos, 2006. 550p.

LAURENSEN, S., KUNHIKRISHNAN, A. N. S., BOLA, R., NAIDU, J. MCKAY AND 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.

MAGRIN, G. et al. Latin America. In: PARRY, M. L. et al. (ed.) *Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge university Press, 2007. p.581-615.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: **princípios e aplicações**. Piracicaba, 1997. 319 p.

MARENGO, J. A., AMBRIZZI, T. et al. Cenários regionalizados de clima no Brasil para o século XXI: Projeções de clima usando três modelos regionais. Relatório 3. Ministério do Meio ambiente (MMA), secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), diretoria de Conservação da Biodiversidade (DCBio). Mudanças Climáticas Globais e efeitos sobre a Biodiversidade – subprojeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília, 2007.

MARQUELLI, W. A., OLIVEIRA, R. A., C. SILVA, W. L. C., Irrigação da Cultura da Cenoura, **Circular técnico**, 48, EMBRAPA, Brasília, 2007.

MARQUES, L. F.; MEDEIROS, D. C., COUTINHO, O. L.; MEDEIROS, C. de B.; VALE, L. S., Produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.5, n. 1, p. 24-31. 2010.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. **San Diego**: Academic Press, 1995. 889p.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H.R.; SOARES, F.A.L.; ANDRADE, L.O.; NASCIMENTO, E.C.S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.7, p.747–754, 2010.

NOVAIS, R.F., ALVAREZ V., V.H., BARROS, N.F., FONTES, R.L.F., CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. SBCS,. Fertilidade do Solo, 1017p, Viçosa, 2007

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 irrigataion in the Mediterranean Region.Italy, 1997.

PARANYCHIANAKIS, N.V.; Salgot, M.; Angelakis, A.N. **Irrigation with recycled water: Guidelines and regulations**. In Treated Wastewater in Agriculture: Use and Impacts on the Soil Environments and Crops; Levy, G., Fine, A., Bar-Tal, A., Eds.; Wiley Knowledge for Generations: Hoboken, NJ, USA; Oxford, UK, 2011; Chapter 3. pp. 77–111.

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.

PEREIRA, P. R. G.; SILVA, D. H. J.; FONTES, P.C.R.; MARTINEZ, H.E.P.; BARACATPEREIRA, M.C. Teores de nitrato, composição mineral e produção de raízes de beterraba em solo com alto nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, n.1, p.104, maio 1995.

PEREIRA, M. A. B., DOTTO, M. C. BESSA, N. F. G., SILVA, M. G., ERASMO, E. A. L.,

Produção e qualidade sanitária de alface adubada com efluente de fossa séptica biodigestora, **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.115-130, 2012.

PINTO, M. C. K., **Contaminação do lençol freático e cultivo de alface sob irrigação com água residuária** (Dissertação Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu-SP- 2011.

PURQUERIO, L. F. V., FACTOR TL; LIMA JR. S., TIVELLI S. W., TRANI P. E., BREDA JR . J. M., ROCHA M. A. V. Produtividade e qualidade de beterraba cultivada em plantio direto em função do nitrogênio e molibdênio. **Horticultura Brasileira** v. 27, n. 2, 2009.

REBOUÇAS, J. R. L.; DIAS, N. DA S.; GONZAGA, M. I. DA S.; GHEYI, H. R.; SOUSA NETO, O. N., Crescimento do feijão caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. **Revista Caatinga**, v.23, p.97-102, 2010.

RESENDE, G. M. CORDEIRO, G. G. Uso da Água Salina e Condicionador de Solo na Produtividade de Beterraba e Cenoura no Semiárido do Submédio São Francisco, **Comunicado Técnico**, 128, Embrapa Semiárido, 1ª edição, Formato digita, Petrolina-PE-2007.

RIBEIRO JR., J. I. Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas). **Viçosa**, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301p.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of, saline and alkali soil**. Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p.

SANDRI, D. MATSURA, E. E. & TESTEZLAF, R. Alteração química do solo irrigado por aspersão e gotejamento subterrâneo e superficial com água residuária, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, V. 3, nº 6, p. 755-764, Campina Grande- PB, 2009.

SANTOS, K. D.; HENRIQUE, I. N.; SOUSA, J. T. DE DUARTE, V. L. Utilização de esgoto tratado na fertirrigação agrícola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.1, p.1-8, 2006.

SANTOS JUNIOR, E. L. S. et al, BACIA HIDROGRÁFICA Desafios da gestão de recursos hídricos e do saneamento básico no município de Cuiabá- MT- **Cuiabá** – 2011.

SHANNON, M. C.; CERVINKA, V.; DANIE, D. A. **Drainage Water Reuse**. In: Water Reports 13: Management of agricultural drainage water quality: Rome: FAO - Food and Agriculture Organization of The United Nations, 1997. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/W7224E/w7224e00.htm>. Acesso em: 18 nov. 2014.

SHOCK C. C, SEDDIGH M, SAUNDERS LD STIEBER TD MILLER J. The beet nitrogen uptake and performance following heavily fertilized onion. **Agronomy Journal** 92: 10-15, 2000.

SILVA, D. J. P., Resíduos da Indústria de Laticínios. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Viçosa, Viçosa-MG, 2011.

SILVA, A. O., **Fertirrigação e controle da salinidade no cultivo de beterraba em ambiente protegido**, (Dissertação Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP-2012.

SILVA, E. A., RAMOS, J. D., SILVA, F. O. R., SOARES, F. M., SANTOS, V. A., FERREIRA, E. A. Adição de água residuária de laticínio em substrato para produção de mudas de maracujazeiro “amarelo”, **Revista Agrária**, v.7, n.23, p.49-59, Dourados, 2014.

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; MARTINS, I. P.; CARVALHO, C. V. M.; CARVALHO, W. B. Sanidade de frutos de pimentão fertirrigado com água residuária da suinocultura. *Amibi-Agua*, **Taubaté**, v. 8, n. 2, p 124-134, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 4. ed. Porto alegre, RS: Artmed, 2009.

TESTEZLAF, R., **IRRIGAÇÃO: Métodos, Sistemas e Aplicações**, UNICAMP- CAMPINAS, 2011. Disponível em: [http://www.feagri.unicamp.br/irrigacao/livro/livro\\_testezlaf\\_versao1.pdf](http://www.feagri.unicamp.br/irrigacao/livro/livro_testezlaf_versao1.pdf). Acesso em: 30/10/2014.

TIVELLI, S. W., FACTOR, T. L., TERAMOTO, J. R. S., FABRI, E. G., MORAES, A. R. A., TRANI, P. E., MAY, A. Beterraba: do plantio à comercialização, (Série Tecnologia APTA. **Boletim Técnico IAC**, 210), 45p. Campinas: Instituto Agrônômico, 2011.

TRANI, P. E., PASSOS, F. A., TAVARES, M., AZEVEDO FILHO, J. A.. Beterraba, nabo, rabanete e salsa. In: RAIJ, B. V AN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. (Revisada e Atualizada). Campinas: **Instituto Agrônômico & Fundação IAC**, 1997. p.174. (Boletim Técnico n.º 100)

TRANI, P.E.; CANTARELLA, H.; TIVELLI, S.W. Produtividade de beterraba em função de doses de sulfato de amônio em cobertura. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v. 23, n. 3, p. 726-730, 2005.

TUCCI, C. E. M., HESPANHOL, I., CORDEIRO NETTO, O. M. *Gestão da água no Brasil—Brasília* : UNESCO, 2001. 156p.

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.

## ANEXOS

## Anexo I: Análise do solo após o experimento



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO E ÁGUA  
Rua Presidente Tancredo Neves s/n Bairro Jardim Sorrilândia  
Sousa-PB CEP 58.805.029 Fone: 0x83 556 1029/522 2727



Proprietário: JOÃO FERREIRA NETO	Propriedade: IFPB Campus Sousa	Localidade: São Gonçalo
Município: Sousa	Estado: PB	Data Entrada: 02/12/014
		Data de Saída: 11/01/2015

## Análise Química e de Fertilidade

Amostra	Prof. cm	pH H <sub>2</sub> O	CECs dSm <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	SB	CTC	V %	MO g kg <sup>-1</sup>	PST %	Cultura
A1 D0	0-20	7,7	3,87	2116	2,01	0,27	11,0	2,1	0,0	0,0	15,4	15,4	100	47,29	2	Beterraba
A1 D1	0-20	7,7	3,14	552	1,47	0,18	7,9	2,0	0,0	0,0	11,6	11,6	100	29,55	2	Beterraba
A1 D2	0-20	7,6	3,87	2670	2,02	0,27	9,1	2,7	0,0	0,0	14,1	14,1	100	47,88	2	Beterraba
A1 D3	0-20	7,3	3,95	658	1,43	0,16	8,7	2	0,0	0,0	12,3	12,3	100	31,52	1	Beterraba
A1 D4	0-20	7,4	3,99	1357	2,25	0,20	9,5	1,7	0,0	0,0	13,7	13,7	100	45,51	1	Beterraba
A2 D0	0-20	8,0	3,99	1516	2,17	0,21	8,3	1,6	0,0	0,0	12,3	12,3	100	64,62	2	Beterraba
A2 D1	0-20	7,8	4,59	511	2,03	0,35	7,8	0,8	0,0	0,0	11,0	11,0	100	33,49	3	Beterraba
A2 D2	0-20	7,8	4,35	1668	2,11	0,33	9,8	1,1	0,0	0,0	13,3	13,3	100	39,60	2	Beterraba
A2 D3	0-20	7,5	3,51	587	1,69	0,42	7,9	1,4	0,0	0,0	11,4	11,4	100	29,95	4	Beterraba
A2 D4	0-20	7,6	5,20	2209	2,34	0,29	9,6	2,8	0,0	0,0	15,0	15,0	100	51,42	2	Beterraba
A3 D0	0-20	8,0	4,47	1178	1,97	0,80	8,1	0,8	0,0	0,0	11,7	11,7	100	26,00	7	Beterraba
A3 D1	0-20	7,9	5,92	3579	2,48	1,07	9,4	1,9	0,0	0,0	14,9	14,9	100	31,52	7	Beterraba
A3 D2	0-20	7,8	5,20	868	2,11	0,80	7,6	2,6	0,0	0,0	13,1	13,1	100	39,60	6	Beterraba
A3 D3	0-20	7,7	4,72	1097	2,25	0,73	8,3	1,9	0,0	0,0	13,2	13,2	100	40,19	6	Beterraba
A3 D4	0-20	7,6	4,96	1688	1,52	0,83	11,2	0,7	0,0	0,0	14,3	14,3	100	47,29	6	Beterraba

P, K, Na: Extrator Mehlich1; Al, Ca, Mg Extrator KCL 1M; SB=Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup>+K<sup>+</sup>+Na<sup>+</sup>; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; CTC=SB+H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black; PST= Porcentagem de Sódio Trocável.

Hermano Oliveira Rolim  
Eng.º Agrônomo M.Sc. Manejo de Solo  
CREA-PI 952D Reg. Nac. 190199884-3

João Jones da Silva  
Graduado em Ciências Agrárias  
Matricula SIAPE N° 18242979

**Anexo II: Análise estatística para altura de plantas aos 24, 44 ,55 e 64 Dias Após o Semeio (DAS)**

**AP24DAS- ALTURA DE PLANTAS AOS 24 DIAS APÓS O SEMEIO**

Fontes de Var.	GL	Soma de Quad.	Q. Médio	F	Sig.
Total	59	109.2541			
Total de Redução	17	75.38090	4.434171	5.50	0.0000
REP	3	3.221418	1.073806	1.33	0.2770
TA	2	49.58150	24.79075	30.74	0.0000
DOSEN	4	6.434383	1.608596	1.99	0.1129
DOSEN*TA	8	16.14360	2.017950	2.50	0.0255
Resíduo	42	33.87316	0.8065037		

Número de Dados = 60  
Média Geral = 11.481  
Coef. de Variação=7.8222

**AP44DAS- ALTURA DE PLANTAS AOS 44 DIAS APÓS O SEMEIO**

Fontes de Var.	GL	Soma de Quad.	Q. Médio	F	Sig.
Total	59	495.7451			
Total de Redução	17	408.9588	24.05640	11.64	0.0000
REP	3	14.43284	4.810947	2.33	0.0882
TA	2	297.2154	148.6077	71.92	0.0000
DOSEN	4	25.78605	6.446512	3.12	0.0246
DOSEN*TA	8	71.52452	8.940565	4.33	0.0007
Resíduo	42	86.78631	2.066341		

Numero de Dados= 60  
Média geral = 35.277  
Coef. de Variação = 4.0749

**AP55DAS- ALTURA DE PLANTAS AOS 55 DIAS APÓS O SEMEIO**

Fontes de Var.	GL	Soma de Quad.	Q. Médio	F	Sig.
Total	59	397.0156			
Total de Redução	17	305.6815	17.98126	8.27	0.0000
REP	3	19.31670	6.438899	2.96	0.0430
TA	2	105.8992	52.94962	24.35	0.0000
DOSEN	4	46.36159	11.59040	5.33	0.0015
DOSEN*TA	8	134.1040	16.76299	7.71	0.0000
Resíduo	42	91.33408	2.174621		

Número de Dados= 60  
Média Geral = 41.618  
Coef. de Variação = 3.5433

**AP64DAS- ALTURA DE PLANTAS AOS 64 DIAS APÓS O SEMEIO**

Fontes de Var.	GL	Soma de Quad.	Q. Médio	F	Sig.
Total	59	455.0342			
Total de Redução	17	379.9087	22.34757	12.49	0.0000
REP	3	18.08422	6.028073	3.37	0.0272
TA	2	88.88450	44.44225	24.85	0.0000
DOSEN	4	37.55216	9.388040	5.25	0.0016
DOSEN*TA	8	235.3878	29.42348	16.45	0.0000

Resíduo 42 75.12551 1.788703  
 Número de Dados= 60  
 Média Geral = 43.333  
 Coef. de Variação = 3.0864

**Anexo III:** Análise estatística para número de folhas aos 24, 44,55 e 64 Dias Após o semeio (DAS)

**NF24DAS- NÚMERO DE FOLHAS AOS 24 DIAS APÓS O SEMEIO**

Fontes de Var.	GL	Soma de Quad.	Q. Médio	F	Sig.
Total	59	8.038793			
Total de Redução	17	2.962363	0.1742567	1.44	0.1659
REP	3	0.6014200	0.2004733	1.66	0.1905
TA	2	0.4851433	0.2425717	2.01	0.1471
DOSEN	4	0.5170100	0.1292525	1.07	0.3837
DOSEN*TA	8	1.358790	0.1698487	1.41	0.2226
Resíduo	42	5.076430	0.1208674		

Número de Dados= 60  
 Média Geral = 3.8397  
 Coef. de Variação = 9.0544

**NF44DAS- NÚMERO DE FOLHAS AOS 44 DIAS APÓS O SEMEIO**

Fontes de Var.	GL	Soma de Quad.	Q. Médio	F	Sig.
Total	59	28.24030			
Total de Redução	17	9.734217	0.5726010	1.30	0.2396
REP	3	2.788167	0.9293889	2.11	0.1134
TA	2	2.030770	1.015385	2.30	0.1123
DOSEN	4	1.832733	0.4581833	1.04	0.3981
DOSEN*TA	8	3.082547	0.3853183	0.87	*****
Resíduo	42	18.50608	0.4406210		

Número de Dados= 60  
 Média Geral = 9.1350  
 Coef. de Variação = 7.2665

**NF55DAS- NÚMERO DE FOLHAS AOS 55 DIAS APÓS O SEMEIO**

Fontes de Var.	GL	Soma de Quad.	Q. Médio	F	Sig.
Total	59	44.22479			
Total de Redução	17	27.12956	1.595857	3.92	0.0002
REP	3	12.44802	4.149340	10.19	0.0000
TA	2	2.447163	1.223582	3.01	0.0602
DOSEN	4	3.936543	0.9841358	2.42	0.0635
DOSEN*TA	8	8.297837	1.037230	2.55	0.0232
Resíduo	42	17.09523	0.4070293		

Número de Dados= 60  
 Média Geral = 10.776  
 Coef. de Variação = 5.9203

**NF64DAS- NÚMERO DE FOLHAS AOS 64 DIAS APÓS O SEMEIO**

Fontes de Var.	GL	Soma de Quad.	Q. Médio	F	Sig.
----------------	----	---------------	----------	---	------

Total	59	39.20249			
Total de Redução	17	11.00522	0.6473661	0.96	*****
REP	3	0.9526800	0.3175600	0.47	*****
TA	2	2.280103	1.140052	1.70	0.1954
DOSEN	4	1.613577	0.4033942	0.60	*****
DOSEN*TA	8	6.158863	0.7698579	1.15	0.3534
Resíduo	42	28.19727	0.6713636		

Número de Dados= 60  
Média Geral = 11.455  
Coef. de Variação = 7.1531

#### Anexo IV: Análise estatística para os teores de N, P e K nas folhas da beterraba

##### %N- PORCENTAGEM DE NITROGÊNIO DA BETERRABA

Fontes de Var.	GL	Soma de Quad.	Q. Médio	F	Sig.
Total	59	8.939273			
Total de Redução	17	2.693407	0.1584357	1.07	0.4157
REP	3	0.5840333	0.1946778	1.31	0.2841
TA	2	1.122413	0.5612067	3.77	0.0311
DOSEN	4	0.3538400	0.8846000E-01	0.59	*****
DOSEN*TA	8	0.6331200	0.7914000E-01	0.53	*****
Resíduo	42	6.245867	0.1487111		

Número de Dados= 60  
Média Geral = 4.7323  
COef. de Variação = 8.1489

##### G/KGN- TEOR DE NITROGÊNIO NAS FOLHAS DA BETERRABA

Fontes de Var.	GL	Soma de Quad.	Q. Médio	F	Sig.
Total	59	1059.116			
Total de Redução	17	274.8972	16.17042	0.87	*****
REP	3	62.95453	20.98484	1.12	0.3503
TA	2	113.7413	56.87065	3.05	0.0582
DOSEN	4	35.48218	8.870544	0.48	*****
DOSEN*TA	8	62.71921	7.839902	0.42	*****
Resíduo	42	784.2192	18.67189		

Números de Dados= 60  
Média Geral = 47.301  
Coef. de Variação = 9.1353

##### G/KGP- TEOR DE FÓSFORO NAS FOLHAS DA BETERRABA

Fontes de Var.	GL	Soma de Quad.	Q. Médio	F	Sig.
Total	59	1.143840			
Total de Redução	17	0.4972867	0.2925216E-01	1.90	0.0461
REP	3	0.2877467	0.9591556E-01	6.23	0.0014
TA	2	0.3601000E-01	0.1800500E-01	1.17	0.3204
DOSEN	4	0.1479733	0.3699333E-01	2.40	0.0648
DOSEN*TA	8	0.2555667E-01	0.3194583E-01	0.21	*****
Resíduo	42	0.6465533	0.1539413E-01		

Número de Dados= 60

Média Geral = 1.8640  
 Coef. De Variação= 6.6563

#### **G/KGK- TEOR DE POTÁSSIO NAS FOLHAS DA BETERRABA**

<b>Fontes de Var.</b>	<b>GL</b>	<b>Soma de Quad.</b>	<b>Q. Médio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Total	59	4105.143			
Total de Redução	17	4024.328	236.7252	123.03	0.0000
REP	3	6.139667	2.046556	1.06	0.3748
TA	2	2549.547	1274.773	662.51	0.0000
DOSEN	4	575.0776	143.7694	74.72	0.0000
DOSEN*TA	8	893.5643	111.6955	58.05	0.0000
Resíduo	42	80.81498	1.924166		

Número de Dados= 60

Média Geral = 60.805

Coef. de Variação = 2.2813

**ANEXO V:** análise de variância das variáveis peso fresco, peso seco, peso do fruto, diâmetro transversal e longitudinal, Brix, pH, acidez em ácido cítrico e acidez total

#### **PFRESCO- MASSA FRESCA DA PARTE AÉRA DA BETERRABA**

<b>Fontes de Var.</b>	<b>GL</b>	<b>Soma de Quad.</b>	<b>Q. Médio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Total	59	9007.771			
Total de Redução	17	8701.206	511.8357	70.12	0.0000
REP	3	15.30426	5.101419	0.70	*****
TA	2	512.8112	256.4056	35.13	0.0000
DOSEN	4	1584.148	396.0370	54.26	0.0000
DOSEN*TA	8	6588.943	823.6179	112.84	0.0000
Resíduo	42	306.5643	7.299150		

Número de Dados= 60

Média Geral = 142.68

Coef. de Variação = 1.8935

#### **PSECO- MASSA SECA DA PARTE AÉREA DA BETERRABA**

<b>Fontes de Var.</b>	<b>GL</b>	<b>Soma de Quad.</b>	<b>Q. Médio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Total	59	183.4675			
Total de Redução	17	95.02147	5.589498	2.65	0.0052
REP	3	9.706880	3.235627	1.54	0.2191
TA	2	12.86926	6.434632	3.06	0.0577
DOSEN	4	12.05293	3.013232	1.43	0.2406
DOSEN*TA	8	60.39240	7.549050	3.58	0.0030
Resíduo	42	88.44602	2.105858		

Número de Dados= 60

Média Geral = 13.959

Coef. de Variação = 10.396

#### **PFRUTO- PESO DO TOBERCULO DA BETERRABA**

<b>Fontes de Var.</b>	<b>GL</b>	<b>Soma de Quad.</b>	<b>Q. Médio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Total	59	25916.42			
Total de Redução	17	25568.44	1504.026	181.53	0.0000
REP	3	99.81256	33.27085	4.02	0.0134

TA	2	13200.72	6600.362	796.63	0.0000
DOSEN	4	1398.057	349.5143	42.18	0.0000
DOSEN*TA	8	10869.84	1358.731	163.99	0.0000
Resíduo	42	347.9838	8.285329		

Número de Dados= 60

Média Geral = 143.75

Coef. de Variação = 2.0024

#### DTRAN- DIÂMETRO TRANSVERSAL DO TOBERCULO DA BETERRABA

Fontes de Var.	GL	Soma de Quad.	Q. Médio	F	Sig.
Total	59	1342.417			
Total de Redução	17	874.8253	51.46031	4.62	0.0000
REP	3	156.2848	52.09493	4.68	0.0066
TA	2	340.4170	170.2085	15.29	0.0000
DOSEN	4	65.37302	16.34326	1.47	0.2290
DOSEN*TA	8	312.7504	39.09380	3.51	0.0034
Resíduo	42	467.5922	11.13315		

Número de Dados= 60

Média Geral = 66.617

Coef. de Variação = 5.0087

#### DLONG- DIÂMETRO LONGITUDINAL DO TOBERCULO DA BETERRABA

Fontes de Var.	GL	Soma de Quad.	Q. Médio	F	Sig.
Total	59	1084.929			
Total de Redução	17	753.5512	44.32654	5.62	0.0000
REP	3	60.30077	20.10026	2.55	0.0687
TA	2	205.4947	102.7473	13.02	0.0000
DOSEN	4	71.17319	17.86830	2.26	0.0782
DOSEN*TA	8	416.2825	52.03532	6.60	0.0000
Resíduo	42	331.3781	7.889954		

Número de dados= 60

Média Geral = 58.547

Coef. de Variação = 4.7977

#### BRIX

Fontes de Var.	GL	Soma de Quad.	Q. Médio	F	Sig.
Total	59	53.36187	1.184641	1.50	0.1428
Total de Redução	17	20.13890	1.485127	1.88	0.1481
REP	3	4.455380	2.987132	3.78	0.0310
TA	2	5.974263	1.183760	1.50	0.2205
DOSEN	4	4.735040	0.6217775	0.79	*****
DOSEN*TA	8	4.974220	0.7910231		
Resíduo	42	33.22297			

Número de dados= 60

Média Geral = 9.6057

Coef. de Variação = 9.2591

**PH**

<b>Fontes de Var.</b>	<b>GL</b>	<b>Soma de Quad.</b>	<b>Q. Médio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Total	59	0.6234400			
Total de Redução	17	0.1394533	0.8203137E-02	0.71	*****
REP	3	0.7613333E-02	0.2537778E-02	0.22	*****
TA	2	0.8121000E-01	0.4060500E-01	3.52	0.0385
DOSEN	4	0.1015667E-01	0.2539167E-02	0.22	*****
DOSEN*TA	8	0.4047333E-01	0.5059167E-02	0.44	*****
Resíduo	42	0.4839867	0.1152349E-01		

Número de dados= 60  
Média Geral = 6.2660  
Coef. de Variação = 1.7132

**ACCITRIC- ACIDEZ EM ÁCIDO CÍTRICO**

<b>Fontes de Var.</b>	<b>GL</b>	<b>Soma de Quad.</b>	<b>Q. Médio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Total	59	0.6354850E-02			
Total de Redução	17	0.3123017E-02	0.1837069E-03	2.39	0.0112
REP	3	0.2261917E-02	0.7539722E-03	9.80	0.0001
TA	2	0.3964000E-03	0.1982000E-03	2.58	0.0881
DOSEN	4	0.2617667E-03	0.6544167E-04	0.85	*****
DOSEN*TA	8	0.2029333E-03	0.2536667E-04	0.33	*****
Resíduo	42	0.3231833E-02	0.7694841E-04		

Número de dados= 60  
Média Geral = 0.66450E-01  
Coef. de Variação = 13.201

**ACTOTAL- ACIDEZ TOTAL**

<b>Fontes de Var.</b>	<b>GL</b>	<b>Soma de Quad.</b>	<b>Q. Médio</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Total	59	1.583133			
Total de Redução	17	0.3423267	0.2013686E-01	0.68	*****
REP	3	0.1124933	0.3749778E-01	1.27	0.2972
TA	2	0.9477333E-01	0.4738667E-01	1.60	0.2132
DOSEN	4	0.7500000E-01	0.1875000E-01	0.63	*****
DOSEN*TA	8	0.6006000E-01	0.7507500E-02	0.25	*****
Resíduo	42	1.240807	0.2954302E-01		

Número de dados= 60  
Média Geral = 1.0367  
Coef. de Variação = 16.580

ANEXO VI: Fotos do Projeto



