

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL URBANA**

**CULTIVO DE MILHO IRRIGADO COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO:
ALTERNATIVA TÉCNICA E ECONÔMICA PARA O PEQUENO AGRICULTOR
NO SEMIÁRIDO BAIANO**

Luana Tavares Silva

Salvador
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL URBANA

**CULTIVO DE MILHO IRRIGADO COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO:
ALTERNATIVA TÉCNICA E ECONÔMICA PARA O PEQUENO AGRICULTOR
NO SEMIÁRIDO BAIANO**

Luana Tavares Silva

Dissertação apresentada ao
mestrado em Engenharia Ambiental Urbana
como requisito parcial à obtenção do título
de MESTRE EM ENGENHARIA
AMBIENTAL URBANA

Orientador: Prof. Dr. Yvonilde Dantas Pinto Medeiros
Agência Financiadora: CAPES

Salvador
2015

-
- S586 Silva, Luana Tavares.
Cultivo de milho irrigado com esgoto doméstico tratado no semiárido baiano: alternativa técnica e econômica para o pequeno agricultor / Luana Tavares Silva. – Salvador, 2015.
- 77 f.: il. color.
- Orientadora: Profa. Dra. Yvonilde Dantas Pinto Medeiros
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2015.
1. Esgoto doméstico. 2. Água – reuso. 3. Agricultura. 4. Regiões semiáridas – São Domingos. I. Medeiros, Yvonilde Dantas Pinto. II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.
- CDD: 628.3
-

Engenheira Agrônoma, formada pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB (2013).

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE
LUANA TAVARES SILVA

APRESENTADA AO MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL URBANA,
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, EM 03 DE AGOSTO DE 2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. (a) Dr. (a) Yvonilde Dantas Pinto
Medeiros
Orientador MEAU - UFBA

Prof.(a) Dr.(a) Iara Brandão de Oliveira
MEAU - UFBA

Prof.(a) Dr.(a) Henrique Tomé da Costa Mata
PPGE - UFBA

Prof.(a) Dr.(a) Vital Pedro da Silva Paz
PPGEA – UFRB

DEDICATÓRIA

Dedico ao meu Pai do céu, a minha mãe na terra e a cada um que fez parte da minha trajetória.

“Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha e não nos deixa só porque deixa um pouco de si e leva um pouquinho de nós. Essa é a mais bela responsabilidade da vida e a prova de que as pessoas não se encontram por acaso.”

Charles Chaplin

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo direcionamento, equilíbrio e sabedoria ao longo desses dois anos;

Aos meus pais, avós e irmãos pela base, apoio e incentivo nos momentos de dificuldade e insegurança.

Aos amigos de Pós-graduação, Angélica, Zenite, Solange, além dos colegas do GRH, pelos desafios superados juntos.

Aos meus amigos de vida Mariana Lays, Diego Lima, Larissa D'Eça, Diane Éllem, vocês fizeram essa trajetória muito mais, divertida e suave, obrigada pela força e apoio de vocês,

Também não posso deixar de ressaltar o meu carinho e gratidão ao meu namorado Adriano Assis por toda a ajuda durante os trabalhos realizados, por toda paciência nos momentos de insegurança, sem você tudo seria mais difícil.

Agradeço a todos os colaboradores do Município de São Domingos, destacando o Prefeito Nafitel Oliveira;

Ao Dono da propriedade em que foi desenvolvida a pesquisa Senhor Etevaldo e aos agricultores Dona Isabel e Vinícius, muito obrigada.

Meus sinceros agradecimentos ao mestrado de engenharia ambiental urbana pelo aprendizado e troca de conhecimentos realizada,

A minha orientadora Yvonilde Medeiros pela oportunidade e suporte no desenvolvimento da pesquisa,

Agradeço muitíssimo o apoio, incentivo e força do professor Vital Paz;

As colaborações e demais professores que acompanharam o desenvolvimento desse trabalho, obrigada pelas contribuições foi imprescindível para conclusão desse trabalho;

Agradeço muito à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa;

Em fim agradeço a todos que de alguma forma, contribuíram para o alcance dessa conquista, deixo aqui o meu apreço e gratidão.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi determinar a viabilidade técnica e econômica do cultivo de milho irrigado com esgoto doméstico tratado para o pequeno agricultor em São Domingos localizada no semiárido baiano. Para isso investigou-se os parâmetros de produção do milho cultivado mediante aplicação de esgoto doméstico tratado com diferentes lâminas de água a partir da evaporação do tanque classe A e posterior avaliação da produção e possível viabilidade econômica de cultivo em escala real. A primeira fase da pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação construída em campo, no município de São Domingos-BA. O trabalho foi realizado em escala experimental utilizando delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5X4 com 4 repetições, totalizando 80 unidades experimentais compostas por vasos de 60L, com cinco sementes de milho cultivar catingueiro em cada vaso inicialmente. Os tratamentos foram compostos por cinco níveis de diluição do efluente com água de abastecimento nas porcentagens de: 0, 25, 50, 75 e 100%, além das lâminas aplicadas nas porcentagens de 60, 90, 120 e 150% da evaporação do tanque classe A. Foram mensurados os parâmetros para avaliação do desenvolvimento da planta, concluindo que as diluições do esgoto com 75 e 100% e lâminas de 120% produziram melhores resposta nas avaliações dos parâmetros de produção. A segunda fase da pesquisa foi desenvolvida em área adjacente a casa de vegetação. Foi montado um sistema de irrigação por gotejamento em área de 200m² utilizando 100% de esgoto doméstico para irrigação da cultura, realizando análises apenas da fase reprodutiva do ciclo, comprimento, diâmetro, peso de espigas, além de massa fresca da parte aérea além disso foi feito o levantamento dos custos de produção da safra para posterior análise de custo benefício da proposta de cultivo. De modo geral o uso do efluente viabilizou a produção em escala experimental e real com tendência a promover um desenvolvimento superior quando comparado com uso de água de abastecimento.

Palavra-chave: reúso, agricultura, são domingos.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the technical and economic viability of irrigated corn crop with treated sewage for the small farmer in the town of São Domingos, located in the State of Bahia's semiarid region. For that, the production parameters of the corn grown by applying domestic treated sewage with different water lines from the evaporation of the class A, tank and subsequent evaluation of production and possible economic feasibility of full-scale cultivation.

The first phase of the research was conducted in a greenhouse built on field, in the municipality of São Domingos. The work was carried out on an experimental scale using a completely randomized design outlining in a 5x4 factorial scheme with four repetitions, totalizing 80 experimental units composed by pots of 60L, with five "caatingueiro" corn seeds in each pot, initially. The treatments were composed of five levels of dilution of the effluent with water supply in the percentages of 0, 25, 50, 75 and 100%, in addition to the blades applied in the percentages of 60, 90, 120 and 150% evaporation of the tank class A.

The parameters for evaluation of plant development were measured, concluding that the dilution of sewage with 75 and 100% and 120% blades produced better response in the ratings of production parameters. The second phase of the research was developed in the area adjacent to the greenhouse. A drip irrigation system with a 200m² area using 100% of domestic sewage was set for irrigation of culture, performing analysis only in the reproductive phase of the cycle, length, diameter, weight of the cobs, besides fresh mass of the aerial part. Moreover, a survey of the crop production costs for further analysis of the benefit of the growing cost proposal was carried out. In general, the use of the effluent allowed the production at a real and experimental scale tending to promote a greater development when compared to the use of supply water.

Keywords: reutilization, agriculture, São domingos.

SUMÁRIO

	Pág.
BANCA EXAMINADORA	v
AGRADECIMENTOS	vii
RESUMO	viii
SUMÁRIO	x
ÍNDICE DE TABELAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	xv
1 INTRODUÇÃO	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Características da região semiárida e microrregião de estudo.....	19
2.2 Levantamento de Custos de produção.....	21
2.3 Produção agrícola do milho na Bahia.....	24
2.4 O reúso de água na agricultura e suas experiências.	25
2.5 Controle de riscos e regulação do reúso agrícola.	27
3 METODOLOGIA	31
3.1 Sistema de tratamento do esgoto doméstico.	31
3.2 Estrutura experimental em casa de vegetação.	32
3.2.1 <i>Delineamento experimental em casa de vegetação.</i>	34
3.3 Estrutura experimental em área piloto.....	35
3.4 Cálculo de custo e Produtividade.....	37
3.5 Processamento de dados.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 Água de abastecimento: Análise de qualidade química.	39
4.2 Esgoto doméstico: Captação e análise pós módulo de tratamento.	41
4.2.1 <i>Análise de pH do efluente doméstico antes e após módulo de</i> <i>tratamento.</i>	42
4.2.2 <i>Análise dos sólidos solúveis totais.</i>	43
4.2.3 <i>Análise da demanda química e bioquímica de oxigênio.</i>	43

4.2.4	<i>Análise do fósforo e nitrogênio amoniacal</i>	45
4.3	Análise de desenvolvimento do milho parte vegetativa do ciclo.....	46
4.3.1	<i>Altura da Planta</i>	46
4.3.2	<i>Número de folhas</i>	48
4.3.3	<i>Diâmetro do Caule</i>	50
4.4	Análise de produtividade do milho.....	51
4.4.1	<i>Massa fresca da parte aérea</i>	51
4.4.2	<i>Peso de Espiga</i>	53
4.4.3	<i>Comprimento e diâmetro da espiga</i>	55
4.5	Custo e viabilidade de produção para o pequeno agricultor da região... 58	
4.5.1	<i>Levantamento do custo de produção</i>	58
4.5.2	<i>Avaliação da produtividade de milho irrigado com 100% de esgoto tratado</i> . 60	
4.5.3	<i>Análise de viabilidade econômica do sistema de produção</i>	62
5	CONCLUSÕES	65
6	SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	66
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
	ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Percentagem média de tratamento do sistema fossa/filtro entre os dias 20/08/14 á 15/10/14.....	41
Tabela 2. Sólidos Sedimentáveis do efluente antes e após o módulo de tratamento.....	43
Tabela 3 Análise de variância das interações diluição lâmina, para altura de planta	46
Tabela 4 Análise de variância para número de folhas.	48
Tabela 5. Análise de variância para massa fresca da parte aérea.....	51
Tabela 6. Análise de variância para peso de espigas.	53
Tabela 7. Análise de variância para comprimento de espigas.	55
Tabela 8. Análise de variância diâmetro de espiga.....	58
Tabela 9 Levantamento dos custos fixos e variáveis para produção de milho irrigado com esgoto doméstico tratado.	59
Tabela 10 Estimativa de produtividade de milho segundo a metodologia da EMATER.	61
Tabela 11 Resultado real e extrapolação de valores da produção do milho em 200m ² e 10.000 m ²	62
Tabela 12 Extrapolações dos rendimentos monetários ao ano da comercialização de grãos e espigas.	63
Tabela 13 Estimativa de tempo de retorno do investimento sem adição de encargos e variações de preço.	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localização do município de São domingos, território do sisal, Bahia.	20
Figura 2. Croqui com detalhes do sistema de tratamento do esgoto doméstico.	31
Figura 3. Croqui, casa de vegetação, área irrigada e sistema de tratamento. .	32
Figura 4. Casa de vegetação onde desenvolveu-se o cultivo de milho em vasos.....	33
Figura 5. Unidade experimental, sequência de preenchimento dos baldes.	33
Figura 6. Montagem sistema de irrigação.....	36
Figura 7. Sistema em funcionamento aos 20 dias após o plantio.	36
Figura 8 Análise de água utilizada na composição dos tratamentos.....	39
Figura 9. Diagrama de classificação de águas para irrigação (RICHARDS, 1954).....	40
Figura 10. Amostras de esgoto para análises laboratoriais.	41
Figura 11. pH do efluente antes e após o módulo de tratamento com e sem cloração	42
Figura 12. Demanda Química (A) e Bioquímica (B) de Oxigênio do efluente antes e após o módulo de tratamento com e sem cloração.....	44
Figura 13. Teor de fósforo solúvel e nitrogênio amoniacal antes e após módulo de tratamento.....	45
Figura 14. Altura do caule fase vegetativa do ciclo. Desdobramento do tratamento nas lâminas aplicadas.....	47

Figura 15. Altura da planta, fase reprodutiva do ciclo. Interação tratamento/ lâmina dentro da lâmina 4.....	48
Figura 16 Número de folhas, fase reprodutiva do ciclo. A) tratamentos e B) Lâminas.	49
Figura 17 Diâmetro do caule durante todo o ciclo da cultura, avaliação dos tratamentos aplicados.	50
Figura 18 Massa fresca da parte aérea.	52
Figura 19 Avaliação peso de espiga mediante aplicação de diferentes diluições de esgoto doméstico tratado e diferentes lâminas de evaporação.	54
Figura 20. Comprimento de espigas.	56
Figura 21. Representação das espigas de milho e seus respectivos tratamentos.	57

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

ANOVA	Análise de variância
CE	Condutividade elétrica
CONAB	Companhia nacional de Abastecimento
CONAMA	Conselho nacional do meio ambiente
DAP	Dia após o plantio
EMATER	Empresa de assistência técnica e extensão rural
EMBRAPA	Empresa brasileira de pesquisa agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
PROSAB	Programa de Pesquisas em Saneamento Básico
RAS	Razão de adsorção de sódio
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SM	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i>
UASB	Upflow anaerobic sludge blanket
USSL	United States Salinity Laboratory
WHO	World Health Organization

1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos no Brasil correspondem a uma vazão da ordem de 169.000 m³ s⁻¹, cerca de 12 % do total mundial. Deste total, aproximadamente 9,4% se encontra na região norte do país onde vive 5 % da população brasileira e, os 2,6% restantes estão distribuídos nas demais regiões do país. Desse volume, 64,7% dos recursos hídricos no Brasil é destinado para as atividades do setor agrícola, 24,9% para o consumo humano e dessedentação de animais e 13,9% empregada nas atividades do setor industrial. Dessa forma, apesar de uma aparente abundância desse recurso, sua distribuição é irregular (TUNDISI, 2003).

A utilização de águas servidas é uma excelente alternativa para viabilizar a produção agrícola no semiárido brasileiro, nesta região a disponibilidade absoluta de recursos hídricos é limitada e o regime pluviométrico é bastante irregular. Segundo Bernardi (2010), os benefícios do reúso de água proveniente de tratamento de esgotos na agricultura são muitos, podendo ser mencionado: a possibilidade de substituição parcial de fertilizantes químicos, diminuição de impacto ambiental, em função da redução da contaminação dos cursos d'água; aumento significativo na produção, tanto qualitativo quanto quantitativo; além da economia da quantidade de água direcionada para a irrigação, que pode ser utilizada para fins mais nobres, como o abastecimento público.

Discussões e propostas vêm sendo levantadas pela comunidade científica sobre as alternativas de reúso de água e sua utilização na agricultura, os estudos investigam quais os potenciais e os limites, gerando debates que agrega diversas questões como a ambiental, econômica e de cunho social e político. Paganini (2003) relatou que o aumento da extensão de terras áridas e a escassez de solos naturalmente férteis, em âmbito mundial, já apontavam para o aproveitamento dos nutrientes contidos nos esgotos levando a reflexão da necessidade de estudos direcionados a atender não só as técnicas adequadas de reúso de águas, mas que também possibilitem retornos econômicos satisfatórios com culturas que uma vez irrigadas com água de

qualidade inferior, possa possibilitar maior rendimento proporcionado pelo aporte de nutrientes e não venham a causar danos à saúde humana.

Nos períodos de estiagem das regiões semiáridas, há significativa redução de vazão nos poucos rios perenes e nos muitos rios intermitentes o fluxo cessa por completo. Nestas condições, o lançamento de efluentes domésticos urbanos nos corpos d'água representa uma certeza de poluição, pois, considerando a razão entre a carga poluente e o volume de água, o corpo receptor tem pouca ou nenhuma capacidade de diluição. Para evitar que ocorra poluição nestes rios, o tratamento deve ser de tal ordem que os custos associados o tornam viáveis (SOUSA, 2003). Esse problema se agrava devido às condições do ambiente, altas temperaturas, solo pobre, raso de baixa drenagem. Essas características da região fazem com que a deposição de esgotos no solo e corpos hídricos, cause um altíssimo impacto sanitário e ambiental. Nessa região os agricultores sofrem pela dificuldade do cultivo devido a falta de água e nutrientes no solo, perdendo suas lavouras e animais por falta de alimentação.

Winpenny et al. (2010) apresenta, uma metodologia para avaliar a viabilidade da prática do reúso de água na agricultura em relatório da FAO. Neste relatório, destaca-se que sistemas de reúso precisam ser economicamente viáveis, resultar nos menores custos para a realização do objetivo desejado e serem financeiramente exequíveis. O esgoto doméstico pode ser visto como uma alternativa, devido a presença de nutrientes que pode suprir mesmo que parcialmente as necessidades hídricas e nutricionais das culturas nessa região. O uso planejado de águas residuárias domésticas na agricultura é apontado como medida para atenuar o problema da escassez hídrica e viabilidade de produção no semiárido nordestino.

O presente trabalho subdividiu-se em duas etapas; a viabilidade técnica de produção, em casa de vegetação avaliando o comportamento da cultura do milho mediante a 5 diluições crescentes de esgoto doméstico tratado e 4 percentagens da lâmina evaporativa na região e em área piloto, onde foi avaliada a produtividade da cultura do milho em escala real em área de 200m² aplicando o melhor tratamento encontrado na etapa anterior, além do

levantamento de custos de implantação do sistema de tratamento, irrigação e sua viabilidade econômica para o pequeno agricultor da região. Nesse contexto o presente trabalho se propõe avaliar o cultivo de milho utilizando esgoto doméstico tratado como alternativa técnica e econômica para o pequeno agricultor no município de são domingos semiárido baiano.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características da região semiárida e microrregião de estudo.

No Brasil, a faixa territorial considerada como semiárida, abrange uma área de 969.589,4 km², representando 11,39% do território brasileiro e 60% da região Nordeste (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, 2005). A Região Semiárida brasileira é caracterizada pelo clima e pela vegetação, precipitação reduzida (menos que 800 mm por ano) distribuída de forma irregular ao longo do tempo e do espaço, ocasionando secas que têm forte impacto sobre a região. Além da baixa pluviosidade, as altas temperaturas (média de 27°C), os altos índices de evaporação e a predominância da vegetação de caatinga associados a condições ambientais adversas, desigualdade social e o fraco desempenho econômico têm definido a feição dessa região (SEI,2011).

Na Bahia o semiárido abrange 265 municípios em 391 mil km², cerca de 2/3 do Estado, contendo cerca de 7 milhões de habitantes, dos quais 53% em áreas urbanas. A caatinga, bioma que domina a região, caracteriza-se por ser composta por espécies xerófilas, lenhosas, decíduais, em geral espinhosas, com ocorrências de plantas suculentas e áfilas, de padrão tanto arbóreo quanto arbustivas.

O município de São Domingos está inserido na Mesorregião Geográfica do Nordeste Baiano, Território de identidade do Sisal. Toda essa região, inserida no Pediplano Sertanejo, caracteriza-se por não favorecer a formação de aquíferos. Assim sendo, domina a paisagem seca e monótona a caatinga arbórea aberta, bastante impactada pela ação humana (SEI, 2011). O Território do Sisal é composto por 20 municípios, ocupando uma área total de 20 mil km². Destacam-se como maiores centros regionais as cidades de Serrinha, Conceição do Coité e Monte Santo. São Domingos é o segundo menor município em população e é o quarto menor em área.

O município tem 9.221 habitantes com densidade Populacional de 28,22 hab./km² e extensão territorial de 326,947 Km², sendo que 36% dessa população habita a zona rural nesta área aproximadamente 862 estabelecimentos de agricultura familiar ocupam 15 mil ha, enquanto cerca de

82 estabelecimentos não familiares ocupam uma área de 8 mil ha. Sendo assim a agricultura familiar ocupa por volta de 2/3 da área das propriedades agrícolas, com propriedades de em média, 17,5 ha. Ouro verde é zona rural do município a 11 km do centro, 245 km da capital, latitude sul de $-11^{\circ}27'56''$ e longitude oeste de $39^{\circ}31'34''$ com 265,38 Km² de área (SIDE-SEI, 2011).

São Domingos, figura 1, está inserido na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, tem como rio homônimo, os rios Salgado e Lombada e a bacia do riacho do Cedro, a região é caracterizada pelo clima semiárido, temperatura média anual de 24,0°C (máxima 29,2°C e mínima de 20,2°C) vegetação com bioma caatinga, relevo representado por pediplano sertanejo e sua economia voltada para a criação animal e produção e beneficiamento da fibra do sisal (IBGE; SEI – Ba, 2011).

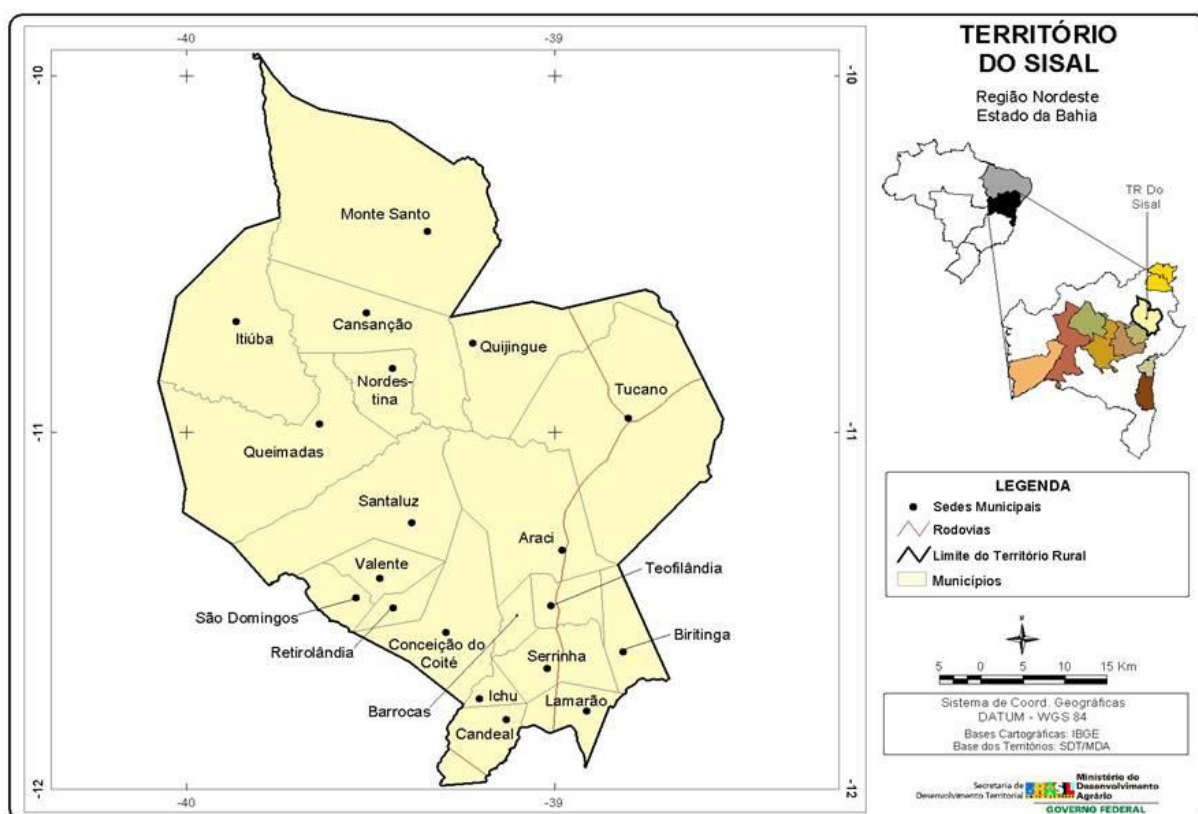


Figura 1. Localização do município de São domingos, território do sisal, Bahia.

Como município da Região Semiárida, a pluviosidade anual média é de 508 mm, com período chuvoso ocorrendo entre novembro e dezembro, e temperatura média anual de 27,9°. A vegetação, de todo o Território de

Identidade do Sisal é a caatinga, composta por espécies xerófilas, algumas das quais são cactáceas. Dessa forma, na composição vegetal predominante ocorrem: juazeiro umburana, mandacaru, palma forrageira e umbuzeiro. O município de São Domingos caracteriza-se pela cultura do sisal, no entanto, esta aparece apenas como terceira atividade mais realizada pelos agricultores familiares destacando-se, em primeiro lugar criação de gado bovino, ovino e caprino para produção de leite, seguido dos cultivos temporários de milho, feijão e mandioca (SEI, 2011).

2.2 Levantamento de Custos de produção.

Os resultados dos custos de uma produção agrícola refletem, a tomada de decisão por parte do produtor na determinação do sistema de cultivo, com eficiência econômica e melhor gestão do seu empreendimento rural. O custo também é um indicador importante na avaliação da participação do Estado, através de políticas públicas, no sucesso da atividade rural. Assim o investimento em um sistema de produção se dá através das análises dos seus custos (CONAB,2010).

Dois dos quesitos mais importantes para o produtor rural são o conhecimento e o acompanhamento dos custos de produção dentro da propriedade. Ignorando esses princípios o produtor não saberá o que está acontecendo com os custos, se está efetivando ou não os lucros e tão pouco terá subsídios para tomar decisões acertadas para atingir os melhores resultados. Ao falar em custos, é preciso definir conceitos; o custo econômico considera os custos explícitos, que se referem ao desembolso efetivamente realizado, e os custos implícitos que dizem respeito àqueles para os quais não ocorrem desembolsos efetivos, como é o caso da depreciação e do custo de oportunidade, que se refere ao valor que um determinado fator poderia receber em algum uso alternativo (CASTRO et al; 2009).

O custo de oportunidade na produção mede o emprego dos recursos produtivos (homens, máquinas, etc.) em outro uso alternativo melhor. Assim, o custo total de produção pode ser definido como o total das despesas realizadas pela firma com a combinação mais econômica dos fatores, por meio da qual é obtida determinada quantidade do produto (VASCONCELOS, 2004). Outra

definição pode ser encontrada em Reis (2007), que especifica o custo de produção como a soma dos valores de todos os recursos (insumos e serviços) utilizados no processo produtivo de uma atividade agrícola, em certo período de tempo e que podem ser classificados em curto e longo prazo. A estimativa dos custos está ligada à gestão da tecnologia, ou seja, à alocação eficiente dos recursos produtivos e ao conhecimento dos preços destes recursos. Em termos econômicos, a questão relativa ao curto ou longo prazo refere-se à possibilidade de variação dos fatores de produção.

Os custos de produção são divididos em dois tipos. Os custos variáveis totais (CVT) são a parcela dos custos totais que dependem da produção e por isso mudam com a variação do volume de produção. Representam as despesas realizadas com os fatores variáveis de produção. Na contabilidade empresarial, são chamados de custos diretos (VASCONCELOS, 2002).

Os custos fixos totais (CFT) correspondem às parcelas dos custos totais que independem da produção. São decorrentes dos gastos com os fatores fixos de produção. Na contabilidade privada, são chamados de custos indiretos. O custo total (CT) é a soma dos custos fixos totais e variáveis totais. Os custos de produção podem variar por diversos motivos. Pode-se destacar a utilização intensiva ou não de tecnologia; o uso dos fatores, com maior ou menor eficiência, intensidade ou produtividade; o volume de produção e o preço dos fatores (VASCONCELOS, 2004).

Considera-se curto prazo se pelo menos um dos fatores de produção não puder variar no período considerado, no longo prazo, todos os fatores podem variar. Na análise de curto prazo, são observados os custos variáveis e fixos; o comportamento do custo total de produção nesta análise varia com os insumos, determina o nível de produção ótima sendo este o fator que maximiza os lucros (CASTRO et al, 2009).

Segundo Reis (2007), no curto prazo é importante a análise econômica simplificada dos custos, ou seja, é essencial verificar se e como os recursos empregados em um processo de produção estão sendo remunerados, além de como a rentabilidade pode ser comparada a outras alternativas de emprego do tempo e do capital. As variáveis receita e preço são fundamentais para se

verificar o lucro econômico (retornos maiores que as melhores alternativas) e o lucro normal (retornos iguais às alternativas existentes).

No longo prazo, na análise econômica, não existiriam custos fixos e deve-se observar variáveis que impliquem no aumento de custo no curto prazo para atingir menor custo de produção no longo prazo, ou seja, deve-se observar a faixa mais eficiente na qual a produção é mais econômica (CASTRO et al, 2009).

Sempre que um novo projeto esteja em fase de avaliação deve ser realizado um estudo de viabilidade econômica e financeira. Para a implantação de um projeto deve haver uma comprovação de que os rendimentos esperados sejam superiores aos recursos investidos. O projeto para ser rentável deve ter saldo em operação que possa recompensar o capital próprio reduzindo os financiamentos contraídos (LIMA et. al., 2013).

O benefício da análise de viabilidade econômica e financeira é avaliar através de projeções e números, o real potencial de retorno do investimento em questão e, portanto, decidir se as premissas estão interessantes e se o projeto deve ir adiante ou não. Um bom estudo de viabilidade econômica está subdividido em várias etapas; de modo geral é preciso mensurar uma projeção de receita com o intuito de projetar o tempo e as expectativas de retorno, sendo importante fazer aproximações do tamanho do público-alvo, baseando-se em dados históricos ou comparativos de mercado; realizar uma projeção de custos e investimentos conseguindo orçamentos mais realistas possíveis e avaliar os indicadores de retorno.

Macedo *et al.* (2009) ressaltam que mesmo que os modelos de avaliação sejam quantitativos, a avaliação possui aspectos subjetivos. A aplicação de qualquer técnica não constitui em uma estimativa precisa de valor, mas um parâmetro para auxiliar no processo de tomada de decisão. Mais importante que o resultado encontrado é a real compreensão da ferramenta de análise utilizada. É necessário compreender as restrições, aplicações e resultados que podem ser encontrados na utilização de uma formulação matemática e não encarar essa aplicação como uma fórmula exata e incontestável.

2.3 Produção agrícola do milho na Bahia.

O milho (*Zea mays*) é uma das culturas anuais mais utilizadas como cultura de subsistência além de ser fundamental para o homem do campo por ser utilizado para subsistência, alimentação e criação animal, constituindo-se um importante produto da economia nacional. Mediante as pesquisas da (EMBRAPA, 2011), o milho tem evoluído como cultura comercial apresentando, nas últimas décadas, taxas de crescimento da produção de 3,0% ao ano e da área cultivada de 0,4% ao ano divulgou as médias de quatro anos, 2007 a 2010, da produção brasileira de milho, por estado. Nestes dados os Estados da Bahia, Ceará, Sergipe, Maranhão, Tocantins, Piauí, Rondônia e Pará têm se constituído em nova fronteira para a produção de milho em escala comercial, principalmente nas áreas de cerrado nos três primeiros anos, e sul do estado no último ano onde essa cultura vem sendo impulsionada pela expansão da soja.

Andrade et al. (2013) caracteriza o milho como uma cultura que demanda grandes quantidades de água durante seu ciclo, essa demanda varia de acordo com as condições climáticas de cada região, o período em que a planta necessita de maior quantidade de água é chamada de demanda de pico, a fase de florescimento e de enchimento de grãos, nas regiões semiáridas essa necessidade tende a ser bastante elevada devido as características edafoclimáticas dificultando o plantio dessa cultura que é tão característica no nordeste.

Segundo a CONAB (2008), a Bahia foi o único estado entre os 9 fora do Centro-Sul a fazer parte da produção de 91,6% de milho em grão no Brasil, na safra verão de 2011/2012. Ainda segundo a CONAB (2008) na região do Semiárido baiano a maior ou toda a produção destina-se ao consumo no estabelecimento rural, que se refere a parcela do milho que é produzida e consumida no próprio estabelecimento, destinando-se ao consumo animal em sua maioria e também ao consumo humano. Nas demais regiões do estado a oferta do produto no mercado consumidor tem fluxo de comercialização direcionados para fábricas de rações, indústrias químicas, mercado de consumo *in natura* e exportações, quando é o caso. O aumento da produção

de milho está intimamente atrelado ao comportamento da produção animal. Os dados da CONAB (2008), apontam que o consumo de milho para essa finalidade variou de 75% em 2004/2005 para quase 80% em 2011/2012, em relação ao consumo doméstico total, um aumento de 25% em termos absolutos. Assim, o aumento da produção no Semiárido tende a atenuar a dificuldade do pequeno agricultor em manter suficiente a alimentação do seu rebanho.

2.4 O reuso de água na agricultura e suas experiências.

A maior aplicação para o reúso é a agricultura irrigada tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, por que esse tipo de aplicação não exige tratamentos muito sofisticados do efluente. Além do que, a irrigação é a atividade que mais consome água no mundo, com tendência a continuar crescendo. O reúso de água é uma prática benéfica, que contribui positivamente para uma gestão equilibrada dos recursos hídricos, particularmente em regiões semiáridas (MONTE, 2007).

Autores como, (MOTA, 2000; TRENTIN & SOUZA, 2006), após obterem bons resultados no desenvolvimento de experimentos envolvendo o reúso da água, descreveram que esse recurso pode ser utilizado de forma planejada para produção de algumas culturas agrícolas. A nível global cresce a tendência à prática do reúso (FRIEDLER et al., 2006). No México o reúso em indústrias e termelétricas ocorre em menores proporções, a irrigação com esgoto predomina a função do reaproveitamento, cumprindo a função de suprir a escassez de água e fertilizar os solos pobres da maioria das regiões semiáridas do país (MEXICO 2010). A cientista Blanca Jiménez (2010), do Grupo de Tratamento e Reutilização da Água da Universidade Nacional Autónoma do México, trabalha para que a o reúso assim como no México seja usada em outros lugares do mundo, como o Brasil, participando de diversos projetos ligados ao assunto, ela afirma que está tem sido uma solução aceita pelos agricultores do seu país, sendo utilizada no cultivo de culturas básicas como o milho chegando a aumentar em 150% a produtividade quando comparado a produção com água potável.

Nesta última década pesquisas integradas investigam a realidade brasileira quanto ao reúso de águas servidas, buscando distinguir as diferenças regionais e ao mesmo tempo estimular a interação entre pesquisadores e Instituições. Assim programas multidisciplinares foram consolidados, destacando-se a Rede PROSAB (na área de saneamento) e a Rede REHISA (na área de hidrologia experimental no semiárido) e também o Programa Xingó, desenvolvendo pesquisas e extensão no semiárido, contando com a atuação de seis universidades do Nordeste. Junto com o desenvolvimento dessas redes pesquisas relativas ao aproveitamento hidroagrícola de águas servidas têm sido ampliadas significativamente nos últimos anos, em sinergia com as políticas de saneamento e diretrizes voltadas para técnicas de tratamento simplificado.

O reúso planejado direto de efluentes de esgotos tratados ainda não é uma prática usual no Brasil e tem sido realizado em caráter experimental. Destacam as experiências realizadas pelo Programa de Pesquisas em Saneamento Básico PROSAB (Rede cooperativa de pesquisa gerenciada pela FINEP) e pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). As experiências realizadas no âmbito do PROSAB envolvem a utilização de esgotos tratados para diversos tipos de atividades agrícolas tais como: irrigação, hidroponia, piscicultura e produção de alimentos para animais, considerando diferentes tipos de tratamento dos efluentes e diversos tipos de cultivo. As experiências foram avaliadas quanto aos riscos biológicos, riscos ambientais e os aspectos agrônômicos e técnicos (BASTOS, 2003) e (FLORENCIO et. Al; 2006).

As universidades e centros de pesquisa têm desenvolvido estudos e aprimorado tecnologias para os tratamentos simplificados de águas servidas e para a disposição controlada de esgotos com tratamento primário ou secundário ao solo. Dentre as pesquisas objetivando a produção agrícola com águas residuárias na região semiárida, destacam-se alguns trabalhos como os de Silva (2007), para a produção de milho, Souza et al. (2010), para a produção de mamona, e Miranda (2010), com produção de algodão colorido.

Essas pesquisas constataram que a utilização de esgoto com tratamento secundário em reatores UASB, dispensou o uso de adubação orgânica, tendo em vista os nutrientes presentes em tal água, para cultivo de algodão; Silva (2007) também ressaltou a importância do esgoto de tratamento secundário (também tratado em reatores UASB) na produção de mamona variedade Energia, no semiárido de Pernambuco, abordando também culturas oleaginosas cultivadas com esgoto doméstico tratado, (Souza et al.; Nobre et al., 2010), também contribuíram cientificamente ambas abordando o cultivo do girassol.

Experimentos utilizando a irrigação foram realizados para as culturas de milho, gramíneas, pimentão, mamona, acerola, arroz, sorgo, feijão e hortaliças, com diversos métodos de irrigação: (sulco, rega manual, gotejamento, inundação superficial e subsuperficial) e efluentes oriundos de diferentes tratamentos. Os resultados foram avaliados em termos de produtividade, comparada a práticas convencionais, qualidade sanitária e riscos à saúde (BASTOS; FLORENCIO, 2003, 2006).

Apesar dos esforços realizados pelas redes de pesquisas e programas de pós-graduação em produzir informações relacionadas ao uso controlado de águas residuárias na agricultura como alternativa de tratamento, ainda são incipientes as ações dos órgãos setoriais de saneamento na incorporação dessas tecnologias nos sistemas de tratamento. Conforme ressalta Cirilo (2008), a reutilização de efluentes de esgotos ainda é muito tímida e inexpressiva, resumindo-se a projetos piloto, necessitando de ampla inserção junto aos órgãos setoriais e de gestão, além da inclusão em novos projetos de saneamento básico, principalmente para os pequenos aglomerados urbanos.

2.5 Controle de riscos e regulação do reúso agrícola.

A irrigação com água de reúso pode representar alguns riscos potenciais à saúde humana pela exposição a microrganismos patogênicos, metais pesados, produtos químicos e farmacêuticos. Sendo os microrganismos os que representam maior risco real. A partir do tratamento espera-se que ocorra a remoção de matéria orgânica e inorgânica, sólidos em suspensão, nutrientes e

organismos patogênicos, a fim de tornar esse efluente com qualidade para ser reutilizado de várias formas distintas (MACEDO et al., 2009).

Para o meio ambiente o maior risco está associado à possibilidade de aumento de sais, nutrientes e metais pesados no solo e na água que possam estar presentes no esgoto. Desta forma, a aplicação de reúso do esgoto na agricultura necessita de constante observação dos indicadores de qualidade da água e do solo, bem como de análises periódicas das plantas.

Quanto aos riscos econômicos, estes dizem respeito às consequências econômicas de eventos negativos relacionados aos riscos à saúde pública e ao meio ambiente; o potencial custo energético de um empreendimento e o risco de rejeição pública de produtos cultivados com água de reúso. (SALGOT et al.; WHO, 2006).

A regulação do reúso de água precisa considerar diversos aspectos da relação dos indivíduos e da sociedade com a água, as excretas e o meio ambiente. Condições relativas ao meio físico, à disponibilidade e qualidade das águas, usos do solo, tipos de cultivos, aspectos econômicos, sociais e culturais. Por essa razão, é difícil definir regras universais. Muitos países têm desenvolvido seu próprio conjunto de leis e regulamentações para gerir as atividades de reúso, baseando-se na maioria das vezes nas recomendações da USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos), da EPA (Agência de Proteção Ambiental da Austrália) e da OMS (Organização Mundial de Saúde), que são organizações com prática reconhecida na formulação de diretrizes e leis em meio ambiente e saúde. As regulamentações do setor têm como objetivo proteger os agricultores, o público e o meio ambiente (ASANO, 2002).

Segundo Almeida (2010), os principais parâmetros a serem avaliados na qualidade da água para irrigação contemplam os parâmetros físico-químicos e biológicos, que definem sua adequação ou não para o uso.

Ainda segundo o autor, geralmente os principais atributos analisados são: pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, e íons, como sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloretos, sulfatos, carbonatos e bicarbonatos.

A WHO (2006) estabelece critérios de segurança de acordo com o tipo de cultivo e o nível de risco associado. Estabelecem também as concentrações máximas de elementos químicos e compostos orgânicos toleráveis na água de reúso. As recomendações da OMS foram revistas e reeditadas em 1989 e 2006. Estas têm constituído os fundamentos da maior parte das normas para reúso em todo o mundo, os critérios adotados garantem segundo esta instituição, segurança ambiental e à saúde pública.

Em julho de 2010, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH) aprovou a proposta de resolução que estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reúso direto não potável de água no setor agrícola e/ou florestal, em consonância com a Política Nacional de Recursos Hídricos definida pela resolução CNRH nº 54, de 28 de novembro de 2005.

No estado da Bahia, o reúso tem sido discutido na esfera governamental, mas ainda é uma prática incipiente. Vem sendo estudada a possibilidade de adaptação para o Semiárido Baiano de ações de reúso de água adotadas em Israel (BAHIA, 2010).

Entretanto, como acontece a nível nacional, na Bahia, a regulação do reúso está atrelada às Políticas Estaduais de Saneamento Básico (Lei Nº 11.172 de 2008) e de Recursos Hídricos (Lei Nº 11.612 de 2009). A essas leis somaram-se a Resolução Estadual Nº 75, de 2010. Este arcabouço legal estabelece as bases para a institucionalização do reúso de água no estado, que necessita de leis e resoluções complementares que definam papéis e responsabilidades, no sentido de estabelecer quem vai executar e quem vai regular todas as etapas do sistema de reúso.

A Resolução Estadual nº 75, de 29 de julho de 2010 estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e/ou florestal, adotando as recomendações da OMS de características microbiológicas para a água de reúso (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2011). Apesar da importância do emprego de água residuária na irrigação, no semiárido as informações sobre os efeitos da aplicação de esgoto domésticos tratado sobre o sistema solo-planta de modo geral ainda são incipientes para ter uma diretriz base que sirva de modelo

objetivo e claro a ser seguido (AZEVEDO et al., 2013). Assim a utilização de esgotos tratados na agricultura deve ser bem planejada de modo a garantir à saúde dos trabalhadores e dos consumidores e também prevenir a deterioração da qualidade do solo, devido à salinização, das águas superficiais e subterrâneas por contaminantes químicos e biológicos.

Além de analisar as vias legais de utilização o projeto PROSAB (2006), avaliou o potencial de risco para utilização dessas águas afirmando que o uso de esgotos sanitários constituiu um risco potencial, porém a “passagem” do potencial ao risco real ou seja a ocorrência propriamente dita de doença ou agravo à saúde depende da combinação de uma série de fatores relativos, como: o agente – no caso de agentes microbianos, ciclo biológico (ex.: período de latência no ambiente, existência de hospedeiros intermediários, existência de reservatório animal), resistência aos processos de tratamento de esgotos, sobrevivência no ambiente, dose infectante, patogenicidade, virulência; no caso de agentes químicos, a remoção por meio de processos de tratamento de esgotos, estabilidade e persistência no ambiente e bioacumulação; à exposição – duração, intensidade e suscetibilidade das populações expostas, estado imunológico, dentre outros.

Sendo assim, para um organismo patogênico presente em um efluente chegar a provocar doença, teria que: resistir aos processos de tratamento do esgoto; sobreviver no ambiente em número suficiente, ou se multiplicar até atingir a dose infectante, para que venha a ter contato e infectar um indivíduo que por sua vez deve estar vulnerável (favorecido ou não pelo tipo de exposição); podendo a infecção resultar em doença ou transmissão posterior em casos secundários.

3 METODOLOGIA.

3.1 Sistema de tratamento do esgoto doméstico.

Para realizar a pesquisa foi implantado um sistema simplificado para o tratamento prévio do esgoto doméstico. O efluente foi proveniente do conjunto habitacional mais bairro adjacente com uma vazão estimada pela equipe em 12.000L.d^{-1} sendo tratado por um sistema simplificado de tratamento implantado pelo Grupo de Recursos Hídricos da UFBA em parceria com a Prefeitura municipal de São Domingos na comunidade de Ouro Verde.

O esgoto entra em um módulo de tratamento composto por de dois tanques de fibra de vidro conectados entre si, sendo o primeiro uma Fossa Séptica com 10.000L e o segundo um Filtro Anaeróbio de Fluxo Ascendente com 5.000L . Inicialmente, o esgoto escoa para dentro da fossa através do tubo de entrada, após o tempo de detenção, entre 12 e 24 horas, a depender do volume de contribuição, (ABNT,1993) o efluente é dirigido para o próximo estágio de tratamento, o Filtro Anaeróbio, o qual consiste num recipiente fechado, provido de conexões de entrada e saída, e de dutos internos que dirigem o líquido da fossa séptica para a sua parte inferior, onde se encontra o leito filtrante, que será constituído de seixos rolados, como pode ser observado na figura 2.

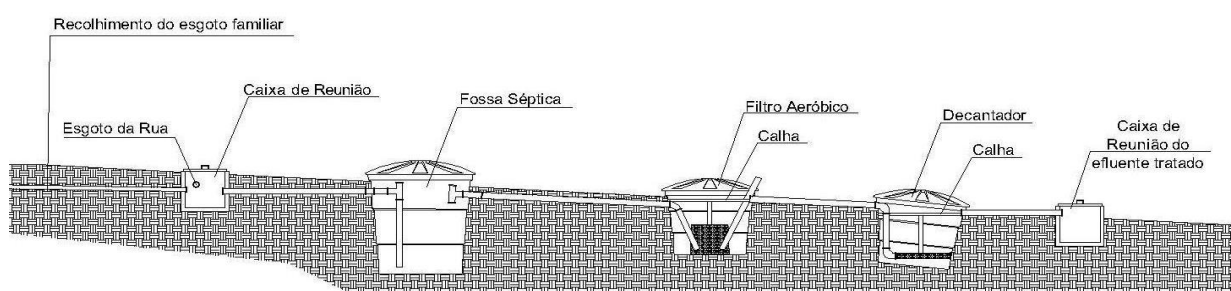


Figura 2. Croqui com detalhes do sistema de tratamento do esgoto doméstico.

Após o tratamento, o esgoto vai para um tanque de equalização e caixa de passagem, desta o efluente é recalcado para um tanque de armazenamento a 4m de altura onde são imersas pastilhas de cloro para desinfecção; o efluente é devidamente distribuído para os tanques de diluição para composição dos tratamentos utilizados no experimento, posteriormente o

tanque de armazenamento distribuirá o efluente tratado também para as linhas de irrigação em área adjacente a casa de vegetação, como pode ser observado no croqui da área na figura 3.

Foram realizadas análise de acompanhamento do efluente antes e após o módulo de tratamento para e controle do mesmo durante todo o experimento.

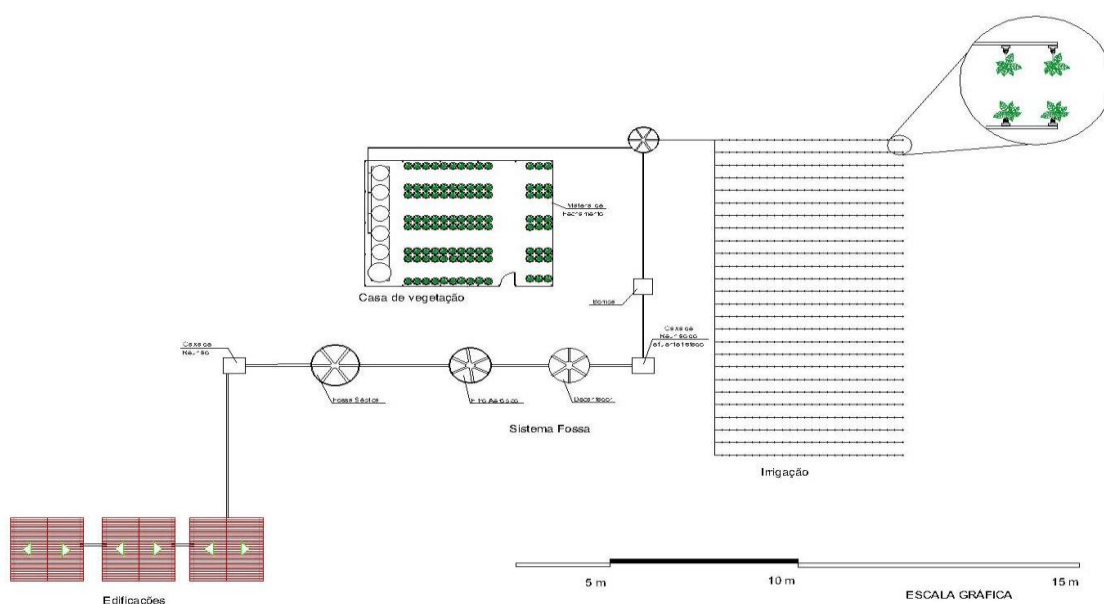


Figura 3. Croqui, casa de vegetação, área irrigada e sistema de tratamento.

3.2 Estrutura experimental em casa de vegetação.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação simplificada, figura 4, nas dimensões de 8X10m totalizando 80m² com 3m de altura, sustentada por barrotes de madeira revestida por tela sombrite 50%, montada em área adjacente ao conjunto habitacional de Ouro Verde, zona rural de São Domingos. Os tratamentos foram compostos por cinco 05 níveis de diluição de água residuária com água de abastecimento nas porcentagens de: 0% (T1), 25% (T2), 50%, (T3), 75% (T4) e 100% (T5) e lâminas de água com 60%, 90%, 120% e 150% da evaporação do tanque classe A.



Figura 4. Casa de vegetação onde desenvolveu-se o cultivo de milho em vasos.

Cada unidade amostral foi composta por um balde plástico de 60 L preenchido com 3kg de brita nº 1, seguido de manta bidim e 72Kg de solo por balde, no fundo de cada balde foi adaptado um conector de 16mm ligado a uma mangueira direcionando a água drenada a uma garrafa PET para controle do efluente drenado ao longo da pesquisa, figura 5.



Figura 5. Unidade experimental, sequência de preenchimento dos baldes.

O experimento avaliou o efeito de vinte tratamentos sobre a produtividade de milho, usando o delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados esquema fatorial 5 x 4, com 4 repetições, totalizando 80 unidades experimentais cada uma com 4 plantas inicialmente.

Foram utilizadas sementes variedade catingueira, de comum utilização na região devido a suas características de fácil adaptação sendo distribuída pelo programa garantir a safra do governo federal no semiárido baiano.

3.2.1 Delineamento experimental em casa de vegetação.

Durante o experimento a cada 15 dias foram mensurados: o número folhas, altura da planta e diâmetro do caule. Na fase reprodutiva, avaliou-se número de espigas por planta, peso de espigas por planta, comprimento de espigas e diâmetro da mesma. Ao final do experimento, também foram analisadas as massas de matéria fresca da parte aérea. Esses parâmetros compõem a análise de produção, visando avaliar as diferenças significativas entre os tratamentos.

Os parâmetros para análise e desenvolvimento do milho foram determinados até os 105 dias após o plantio (105 DAP). Até os 60DAP foram mensurados apenas os parâmetros vegetativos da planta; altura da planta, número de folha, diâmetro do caule, após os 60 DAP, foram mensurados os parâmetros de produção da mesma; massa fresca da parte aérea, peso de espiga, comprimento de espiga, diâmetro de espiga e número de espiga por planta. Todos os dados foram submetidos a análise de variância para os tratamentos (diluição do esgoto), para as lâminas aplicadas (percentagens de evaporação medida em tanque classe A) e suas respectivas interações. A regressão foi aplicada apenas resultados significativos.

A semeadura ocorreu no dia 21/08/2014 após saturação do solo por três dias antes da semeadura, utilizando lâmina fixa de 4L de água. A drenagem dos vasos só ocorreu 3 dias após início da saturação. Os tratamentos começaram a ser aplicados no 10DAP (dia após o plantio), sendo também realizada a primeira análise como marco zero. Todas as análises foram feitas de 15 em 15 dias para avaliação dos parâmetros predefinidos.

Após a primeira avaliação, dia 05/09/2014, percebeu-se a presença de alguns insetos prejudiciais a planta (cigarrinhas e brasileirinhos), para o controle foram feitas duas aplicações de inseticida no intervalo de 15 dias. Aos 45 dias foi detectado o ataque da *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), vulgarmente conhecida como Lagarta do Cartucho. O inseticida específico para essa praga foi aplicado uma semana após identificação, com o intuito de evitar maiores danos a produção. Devido ao primeiro ataque de insetos (cigarrinhas e brasileirinhos) aos 50 dias algumas plantas apresentaram alguns sinais de

viroses transmitidas pelos mesmos. Não havendo métodos contraceptivos a esses sintomas, as plantas afetadas permaneceram em campo experimental até o final do experimento ou senescência natural.

Aos 60 dias após o plantio verificou-se o início do pendoamento das plantas, marcando o início do estágio reprodutivo. Aos 75 dias, as plantas já haviam florescido e houve a emergência das espigas entre os 75 e 90 dias. Após os 90 dias, esperou-se apenas a maturação fisiológica das espigas, que ocorre no momento em que 50% das sementes na espiga apresentam uma pequena mancha preta no ponto de inserção das mesmas com o sabugo, posteriormente foram retiradas para processo de análises.

3.3 Estrutura experimental em área piloto.

Para o desenvolvimento da segunda fase da pesquisa foi montado um sistema de irrigação em área piloto de 200 m², figura 6, na mesma localidade em que foi montada a estrutura experimental anterior. Optou-se por utilizar o sistema de irrigação por gotejamento devido a sua eficiência e precisão no uso da água sendo o efluente direcionado ao sistema radicular da cultura evitando contato com o agricultor e parte aérea da planta. O projeto foi dimensionado conforme a disponibilidade do efluente, com espaçamento de 50 cm entre fileiras e 30 cm entre plantas, totalizando 1.333 covas aproximadamente. Cada linha lateral de tubo gotejador teve 33 gotejadores. Considerando que a vazão de cada gotejador foi de 2,3 l.h⁻¹; a vazão por linha lateral foi de 76,66 l. h⁻¹ e a vazão total do sistema de aproximadamente 3.065,9 l.h⁻¹.



Figura 6. Montagem sistema de irrigação em área piloto.

Foram semeadas 4 sementes por cova, no decorrer do experimento eram colhidas mensalmente uma planta para o controle do desenvolvimento da cultura em campo. Aos 15 e 30 DAP foi aplicado solução de extrato de Nim na diluição de 6 ml para cada 6 litros de água, a aplicação foi medida preventiva para controle de possíveis pragas e doenças no decorrer do desenvolvimento da planta. Aos 36 DAP foi necessária aplicação de defensivo contra infestação de lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), utilizando o mesmo produto da fase experimental Lanatti na diluição 50 ml para cada 20L de água. A figura 7 ilustra o plantio aos 15 dias após o plantio com sistema de irrigação por gotejamento em funcionamento.



Figura 7. Sistema em funcionamento aos 15 dias após o plantio.

Não foram mensurados os parâmetros vegetativos da cultura nessa fase visando a penas a produção de massa fresca da parte aérea final, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, peso de espigas e média peso de grãos por espiga, todos esses parâmetros foram mensurados aos 80 DAP para avaliação da produtividade da cultura em escala real utilizando esgoto doméstico tratado puro após tratamento fossa filtro + cloração.

3.4 Cálculo de custo e Produtividade.

O Levantamento dos custos de produção foram realizados adotando os fundamentos da economia aplicada, divididos em custos fixos e variáveis seguindo os padrões pré-estabelecidos pelo custo de produção do CONAB (2011). A estimativa da produtividade de grãos foi calculada através do método desenvolvido pela EMATER-MG, (2000), se trata de um modelo matemático simples para simulação da produtividade baseada em observações relacionadas à fisiologia e fenologia da planta, esse método é aplicado em diversas propriedades agrícolas, baseia-se em componentes de produção da planta, determinação da umidade e do peso médio dos grãos, espaçamento entre linhas e o número médio de espigas obtidos em amostragens.

$$\textit{Produtividade (t.ha}^{-1} \textit{ a 15,5\% de umidade) = [(NE x P) /EM]/1000}$$

Em que:

NE: número médio de espigas em 10 metros lineares.

P: peso médio de grãos por espiga corrigido para 15,5% de umidade, obtido da média do peso de grãos das 3 espigas coletadas;

EM: espaçamento médio entre linhas.

Fonte: EMATER, (2000).

3.5 Processamento de dados

Os dados referentes ao desenvolvimento das plantas foram processados mediante análise de variância (ANOVA) ao nível de 5 % de probabilidade, usando o teste F para constatar a existência de diferença significativa entre os tratamentos. Os efeitos dos tratamentos (avaliação da significância dos

tratamentos) são avaliados mediante análise de regressão por ser tratamentos quantitativos. Tais análises serão realizadas utilizando as ferramentas do software SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Água de abastecimento: Análise de qualidade química.

A água utilizada para compor os tratamentos foi analisada pelo laboratório LABDEA/ UFBA com intuito de verificar os padrões estabelecidos para água de irrigação. Foram analisados os elementos que compõem o cálculo da RAS (razão de adsorção de sódio), equação (01).

$$RAS = \frac{(Na^{++})}{\sqrt{\frac{(Ca^{++}) + (Mg^{++})}{2}}} \quad (01)$$

Além disso para aquisição dos resultados de qualidade química da água o laboratório utilizou o método SM (*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*), chegando aos parâmetros descritos na figura 8.

Amostra	ÁGUA TRATADA / Distrito Ouro Verde - Conj. Habitacional Ouro Verde			Código	0185/14-01	Coleta em	20/08/14 07:23
Ensaio	Resultado	Unidade	LQ	Método	Data do Ensaio		
Cálcio	46,2	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 3500-Ca B 21ªEd	25/08/14		
Cloretos	90,9	mg/L Cl	3,0	SM 4500-Cl B 21ªEd	27/08/14		
Condutividade Elétrica	446	µS/cm	--	SM 251CB 21ªEd	26/08/14		
Magnésio	14,5	mg/L Mg		SM 3500-Mg B 21ªEd	25/08/14		
pH	6,70	--	--	SM 4500-H B 21ªEd	20/08/14		
Potássio	5,00	mg/L	1,0	SM 3500-K B 21ªEd	26/08/14		
Sódio	39,0	mg/L	1,0	SM 3500-Na B 21ªEd	26/08/14		

Figura 8 Análise de água utilizada na composição dos tratamentos

A classificação das águas para irrigação é determinada pela concentração de alguns íons, tais como sódio, potássio, cloretos e sulfato, além de outros parâmetros como os sais dissolvidos, a Condutividade Elétrica e a concentração total de cátions, que influenciam de maneira diferenciada no crescimento de cada espécie vegetal. Dentre os critérios de classificação da água para fins de irrigação, um dos mais aceitos atualmente é a classificação proposta pelo United States Salinity Laboratory (USSL). Esta classificação baseia-se na razão de adsorção de sódio (RAS) e na condutividade elétrica

como indicador do perigo de alcalinização ou sodificação e salinização respectivamente (BARROSO, 2010).

Os valores encontrados na análise da água utilizada para a diluição dos tratamentos, demonstram que a água distribuída no município de São domingos pela EMBASA se encontra com a RAS 7,079 e CE 446 μ S/cm, conhecendo esses valores de acordo com o diagrama de classificação de água para irrigação do "U. S. Salinity Laboratory Staff", (SALASSIER, 1995), a água distribuída pela embasa no município foi classificada como C2S1 (Figura 9).

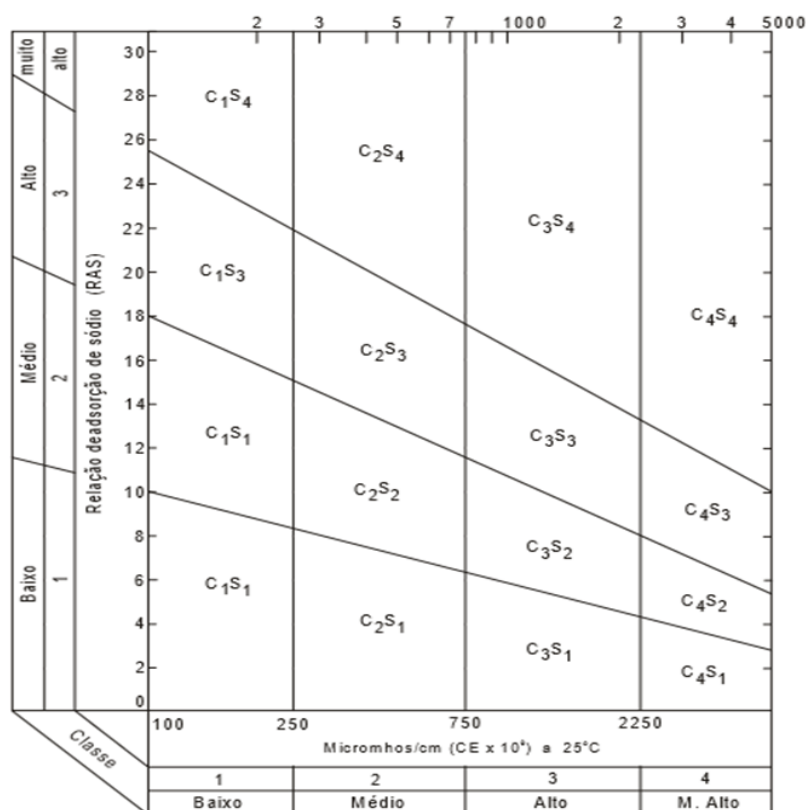


Figura 9. Diagrama de classificação de águas para irrigação (RICHARDS, 1954).

Segundo a classificação a água possui salinidade média, contendo sais entre 250 e 750 micromhos/cm (C2), pode ser usada sempre que houver um grau moderado de lixiviação para culturas com moderada tolerância aos sais sem necessidade de práticas especiais para controle a salinização. A água com baixo teor de sódio (S1) pode ser usada para irrigação em quase todos os solos com pequena possibilidade de alcançar níveis perigosos de sódios trocáveis (SALASSIER, 1995). Segundo a classificação encontrada no

diagrama a água analisada não apresenta resultado restritivo para uso na região, onde a tendência são solos argilosos de baixa permeabilidade.

4.2 Esgoto doméstico: Captação e análise pós módulo de tratamento.

Para avaliação do esgoto doméstico utilizado nos tratamentos foram realizadas análises semanais no Laboratório de Tratamento de esgoto da Universidade Federal da Bahia com o intuito de determinar pH, demanda bioquímica e química de O₂ (DBO/DQO), sólidos solúveis totais (SST), sólidos solúveis sedimentáveis, Sulfato, Sulfeto, Nitrogênio amoniacal, Fósforo total (P-tota), obtendo dados para verificar o aporte de nutrientes das águas (N e P), matéria orgânica, sólidos e oxigênio dissolvido, figura 10.



Figura 10. Amostras de esgoto para análises laboratoriais.

A tabela 1, apresenta as percentagens médias de remoção após a passagem pelo sistema fossa/filtro entre os dias 20/08/2014 a 15/10/2014. Observa-se que o módulo de tratamento é simples, porém eficiente na remoção de sólidos e matéria orgânica, mantendo valores consideráveis de Nitrogênio e Fósforo que são elementos nutricionais importantes no desenvolvimento das culturas, cada parâmetro foi analisado e discutido com precisão nos tópicos seguintes.

Tabela 1. Percentagem média de tratamento do sistema fossa/filtro entre os dias 20/08/14 á 15/10/14.

20/08 á 15/10	DQO Bruta (mg/L)	DBO (mg/L)	SST (mg/L)	Alcalinidade (mg/L)	NTK (mg/L)	N amoniacal (mg/L)	P. solúvel
Média	64%	89%	82%	12%	19%	7%	13%

4.2.1 Análise de pH do efluente doméstico antes e após módulo de tratamento.

A figura 11 apresenta o gráfico com as variações de pH do efluente antes e após o módulo de tratamento com e sem cloração no período de agosto a novembro de 2014. O pH influi em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, indiretamente esse parâmetro também exerce efeitos sobre a solubilidade e disponibilidade de alguns nutrientes. Assim, são estabelecidas faixas com valores padrão para pH na legislação (Resolução nº 357 do CONAMA, de março de 2005), pois este parâmetro é também resultado importante para a composição dos índices de qualidade da água e para emissão e descarte de esgoto no meio ambiente. Normalmente a condição de pH que corresponde à formação de um ecossistema mais diversificado e a um tratamento mais estável é a de neutralidade, tanto em meios aeróbios como nos anaeróbios. A resolução CONAMA Nº430 de 13 de maio de 2011; estabelece como padrão para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistema de tratamento de esgotos sanitários pH entre 5 e 9. O sistema de tratamento utilizado nesta pesquisa manteve os valores de pH dentro dos padrões de lançamento estabelecido pela legislação oscilando aproximadamente entre 7,4 á 8,2 mantendo o equilíbrio químico das reações naturais que ocorrem no efluente.

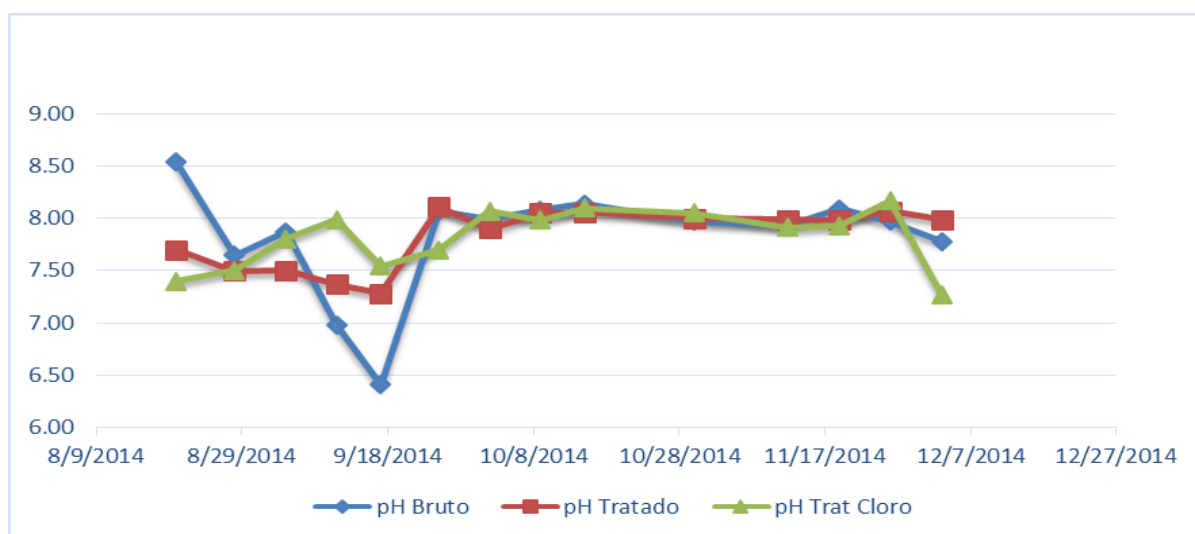


Figura 11. pH do efluente antes e após o módulo de tratamento com e sem cloração

4.2.2 Análise dos sólidos solúveis totais.

A tabela 2 apresenta os resultados encontrados para sólidos sedimentáveis antes e após o módulo de tratamento e demonstram que este parâmetro se encontra dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

Tabela 2. Sólidos Sedimentáveis do efluente antes e após o módulo de tratamento.

	Sólidos sedimentáveis (ml/h)			
	Bruto	Tratado	Tratado c/ Cloro	
Média	6	<1	<1	BOA

Os sólidos totais se subdividem em sólidos em suspensão, voláteis, fixos e sedimentáveis, sendo os sedimentáveis a porção dos sólidos em suspensão que se sedimenta sob a ação da gravidade durante um período de uma hora. Segundo a legislação vigente para lançamento em lagos e lagoas cuja velocidade de circulação seja praticamente nula; tolera-se até 1ml L⁻¹ de sólidos sedimentáveis, devendo estar visualmente ausentes no efluente. O sistema fossa filtro atinge os padrões de tratamento para sólidos sedimentáveis com alta eficiência de remoção, reduzindo os teores de sólidos sedimentáveis a valores menores que 1 mg L⁻¹ como manda a legislação de lançamento. Entre os dias avaliados o sistema removeu significativamente os sólidos totais presentes no efluente, como pode ser observado na tabela 2.

4.2.3 Análise da demanda química e bioquímica de oxigênio.

A figura 12A, apresenta o gráfico com a demanda química (DQO), e a figura 12B bioquímica de oxigênio (DBO) do efluente antes e após o módulo de tratamento com e sem cloração. A DQO e DBO são parâmetros indispensáveis no estudo e caracterização do esgoto sendo a DBO um parâmetro importante no controle da eficiência das estações, tanto de tratamentos biológicos quanto de físico-químicos. A DQO utilizada juntamente com a DBO, para observar o nível e a maior facilidade ou dificuldade de biodegradabilidade dos despejos.



Figura 12. Demanda Química (A) e Bioquímica (B) de Oxigênio do efluente antes e após o módulo de tratamento com e sem cloração.

Como a DBO mede apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais facilmente biodegradável será o efluente. De acordo com as análises semanais o sistema de tratamento reduziu em média 70,31% da DBO contida no esgoto bruto e 67,96% da DQO, como esperado por se tratar de um efluente doméstico, as análises indicam a tendência a biodegradabilidade do efluente e a eficiência do módulo de tratamento em sua remoção. É possível observar nos gráficos que após o módulo de tratamento e cloração os níveis de DQO e DBO não ultrapassaram 500 mg L^{-1} .

4.2.4 Análise do fósforo e nitrogênio amoniacoal

O Fósforo pode ser proveniente principalmente através dos detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal, rica em proteínas. O nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, exigido em grande quantidade pelas células. Os esgotos sanitários no Brasil apresentam tipicamente concentração de fósforo total na faixa de 6 a 10mg L⁻¹, e nitrogênio na faixa de 30 mg L⁻¹(BRANCO, 2011). A figura 13A apresenta o gráfico com os resultados das análises para fósforo solúvel e a figura 13B os níveis de remoção do nitrogênio amoniacoal no efluente antes e após o módulo de tratamento com e sem cloração.

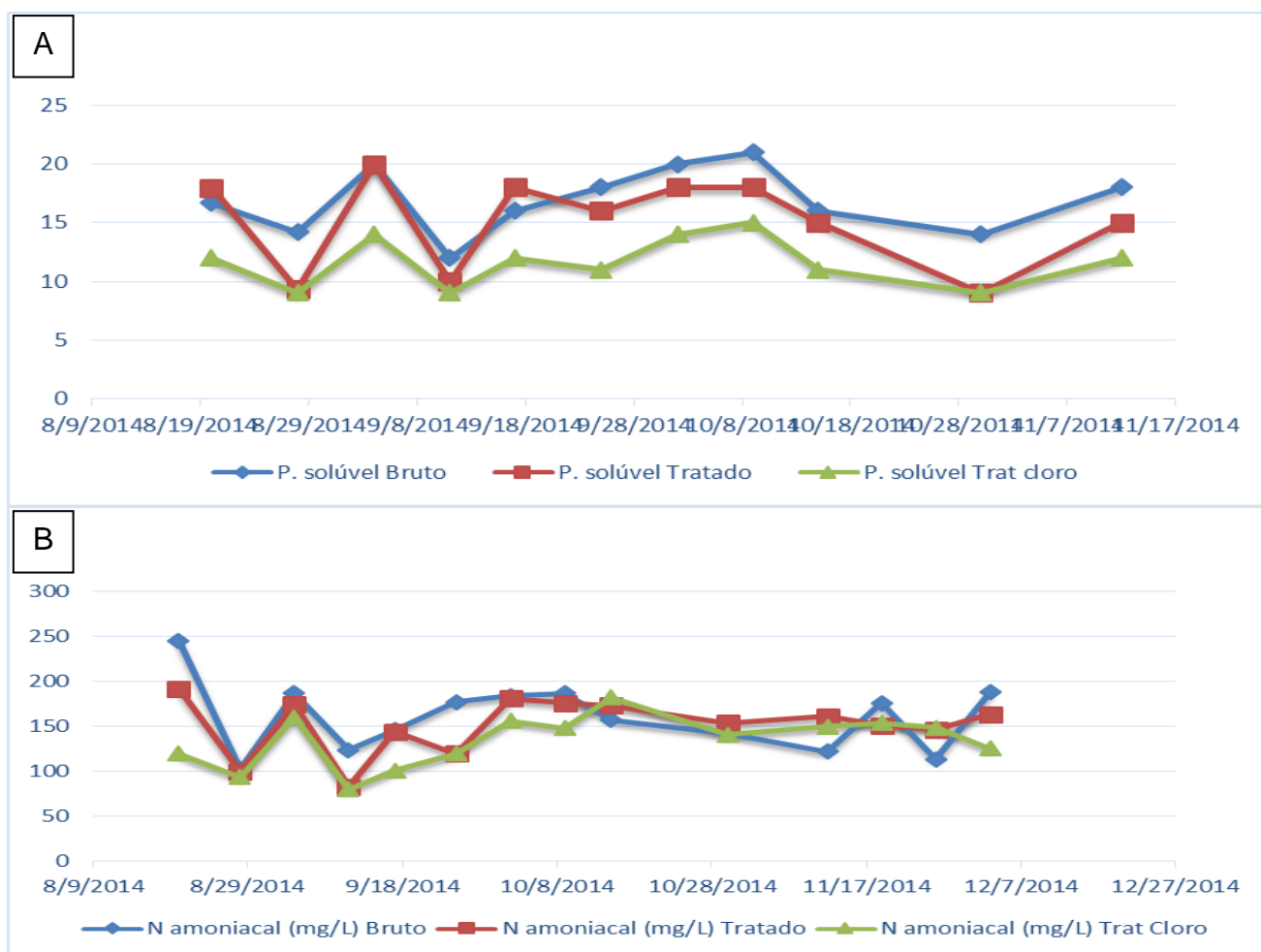


Figura 13. A) Teor de fósforo solúvel e B) nitrogênio amoniacoal antes e após módulo de tratamento.

Os níveis de Fósforo se mantiveram na média de 12mg L⁻¹ e o nitrogênio amoniacoal se manteve na média de 142 mgL⁻¹. Os resultados das

análises para nitrogênio amoniacal, antes e após e módulo de tratamento, o efluente apresentou valores acima dos recomendados tanto de nitrogênio quanto de fósforo, nesse sentido o excesso desses elementos torna-se um fator limitante para a descarga em corpus d'água; para o cultivo agrícola é interessante que o sistema de tratamento não remova grandes quantidades destes nutrientes para que os mesmos sejam aproveitados na nutrição e desenvolvimento da cultura cultivada.

4.3 Análise de desenvolvimento do milho parte vegetativa do ciclo.

4.3.1 Altura da Planta

A análise de variância para altura da planta (tabela 3), manifestou diferença significativa para a interação da diluição e lâminas aplicadas entre as lâminas de 60%;120% e 150% nos cinco níveis de diluição. A lâmina com 90% da evaporação não tivera resultados significativos na estatística e por isso não foram inseridos na representação gráfica. A altura da planta apresentou diferença significativa entre os tratamentos aplicados nas análises realizadas após os 60 DAP e não houve diferença significativa entre os tratamentos nas análises anteriores.

Tabela 3 Análise de variância das interações diluição lâmina, para altura de planta

	Altura da Planta		
	75 DAP	90 DAP	105 DA
Água X Lâmina (Quadrado Médio)	1183,2616**	1095,1140**	710,4956 ns
GL	12	12	12
Resíduo	60	60	60
CV	15,02	12,10	11,93
Média Geral	148,0737	152,6625	158,9725

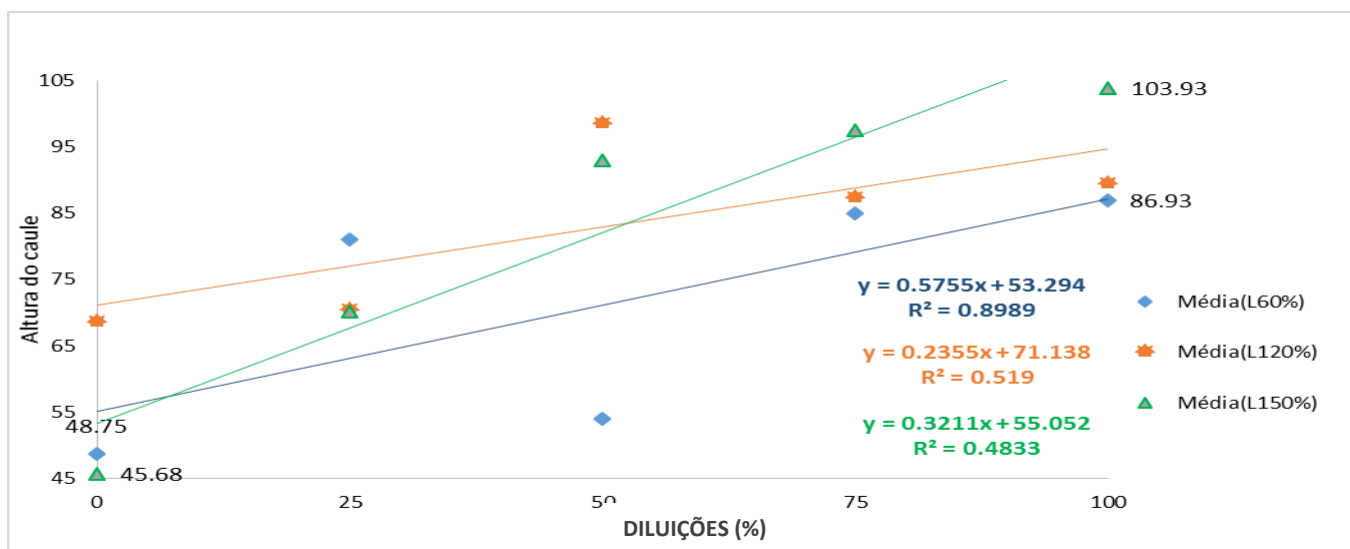


Figura 14. Altura do caule fase vegetativa do ciclo. Desdobramento do tratamento nas lâminas aplicadas.

Foi possível observar na figura 14 o gráfico indicando as alturas encontradas na fase vegetativa do ciclo. A maior altura ocorreu com a aplicação de 100% de esgoto doméstico tratado e lâmina de 150% da lâmina evaporada chegando a altura de 103,93 cm. Posterior a esse resultado o tratamento com 50% de esgoto e lâmina de 120% apresentou médias de 98,51 com 5,41 cm de diferença da maior altura.

A menor altura ocorreu com aplicação do tratamento 1 sem diluição de esgoto, apenas água da embasa, sendo a menor média observada, também com a lâmina de 150% com 45,68 cm seguido da lâmina de 60% com altura de 48,75 cm. Para o tratamento 1 a maior altura foi obtida quando aplicada a lâmina de 120% da evaporação chegando a 68,65 cm de altura ainda assim esse valor é 35,28 cm menor do que a maior altura produzida quando aplicado 100% de esgoto doméstico tratado com 150% da lâmina evaporada.

A Figura 15 apresenta o gráfico com os resultados da altura da planta na fase reprodutiva do ciclo, para as diluições de esgoto tratado entre os 75 e 90 DAP. A altura das plantas mesmo sendo cultivadas em vasos chegaram a 1,72m com aplicação de 100% de esgoto doméstico tratado aos 90 DAP, esse valor enquadra-se nos dados de altura média de crescimento segundo dados da EMBRAPA, (2008) que estabelece valores entre 1,70 á 1,90m para a cultivar catingueira. As alturas encontradas com aplicação apenas de água da

embasa atingiram 1,18m com diferença de aproximadamente 0,54cm aos 90 DAP.

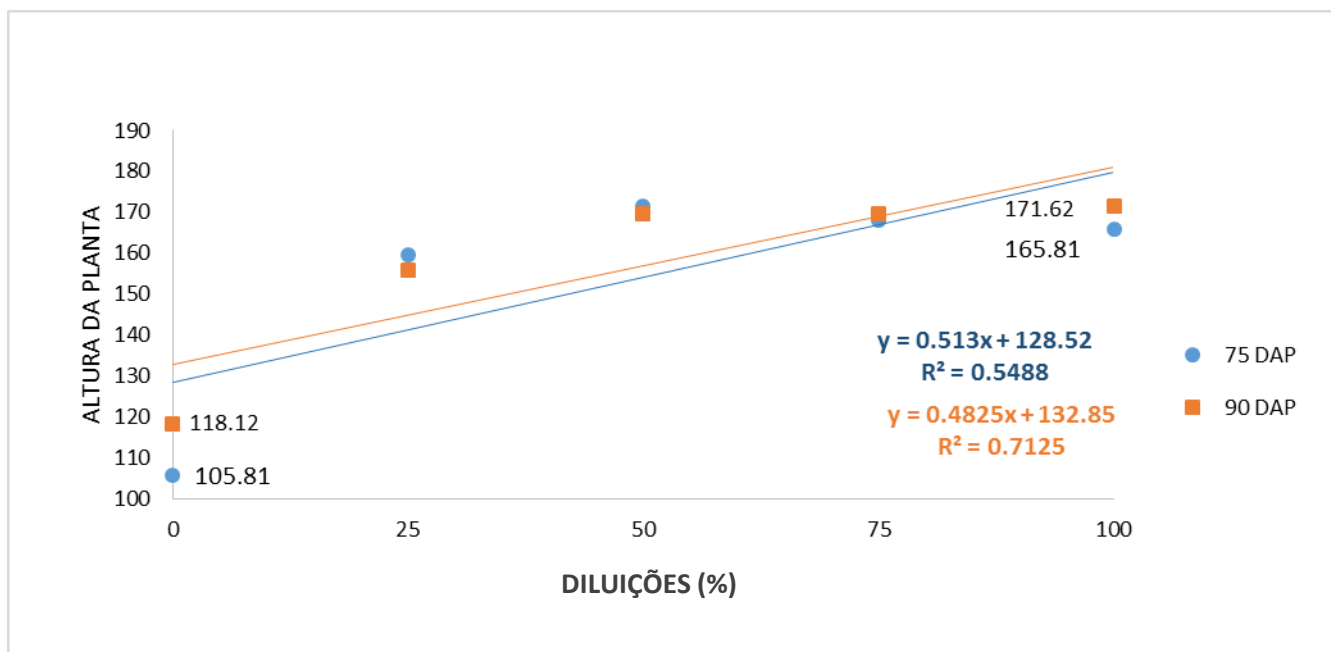


Figura 15. Altura da planta, fase reprodutiva do ciclo. Interação tratamento/ lâmina dentro da lâmina 4.

4.3.2 Número de folhas

A contagem de número de folhas é um parâmetro importante para análise de desenvolvimento da planta pois é através das folhas que ocorre a produção fotossintética para a nutrição e desenvolvimento da planta, além disso quanto maior o número de folhas, mas massa de matéria fresca e seca ela terá. A análise de variância não apresentou resultados significativos entre as interações tratamento/lâmina assim os resultados foram avaliados separadamente (tabela 4).

Tabela 4 Análise de variância para número de folhas.

Causas de variação	GL	Massa fresca da parte aérea
		Quadrado médio
Água residuária	4	23,731250**
Lâmina	3	2,820833**
Água x Lâmina	12	0,904167 ^{ns}
Resíduo	60	0,437500
CV	(%)	6,31
Média geral	(g)	10.4875

Observa-se na figura 16 o gráfico com os resultados das análises realizadas na fase reprodutiva do ciclo. Os números de folhas no período reprodutivo apresentaram comportamento decrescente para ambos tratamentos aplicados sendo o pico de crescimento aos 75 DAP quando atingiu a média de 11,238 para as diluições aplicadas e 11,05 folhas para lâminas, até o final dos 105 dias, o número de folhas foram decrescendo chegando em média a 7,284 para os tratamentos de diluição e 7,045 para as lâminas de evaporação.

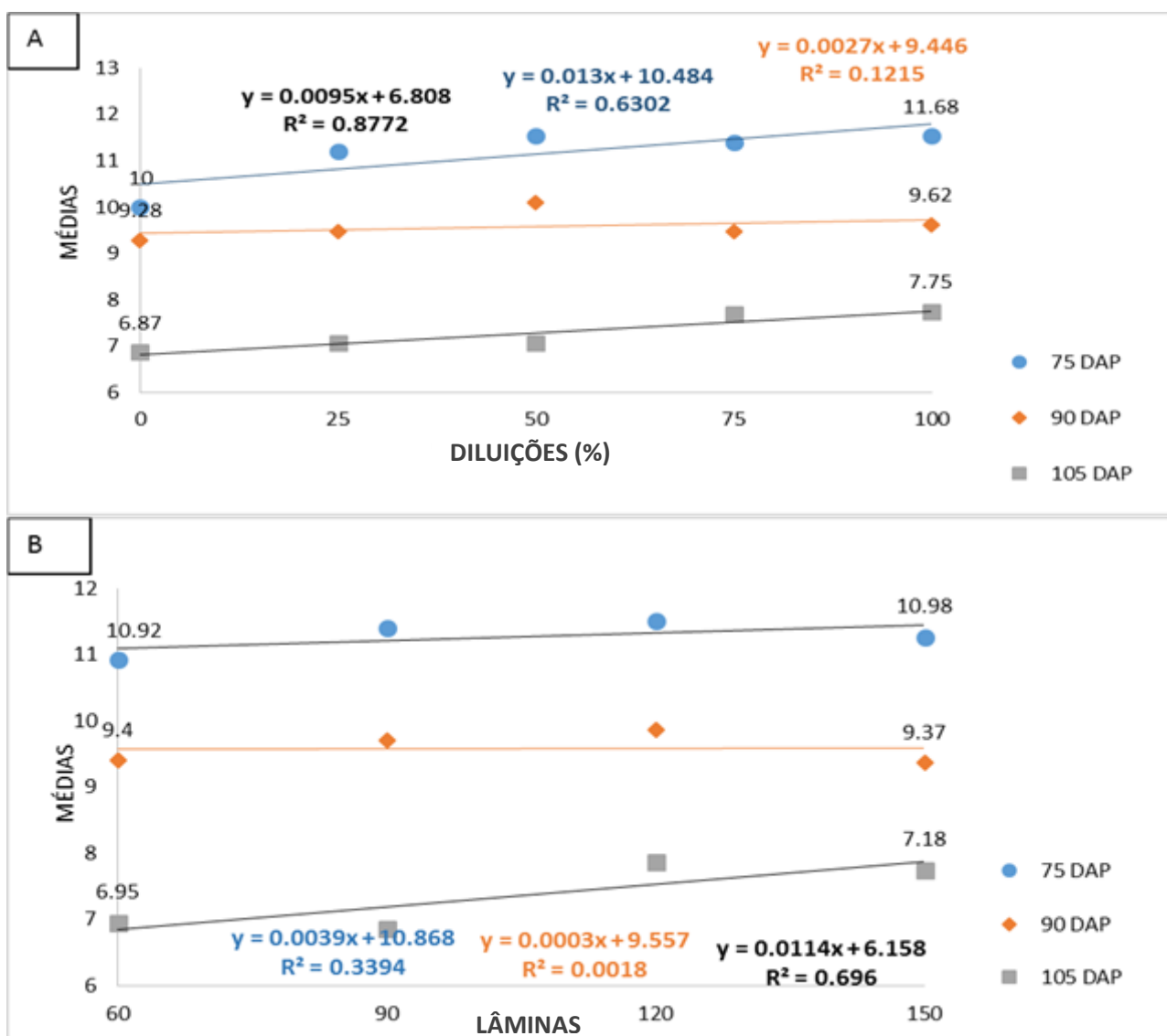


Figura 16 Número de folhas, fase reprodutiva do ciclo. A) Diluições e B) Lâminas.

Os resultados não tiveram grandes diferenças em termos numéricos, isso justifica não ter ocorrido diferença significativa entre as interações. O

decréscimo do número de folhas, pode ser atribuído a fase final de reprodução onde todo potencial da planta é direcionado ao enchimento e amadurecimento dos grãos até a maturação fisiológica das espigas. A média de número de folhas dessa cultivar segundo a EMBRAPA, (2008), é de 12 a 14 folhas por planta, resultado este que corrobora com o presente trabalho quando comparada a proximidade das médias, mesmo se tratando do cultivo em vaso, diferente do manejo tradicional.

4.3.3 Diâmetro do Caule.

A figura 17 apresenta o gráfico com as médias observadas para diâmetro do caule ao longo dos dias em que foram realizadas as avaliações. Notou-se que após o desdobramento das análises que o diâmetro das plantas não diferiu com a variação das lâminas aplicadas, apenas houve diferença significativa com a aplicação das diluições.

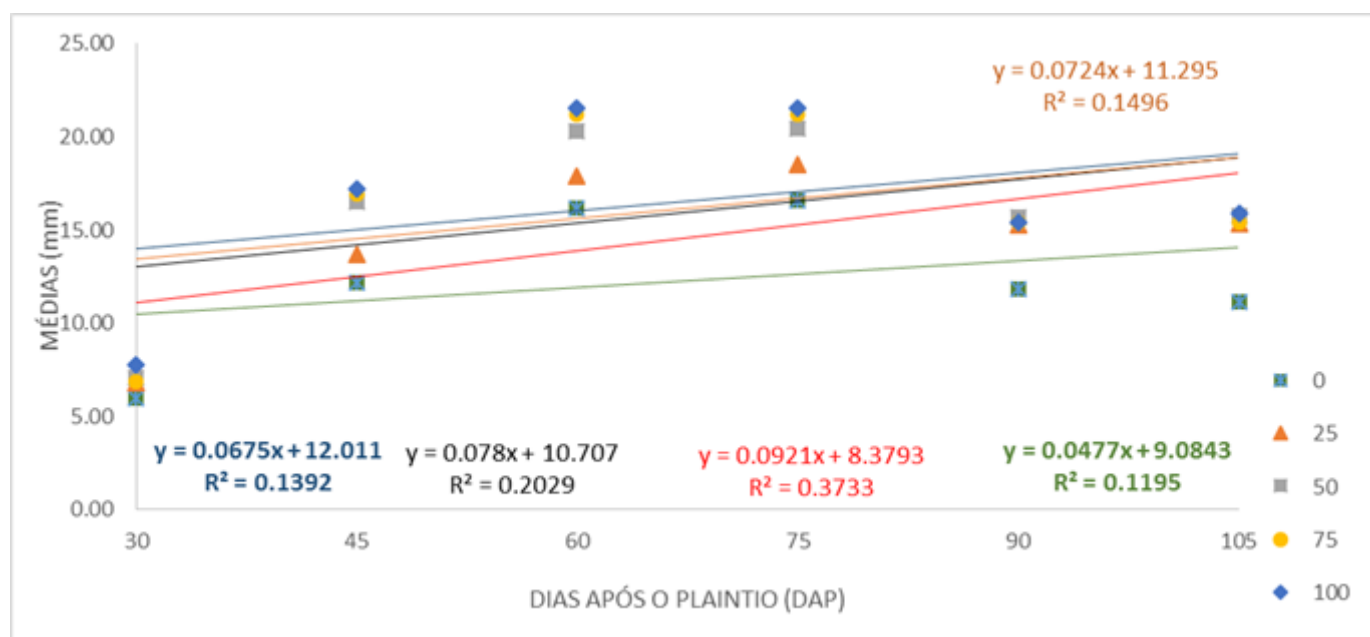


Figura 17 Diâmetro do caule durante todo o ciclo da cultura, avaliação dos tratamentos aplicados.

Assim os tratamentos com 50, 75 e 100% de esgoto doméstico tratado não diferiram significativamente entre si ao decorrer dos dias após o plantio, já os tratamentos com 0 e 25%, foram significativamente distintos dos demais, resultando nas menores médias de diâmetro do caule. Após os 75 DAP o diâmetro do caule sofreu um decréscimo em seu comprimento, isso pode ser justificado devido o alongamento dos entre nós da planta e, consequente

redução do diâmetro ao final do ciclo. O maior diâmetro ocorreu nas plantas em que foram aplicadas o tratamento de 100% de água residuária chegando a 21,56 mm, os 75 DAP, o menor diâmetro ocorreu com aplicação de água pura sem diluição de esgoto com 5,97 mm, os primeiros 30 DAP permanecendo com as menores médias até os 105 DAP, a diferença entre os tratamentos com 100% e 0 % manteve-se até o final das análises na média de 4,265 mm entre eles. Essa diferença entre a maior e menor dose, indica que a reserva obtida no colmo pela maior dose foi significativa no estágio final da planta, o que pode influenciar diretamente como fonte de nutrientes para os drenos, e conseqüentemente na produção final. O trabalho desenvolvido por Silva (2007), avaliou o diâmetro do colmo do milho aos 90 DAE, sob diferentes doses de cama de frango (0, 5, 10, 15 Mg ha⁻¹) aplicadas no plantio e em cobertura, obteve resultados significativos com as maiores doses em relação as menores doses de cama de frango. Melo et. al., (2014), avaliando a influência das doses de efluente lácteo sobre o diâmetro do colmo aos 40 DAE, a planta de milho respondeu com diâmetro de 17,96mm, esses resultados assemelham-se com o presente experimento atestando a coerência dos resultados encontrados.

4.4 Análise de produtividade do milho.

4.4.1 Massa fresca da parte aérea

Os resultados das análises de variância para massa fresca da parte aérea na fase reprodutiva do ciclo, demonstram que não houve diferença significativa na interação dos tratamentos assim as diluições e lâminas foram avaliadas separadamente (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de variância para massa fresca da parte aérea.

Causas de variação	GL	Massa fresca da parte aérea
		Quadrado médio
Água residuária	4	88101,268750**
Lâmina	3	33243,945833**
Água x Lâmina	12	5401,060417 ^{ns}
Resíduo	60	3102,662500
CV	(%)	22,70
Média geral	(g)	245,4125

Na figura 18 é possível observar através do gráfico as variações de peso da massa fresca da parte aérea sendo a maior média de 309g MV planta⁻¹ encontrada na última avaliação com aplicação de 100% de esgoto tratado, avaliando apenas as lâminas de evaporação aplicada a maior média foi proporcionada com aplicação da lâmina de 150% da evaporação com 274,1g MV planta⁻¹.

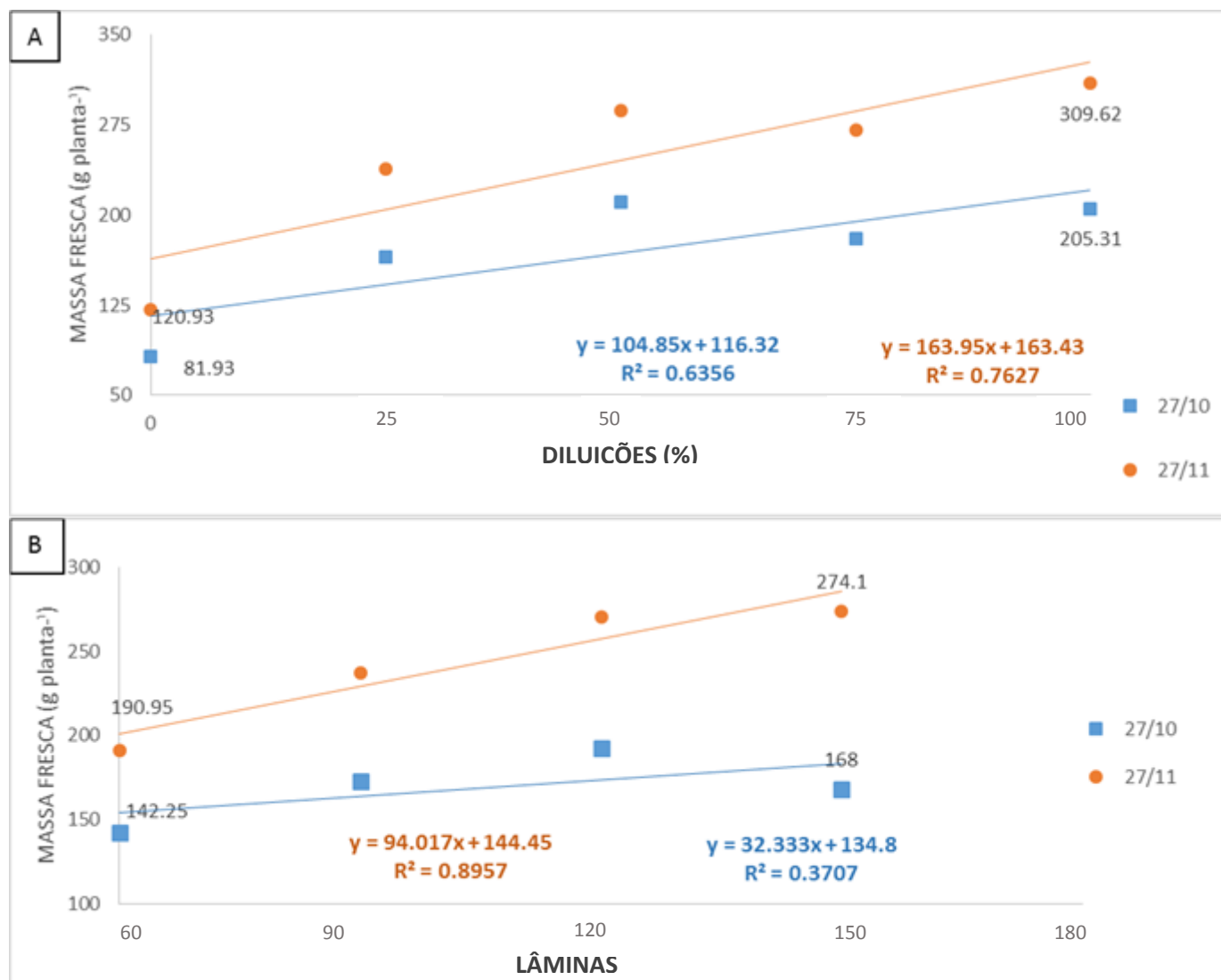


Figura 18 Gráfico de massa fresca da parte aérea. A) Avaliação das diluições e B) Avaliação das lâminas aplicadas.

Os tratamentos com 0% de esgoto tratado e 60% de lâmina aplicada obtiveram as menores médias com 120,93g e 81,93g respectivamente, esses resultados demonstram o incremento nutricional do esgoto tratado para produção de massa verde além do comportamento da planta quando

submetida a situação de déficit hídrico. Com este resultado foi possível estimar uma produção de 348.323 g MV m² o que equivale a 3,48 t/ha. Para produção em escala experimental é possível afirmar que tal produção possui um relevante potencial nas condições em que foram desenvolvidas quando comparado aos trabalhos citados abaixo.

Para alimentação animal o fornecimento de alimentos volumosos, ou seja, parte comestível das plantas exceto os grãos, sendo também denominado de forragens é essencial uma vez que a principal fonte de energia provém dos carboidratos ingeridos com as plantas. Os nutrientes presentes na alimentação de um animal são, normalmente, divididos em cinco categorias: água, energia (carboidratos, proteínas, lipídeos), compostos nitrogenados, minerais e vitaminas. No âmbito do PROSAB, estudos em campo na região do Rio Grande do Norte vêm demonstrando a viabilidade de produção de forrageira irrigada com esgotos sanitários. A irrigação de milho forrageiro IPA-467-4-2 foi avaliada sendo a produtividade verificada de 20 kg MV m⁻² e 7kg MV kg⁻¹ de semente para o milho hidropônico (BEVILACQUA et al., 2003; MELO et al., 2006). O trabalho de Dantas, (2009), também em campo realizado no semiárido pernambucano com a cultivar catingueira encontrou uma média de 3,2 kg MV m². Os valores de referências nacionais, atestam uma média de 8-11kg MV kg⁻¹ de semente e 20kg MV m⁻² para potencial de produção de culturas forrageiras no Brasil, (EMATER, 2001).

4.4.2 *Peso de Espiga*

A tabela 6 demonstra os resultados da análise de variância para peso de espiga, onde é possível observar a diferença significativa entre os tratamentos aplicados e em sua interação.

Tabela 6. Análise de variância para peso de espigas.

Causas de variação	GL	Peso da espiga
		Quadrado médio
Água residuária	4	15634,750000**
Lâmina	3	12476,666667**
Água x Lâmina	12	822,458333**
Resíduo	60	58,575000
CV	(%)	5,62
Média geral	(g)	136,2500

O gráfico 19 analisa o peso das espigas mediante a aplicação das diluições do esgoto doméstico tratado. As interações entre tratamento e lâminas aplicadas obtiveram resultados significativos quando submetido a análise de variância, assim foi realizado regressão da interação tratamento/lâmina.

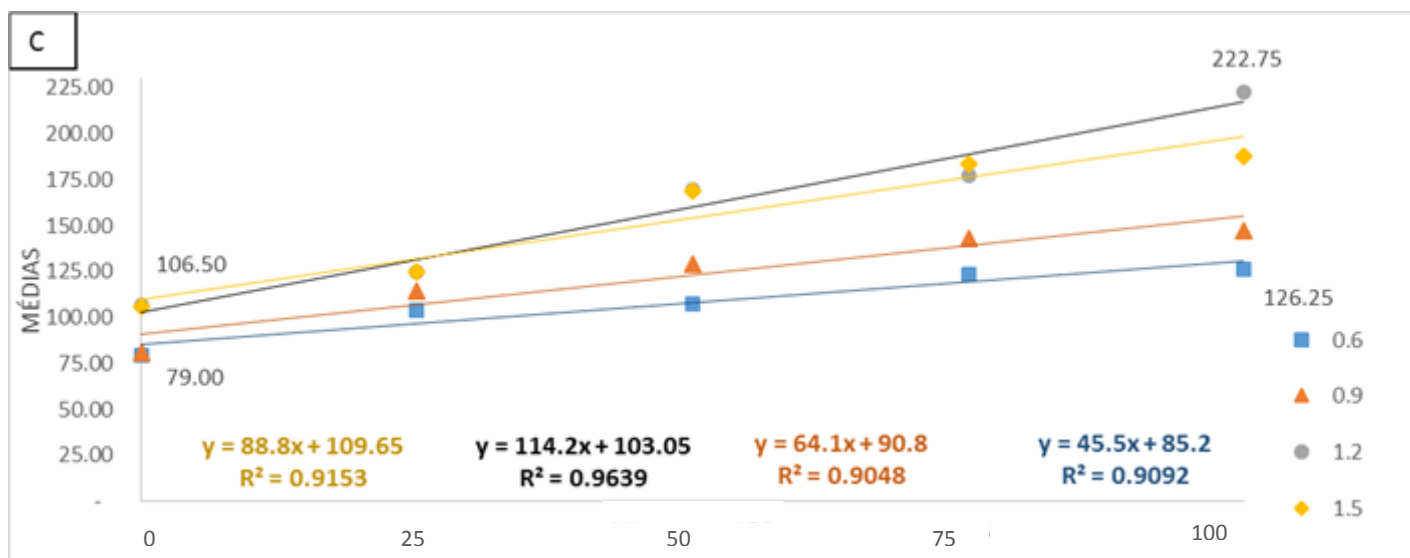


Figura 19 Avaliação peso de espiga mediante aplicação de diferentes diluições de esgoto doméstico tratado e diferentes lâminas de evaporação.

Os resultados demonstraram que quando aplicado o tratamento com 100% de esgoto tratado com lâmina de 120% da evaporação de acordo com tanque classe A, temos as melhores médias nos pesos das espigas com 222.75 g/espiga seguida da lâmina de 150% com aplicação de 75% de esgoto tratado com média de 183.50% kg/espiga. Os menores pesos foram observados quando aplicados a lâmina de 60% e 90% da evaporação independente do tratamento aplicado (Gráfico 19).

Foi feita uma extrapolação com as médias encontrada no tratamento com maior produtividade para avaliar a possível produtividade em uma área de 1 ha de milho cultivada com o respectivo tratamento aplicado em escala experimental, a extrapolação foi feita com as maiores médias de produtividade obtidas a partir da aplicação do tratamento 5 com 100% do esgoto tratado e lâmina 3 com 120% da evaporação. Assim estima-se que o cultivo de milho cultivar catingueira utilizando esgoto doméstico tratado na respectiva diluição e lâmina pode chegar em média a uma produtividade de 4,51 t/ha; sendo que na

região de estudo o cultivo em condições naturais é extremamente restrito devido as características edafoclimáticas.

4.4.3 Comprimento e diâmetro da espiga

Observa-se na tabela 7 a análise de variância para comprimento de espigas que não houve diferença significativa na interação dos tratamentos, com resultados significativos apenas para tratamentos e lâminas quando avaliados separadamente.

Tabela 7. Análise de variância para comprimento de espigas.

Causas de variação	GL	Comprimento de espiga
		Quadrado médio
Água residuária	4	32,227937**
Lâmina	3	13,556833**
Água x Lâmina	12	0,355688**
Resíduo	60	0,082750
CV	(%)	1,84
Média geral	(g)	15,642500

Na figura 20 é possível observar o gráfico o comprimento das espigas variou entre 13,75 á 17,25 cm, sendo a média de 16,32 á 17,25 cm encontrada mediante a aplicação de 100% e 75% de esgoto tratado com lâminas de 120 e 150% da evaporação. É coerente que os resultados com maior significância em termos produtivos se manifestem com aplicação das lâminas de evaporação mais altas devido as características ambientais; a temperatura e incidência solar elavam muito a evapotranspiração das plantas fazendo com que as mesmas aumentem o consumo hídrico disponível, assim a aplicação das menores diluições de esgoto produz os melhores resultados devido a maior concentração de nutrientes principalmente nitrogênio e fosforo.

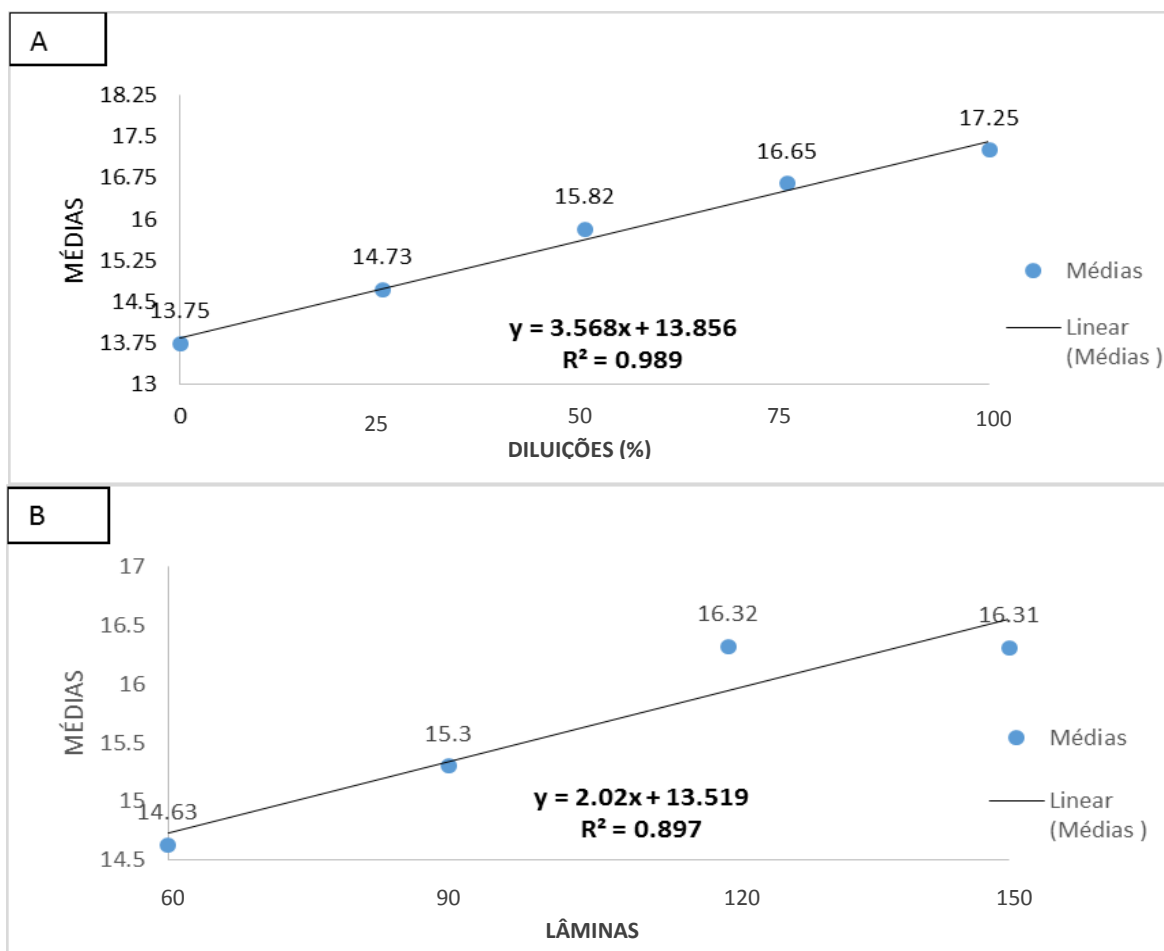


Figura 20. Comprimento de espigas. A) Avaliação das diluições B) Avaliação das lâminas aplicadas.

Lourente et al. (2007), observaram efeito significativo com dose de N em cobertura para as variáveis comprimento e diâmetro de espiga, sendo que o máximo diâmetro e comprimento foram de 46,54 mm e 18,12 cm, respectivamente com dose de 200 kg ha⁻¹ de N. A planta nutrida adequadamente com N apresenta um maior crescimento da área foliar e sistema radicular, pois o nutriente influencia na divisão, a expansão celular e a fotossíntese, conseqüentemente há influencia no desenvolvimento da parte aérea (VARVEL et al. 1997).

O tratamento testemunha com 0% de esgoto e 60% da lâmina evaporada tiveram o comprimento de espiga variando entre 13,75 cm á 14,63 cm, essas espigas apresentaram preenchimento de grãos disformes e tamanho reduzido comparada as demais como mostra a Figura 21.



Figura 21. Representação das espigas de milho e seus respectivos tratamentos.

Segundo Albuquerque et al., (2008) o maior comprimento e diâmetro médio de espigas são desejáveis, sendo que, normalmente o padrão técnico recomendado para a comercialização de milho verde são espigas maiores que 15 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro. Já o trabalho realizado por Freire et al (2010), avaliando a produtividade econômica e componentes da produção de espigas considera como comerciais as espigas grandes, cilíndricas, bem empalhadas, com comprimentos maiores que 21 cm e com diâmetro superior a 5 cm. Para a indústria, há preferência por espigas em torno de 20 cm de comprimento e grãos longos, devido à maior eficiência das máquinas degranadoras para retirar grãos inteiros (PEREIRA FILHO et al., 2003). Avaliando o sistema de cultivo orgânico, Paiva (2001) afirma a preferências das espigas com 18 cm para consumo in natura. Esses resultados demonstram que os comprimentos encontrados nesta fase experimental do presente trabalhos estão próximos a média discutível dos padrões de comercialização exceto as espigas produzidas pelos tratamentos com 0% e 25% de diluição com 60% de lâmina evaporada. O cultivo de milho em questão tem como

interesse o aumento da produtividade para complementar a alimentação animal dos criadores na região, devido a escassez de alimentos alternativos com alto valor energético e nutricional nos períodos de seca, assim os resultados encontrados foram considerados satisfatórios.

Tabela 8. Análise de variância diâmetro de espiga.

Causas de variação	GL	Diâmetro de espiga
		Quadrado médio
Água residuária	4	116,950000**
Lâmina	3	179,579167**
Água x Lâmina	12	58,850000
Resíduo	60	86,620833
CV	(%)	22,43
Média geral	(mm)	41,4875000

A análise de variância para diâmetro de espiga (Tabela 8), não apresentou resultados significativos nas interações, nem nos tratamentos avaliados separadamente por isso não foi necessária a ilustração gráfica. Tomando como parâmetro a discussão realizado no parágrafo anterior os diâmetros encontrados variaram entre 3,4 cm á 5,01 cm. A tabela de análise de variância traz a média de 4,2 cm, esses resultados indicam que as espigas avaliadas se encontram condizentes com os parâmetros técnicos preconizados, considerado padrão.

4.5 Custo e viabilidade de produção para o pequeno agricultor da região.

4.5.1 Levantamento do custo de produção.

A tabela 9 detalha as informações do custo total de produção para os 200m² do milho na região de estudo. Os custos foram subdivididos entre custos fixos e variáveis tendo a discriminação de itens nos apêndices A, B, C, D, E, e F.

Tabela 9 Levantamento dos custos fixos e variáveis para produção de milho irrigado com esgoto doméstico tratado.

CUSTOS FIXIOS E VARIÁVEIS - CULTIVO IRRIGADO	
Custos Fixos	R\$
A - Sistema de tratamento	10.413,78
B - Sistema Elétrico	1.789,42
C - Sistema de irrigação	1.538,67
Depreciação (10%)	1.349,19
Total	15.091,06
Custos Variáveis	R\$
D – Cultivo	204,05
E - Mão de obra e manutenção	2.734,8
F- Consumo de energia	15,41
Total	2.946,76
CUSTO TOTAL	18.045,32
CUSTO TOTAL (Sem tratamento do esgoto)	7.631,54

Os custos fixos de implantação é o principal componente dos custos totais para viabilização do cultivo, neles estão contidas as principais saídas, como os custos do sistema de tratamento, implantação do sistema elétrico e sistema de irrigação. O sistema de tratamento do esgoto doméstico representa cerca de 69 % dos custos fixos e 57,71% dos custos totais de produção, no Apêndice - A estão detalhados todos os materiais utilizados para a implantação do sistema de tratamento.

As despesas com serviços e manutenção representaram 92,81% dos custos variáveis e 15,16% quando avaliamos o custo total, os demais custos variáveis totalizam apenas 7,45% do total gasto no desenvolvimento da pesquisa para produção de milho irrigado com esgoto tratado.

É interessante ressaltar que as despesas de implantação, serviços e manutenção do sistema de tratamento pretendem ser destinada as prefeituras do município caso torne-se adepto a aquisição da tecnologia, pois neste caso o reaproveitamento dessas águas deve atenuar um problema recorrente do saneamento na região, podendo ser visto como alternativa de destinação de tais efluentes, assim a prefeitura se responsabilizaria com cerca de 57,71% dos custos.

O sistema de irrigação representa 10,20% dos custos fixos e 8,53% dos custos totais, os demais custos de manutenção do sistema, manejo e implantação do cultivo totalizam 43,96% dos custos, o detalhamento do material gasto pode ser acompanhado no Apêndice – C. Investir na implantação do sistema de irrigação viabiliza uma alternativa de cultivo, sendo de interesse do agricultor investir na implantação e manutenção desse sistema e a produtividade obtida através do mesmo pode ser destinada ao suprimento energético da alimentação de animais, mantendo a nutrição do rebanho mesmo nos períodos de escassez, dessa forma o agricultor teria que investir cerca de 43,96 % do custo total para viabilização do sistema.

Os custos de produção estarão susceptíveis a variações sempre que o houver variação no volume de esgoto a ser tratado, a variação de área a ser plantada sempre dependerá da disponibilidade de efluentes pós tratamento, sendo necessário avaliar a vazão disponível e necessidade hídrica da cultura para dimensionamento da área plantada e sistema de irrigação correspondente.

4.5.2 Avaliação da produtividade de milho irrigado com 100% de esgoto tratado.

Aos 80 dias após o plantio 85% das espigas já haviam atingido o ponto de colheita sendo possível iniciar a seara 10 dias antes do previsto. A área cultivada produziu cerca de 1.400 espigas em 200m², com médias de 278g por espiga sendo 120 g de peso de grãos, 50 mm de diâmetro e 23,38 cm de comprimento, média de 16 carreiras com 28 grãos cada, totalizando uma média 455 grãos por espiga. As médias encontradas estão dentro dos padrões de comercialização já discutidos no capítulo anterior, quando foram avaliadas as espigas produzidas em casa de vegetação. Como esperado as espigas produzidas em campo obtiveram maiores médias que os produzidos em ambiente protegido, onde já era possível observar o potencial produtivo com sistema proposto.

Estimar a produtividade antes da época da colheita, pode ser útil para prever a quantidade a ser produzida, avaliar as necessidades futuras de armazenamento e transporte, além de avaliar os prováveis ganhos na

comercialização. A estimativa também se torna útil nas comparações em ensaios de híbridos/variedades, verificando a variabilidade de produção em uma mesma área ou entre diferentes áreas de cultivo, ou comparando diferentes práticas de manejo. Em geral, os poucos métodos utilizados para estimar a produtividade de milho são modelos matemáticos para simulação baseada em observações relacionadas à fisiologia e fenologia da planta.

Tabela 10 Estimativa de produtividade de milho segundo a metodologia da EMATER.

PRODUTIVIDADE EM T/HÁ COM 15% UMIDADE	
NE	33
Méd. Peso. Grãos g	123
EM	0,5
PRODUTIVIDADE (t/ha) 15%umid	8,12

Com base no cálculo realizado através do modelo da EMATER-MG (tabela 10), o potencial produtivo da safra poderia chegar a 8,12 t.ha⁻¹, esse resultado indica as possibilidades de incremento na produção quando se avalia o potencial de produção do cultivo irrigado com esgoto tratado mesmo em condições limitada. Comparado aos registros e dados históricos do CONAB junto as pesquisas do IBGE (2013/2014) nos anos de 2011, 2012 e 2013 foram produzidos 3,5 e 18 toneladas com uma área colhida de 6,6 e 120 hectares, respectivamente em todo o território do município de São Domingos, isso resulta uma média de 2,66 t/ha e 6,66 t/ha quando analisamos só o ano de 2013, em regime de sequeiro. Conforme o informe conjuntural da SEAGRI, (2013), a produção estadual do cereal, em 2013, elevou-se em 13,97% em relação ao ano anterior, passando de 1,88 milhões de toneladas para os atuais 2,15 milhões de toneladas. No Oeste, houve problemas com pragas, prejudicando a lavoura na região, entretanto, no nordeste do estado, além de não ter sofrido com pragas, choveu bastante, o que proporcionou um bom desempenho da lavoura.

Hoje no Brasil, devido ao avanço tecnológico proporcionado pelo desenvolvimento de híbridos com genética superior, serviços, informações e adoção de práticas de manejo disponibilizadas aos agricultores é comum encontrarmos produtores com médias acima de 10.000 kg/ha e até 12.000 kg/ha, chegando a patamares de 15.000 kg/ha (PEIXOTO 2013).

4.5.3 Análise de viabilidade econômica do sistema de produção.

Pela análise econômica o produtor passa a conhecer os possíveis resultados em termos monetários, facilitando o controle da atividade desenvolvida e encarando o seu sistema de produção como uma empresa, quanto mais conhecimentos destes aspectos o produtor tiver, maiores serão as chances de tomar decisões corretas na administração da sua produção, (LOPES & CARVALHO, 2002). Apresenta-se na tabela 10 os resultados que estimam a viabilidade econômica da produtividade em termos comerciais, avaliando o potencial de venda do produto gerado a partir da extrapolação dos dados reais da produção do milho.

Tabela 11 Resultado real e extrapolação de valores da produção do milho em 200m² e 10.000 m².

RENDIMENTO POR SAFRA	200 m²	10.000 m² (1 ha)
Valor Comercial (saca)	50,00	50,00
Valor Comercial (espiga)	0,80	0,80
Média de pés	1.999,50	66.650,00
Produtividade de Espigas (-30% pés plantados)	1399,65	46.655,00
Produtividade de Grãos Estimada (Kg)	168,0	8.198,0
Rendimento em sacas/grãos	4,1	204,95
Rendimento saca/grãos (R\$)	205,00	10.247,44
Rendimento estimado de Espiga (R\$)	1.119,72	37.324,00
Índice B/C saca/grãos (ano)	0,107	0,410
Índice B/C espiga (ano)	0,587	1,493

A área plantada produziu cerca de 1.399 espigas aproximadamente, rendendo 168 kg de grãos propriamente ditos, resultando uma média de 4 sacas em 200 m², onde o rendimento monetário dos grãos seria de R\$ 205,00, por ciclo e R\$ 820,00 por ano, o índice de benefício/ custo para o rendimento de grãos foi de 0,107. Avaliando o índice para a produtividade de espigas obteve-se 0,587 com um melhor resultado, porém ainda abaixo do ideal pois o Índice de Benefício/Custo (IBC), indica o ganho por unidade de capital investido, a análise do IBC é feita em função da própria recuperação do investimento, que ocorre quando o índice torna-se igual a 1, (tabela 12).

Tabela 12 Extrapolações dos rendimentos monetários ao ano da comercialização de grãos e espigas.

RENDIMENTO AO ANO	R\$
200 m ² saca/grãos ao ano	820,00
200m ² espiga ao ano	4.478,88
1 ha saca/grãos ao ano	40.989,76
1 ha espiga ao ano	149.296,0

As extrapolações destes resultados para área de 1 ha obtiveram melhor IBC, chegando a 1,49 para produtividade de espigas. Esses resultados indicam que não houve recuperação de investimento imediato, porém avaliando a tabela 13 observa-se que a médio prazo o capital investido tem boas possibilidades de retorno.

Tabela 13 Estimativa de tempo de retorno do investimento sem adição de encargos e variações de preço.

Anos	Tempo de retorno 200 m ² saca	Tempo de retorno 200m ² espiga	Tempo de retorno 1 ha saca	Tempo de retorno 1 ha espiga
Investimento	7.631,54	7.631,54	100.000,00	100.000,00
Ano 1	6.811,54	3.152,66	59.010,24	-49.296,00
Ano 2	5.991,54	-1.326,22	18.020,48	-19.859,20
Ano 3	5.171,54	-5.805,10	-22.969,28	-34.788,80
Ano 4	4.351,54	-10.283,98	-63.959,04	-49.718,40
Ano 5	3.531,54	-14.762,86	-10.4948,80	-64.648,00
Ano 6	2.711,54	-19.241,74	-14.5938,56	-79.5776,00
Ano 7	1.891,54	-23.720,62	-18.6928,32	-94.507,200
Ano 8	1.071,54	-28.199,50	-22.7918,08	-109.436,80
Ano 9	251,54	-32.678,38	-26.8907,84	-124.366,40
Ano 10	-568,46	-37.157,26	-30.9897,60	-139.2960,00

Das espigas produzidas, 500 foram colhidas para análises as demais foram destinadas a ração para os animais da propriedade rendendo uma média de 30 kg de massa fresca por dia para alimentação de cinco vacas leiteiras por 20 dias, totalizando aproximadamente 600 kg de massa fresca em 200 m². Cada planta rendeu cerca de 429 g de massa fresca da parte aérea. Na região o milho é tipicamente vendido em sacas de 40 kg do grão, para composição de ração ou as espigas para consumo humano com valor comercial de 0,80 centavos, geralmente o que é chamado de refugo (inviável para comercialização ou consumo) é destinado para a alimentação animal junto com a palha ainda verde, esse material é triturado e oferecido para os animais da

propriedade, priorizando os que estão em lactação ou engorda para corte. A perda de animais por alimentação inadequada em períodos de seca é recorrente nessa região, também é comum observar o subpeso da maioria dos animais a pasto, mediante a essa realidade o interesse de viabilizar a produção de grãos e massa verde aproveitando o esgoto doméstico no semiárido é justamente oferecer para os animais uma alimentação mais rica tornando sua comercialização mais rentável para o produtor, mantendo seus pequenos rebanhos e movimentando e podendo trazer maior estabilidade econômica para a região. Nesse sentido a realização da análise econômica em termos monetários convém para o entendimento da viabilidade e possíveis retornos do investimento na implantação do sistema avaliado nesta pesquisa.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que:

- Em escala experimental o efluente viabilizou a produção da cultura do milho com tendência a promover um desenvolvimento superior quando aplicado água de abastecimento da embasa, obtendo resultados significativos indicando níveis satisfatórios de produtividade quando aplicados 50,75 e 100% de esgoto doméstico tratado com lâminas de 120 e 150% da evaporação do tanque classe A.
- As avaliações de produção de milho irrigado em escala real com 100% de esgoto tratado, sugerem uma produtividade equivalente ao sistema convencional, com potencial para otimizar a produção na região de estudo.
- As avaliações de custos de produção indicaram que os sistemas possuem viabilidade para o pequeno agricultor, desde que haja uma parceria com a prefeitura, para atenuar os custos de tratamento de esgoto.
- As análises de viabilidade econômica da produção quando avaliada em termos monetários indicam boas possibilidades de retorno do capital investido em médio prazo, em termos técnicos a análise indica uma produtividade satisfatória no rendimento de grãos e massa verde para complementação da alimentação animal dos pequenos produtores da região.

6 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

- Viabilidade econômica do reuso de esgoto doméstico tratado na agricultura.
- Desafios do uso de esgoto doméstico tratado na produção de alimentos.
- Transferência da tecnologia de reuso para comunidade e seus desafios.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. J. B. et al. Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para produção de milho verde. **Ciência e Agrotecnológica**, v. 32, n. 03, 2008.

ALMEIDA, O. A. de. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. Disponível em: https://www.embrapa.br/mandioca-fruticultura/publicacoes/livro_qualidade_agua.pdf. Acesso em 28 setembro de 2014.

ANDRADE, C. L. T. Viabilidade e Manejo da Irrigação da Cultura do Milho. **Circular técnica**. Sete Lagoas - MG, dezembro de 2006. Disponível em <<http://www.cnpms.embrapa.br>. Acesso em 30 agosto de 2013.

ASANO, T. Water from (waste) water – the dependable water resource. **Water Science and Technology**. IWA Publishing. v. 45, p 23-33, 2002.

AZEVEDO, J. et al. Alterações químicas de cambissolo fertirrigado com água residuária doméstica tratada. **Agropec. Cien. Semiárido**. 9(2): 66-76, 2013.

BAHIA. **Lei Nº 11.612 de 08 de outubro de 2009**. Da Política Estadual de Recursos Hídricos.

BAHIA. **Resolução Nº. 78, de 26 de agosto de 2010**. Aprova o Regimento Interno do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CONERH. 2010.

BAHIA. **Resolução Nº. 78, de 26 de agosto de 2010**. Aprova o Regimento Interno do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CONERH. 2010.

BARNARD, J. H.; RENSBURG, L. D. V.; BENNIE, A. T. P. Leaching irrigated saline sandy to sandy loam apedal soils with water of a constant salinity. **Irrigation Science**, v. 28, n. 02, p. 191-201, 2010.

BASTOS, R. K. X. (Coord.) Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura In **Projeto PROSAB**. Rio de Janeiro, ABES, 2003.

BEVILACQUA P. D. et al. (2003). Alimentação animal com produtos irrigados com esgotos sanitários. *Ceres* 56 (4): 480-487, Viçosa-MG, agosto de 2009, BRASIL, MMA - CONAMA. **Resolução Nº430, de 13**

de maio de 2011. Disponível em http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf. Acesso em 20 de abril de 2014.

BRASIL. **Resolução no 54, de 28 de novembro de 2005**, CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em <http://www.cnrhsrh.gov.br/delibera/resolucoes/R54--.pdf>. Acesso em 20 de abril de 2008.

BRASIL. **Resolução nº 17, de 13 dezembro de 1995**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res95/res1795.html>. Acesso em 20 de abril de 2008.

BARROSO, A. de A. F. et al. Avaliação qualitativa das águas subterrâneas para irrigação na região do Baixo Jaguaribe – Ceará. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v. 4, p.150–155, 2010.

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T. & CANTARELLA, H. (ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1983. 301 p.

CAMPELLO NETTO, et al. **Manejo Integrado de Água no Semi-Árido Brasileiro**. In: CIRILO, José Almir et al. O Uso Sustentável dos Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas. Recife: ABRH - Editora Universitária UFPE, p. 473-501, 2007.

CASTRO, EDUARDO RODRIGUES de et al. Teoria dos Custos. In: SANTOS, MAURINHO LUIZ dos et al. **Microeconomia Aplicada**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2009.

CIRILO, J. A. Políticas Públicas de Recursos Hídricos para o Semiárido Brasileiro. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 63, p. 61-82, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Custos de produção agrícola: a metodologia da Conab**. Brasília: Conab, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sétimo levantamento**, abril 2012. Brasília: CONAB, 2012, 37 p. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf. Acesso em: 27 de Junho, 2014.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Cultivo do milho**. EMBRAPA-CNPMS, 2008. (EMBRAPACNPMS Sistemas de Produção. Versão eletrônica).

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE EXTENSÃO RURAL. **FORAGEM hidropônica de milho: uma alternativa bem sucedida**.

Informe do Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte. 24p, 2001.

FERREIRA, D. F. Sisvar: Computer statistic analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FLORENCIO, L., BASTOS, R. K. X. e AISSE, M. M. (coord.) Tratamento e utilização de esgotos sanitários In **Projeto PROSAB**. Rio de Janeiro. ABES, 2006.

FREIRE et al., Produtividade econômica e componentes da produção de espigas verdes de milho em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3 p. 213-222, 2010
<http://www.abms.org.br>, 2010.

FREITAS, Marcos Airton de Sousa. **O Fenômeno das Secas no Nordeste do Brasil: Uma Abordagem Conceitual**. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 9, Salvador, 2008. **Anais...** Salvador: ABRH, 2008.

FRIEDLER, E. *et al.* Study of urban population attitudes towards various wastewater reuse options: Israel as a case study. **Journal of Environmental Management**, v. 81, p 360-370, 2006.
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011). **Mapas Temáticos**. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 06 DE março 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**: Características da população e dos domicílios. Resultados do Universo. Rio de Janeiro. 2011.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. **Análise e indicadores de agronegócio**. V.7, n10, outubro 2010. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/bancoiea/precos_medios.aspx?cod_sis=2>. Acessado em: 20 de janeiro de 2014.

LIMA, P.L.T, et al., Erosão hídrica em um argissolo vermelho amarelo, sob cultivo do milho (*Zea mays* L.). **XXII Congresso de pós-graduação da UFLA**, 14 a 18 de outubro de 2013.

LOPES, M. A.; CARVALHO, F. de M. **Custo de produção do gado de corte**. Lavras: UFLA (Boletim agropecuário, 47). 47 p, 2002.

LOPES, MAURICIO ANTÔNIO; NASS LUCIANO L.; MELO, ITAMAR S. de. Bioprospecção. In: BOREM, Aluizio. **Biotecnologia e meio ambiente**. Viçosa: [s.n.], 2008.

LOURENTE, E.R.P.; ONTOCELLI, R.; SOUZA, L.C.F.; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E. & RODRIGUES, E.T. Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**. 29:55-61, 2007.

LUCAS FILHO, M. et al. Disposição de esgoto tratado através do escoamento subsuperficial em solo preparado com cobertura vegetal. In: ENCUESTRO DE LAS AGUAS, 3., 2001, Santiago. **Anais...** Santiago, Chile, 2001.

MACEDO J, CHERNICHARO CAL, PIVELI PR, 2009. **Introdução ao tratamento de efluentes líquidos**. Conselho Regional de Química IV Região (SP/MS).

MARA, Duncan; BOS, Robert. Risk Analysis and Epidemiology: The 2006 WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater in Agriculture. In: DRECHSEL, Pay et al. (ed.). **Wastewater Irrigation and Health: Assessing and Mitigating Risk in Low-Income Countries**. London:Earthscan, 51-62 p, 2010.

MELO, et al. Emergência e crescimento inicial do milho submetido à adubação com efluentes de origem láctea agência pernambucana de águas e climas. **Gst - global science and technology** artigos científicos. Brasil, v. 7, n. 3, 2014.

METCALF & EDDY, Inc. **“Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse”**. McGraw-Hill International Editions, 3rd ed., New York, 1991.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL - MI. **Relatório final, grupo de trabalho interministerial para redelimitação do Semi-Árido nordestino e do polígono das secas**. Brasília, DF. 118p. 2005.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL-MIN. **Nova delimitação do Semi-Árido Brasileiro**. Brasília,DF, 32p, 2011.

MIRANDA, J. E.; TOSCANO, L. C.; FERNANDES, M. G.; FERREIRA, M. da C. **Deriva de produtos fitossanitários na cultura do algodão: causas e prevenção**. Campina Grande: Embrapa Algodão. (Embrapa Algodão. Documentos, 237), 32 p, 2010.

MONTE, M. H. M. Water Reuse in Europe. **E-Water Official Publication of the European Water Association (EWA)**. 2007.

MOTA, S. Aplicação de esgoto doméstico em irrigação. In: REÚSO DE ÁGUAS: A EXPERIÊNCIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2000.

NOBRE, R. G. et al. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n 03, p. 358-365, 2010.

PAGANINI, W. da S. Reúso de Água na Agricultura. In: MANCUSO, PEDRO CAETANO S.; SANTOS, HILTON FELÍCIO dos. **Reúso de Água**. Barueri: Manole, p. 339-401, 2003.

PAIVA JÚNIOR, M.C.; VON-PINHO, R.G.; VON-PINHO, E.V.R.; RESENDE, S.G.R. Desempenho de cultivares para a produção de milho verde em diferentes épocas e densidades de semeadura em Lavras (MG). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 5, p. 1.235-1.247, 2001.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C.; GAMA, E.E.G. Cultivares para o consumo verde. In: PEREIRA FILHO, I.A. (ed.). O cultivo do milho verde. Brasília: **Embrapa**, 210 p, 2003.

REIS, Ricardo Pereira. **Fundamentos de economia aplicada**.Lavras: UFLA/FAEPE, 2007.

RICHARDS, L. A. (Ed.). **Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils**. USDA Agriculture Handbook 60, Washington D. C. 1954.

SABESP. **Água de Reúso**. Disponível em: http://www2.sabesp.com.br/solucoesambientais/produtos/agua_reuso/agua_reuso.as p. Acesso em 20 de setembro de 2014.

SALASSIER, B. **Manual de Irrigação**, 6a ed. Viçosa: UFV, Impr. Uni.,1995.

SANTILLI, Juliana. **Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores**. São Paulo: Peirópolis, 2009.

SCHAER-BARBOSA, M., SOUZA, M. S. R., SILVA, M. M., MEDEIROS, Y. D. P. Alternativas para melhorias sanitárias na região semi-árida da Bahia: reúso de água e saneamento ecológico. **VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Fortaleza. 2006.

SEI Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Estatísticas dos Municípios Baianos: Território de identidade Sisal**. 2011.

SILVA, M. de L. O. E. et al. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, p.482-488, 2007.

SNEDECOR, G.W. & W.G. COCHRAN. **Statistical Methods**. Iowa State University Press, Ames. 1980.

SOUSA, J. T.; LEITE, V.D. **Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura**. 2.ed. Campina Grande, EDUEP:UEPB, 135p, 2003.

Souza, N. C. et al. Produtividade da mamona irrigada com esgoto doméstico tratado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.478-484, 2010.

TRENTIN, C. V.; SOUZA, J. L. M. Possibilidade de utilização da irrigação com água residuária em torno das principais estações de tratamento de efluentes da Região Metropolitana de Curitiba, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 291-298, 2006.

TUNDISI, J.G. Água no século XXI: Enfrentando a Escassez. São Carlos: **Rima**, IIE, 2003.

VARVEL, G.E.; SCHPERS, J.S. & FRANCIS, D.D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science Society of America**. J., 61:1233-1239, 1997.

VASCONCELOS, Marco Antonio Sandoval de. **Economia micro e macro: teoria e exercícios, glossário com os 260 principais conceitos econômicos**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

VASCONCELOS, Marco Antonio Sandoval de.; GARCIA, Manuel E. **Fundamentos de economia**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

WINPENNY, J. et al. **The wealth of waste: the economics of wastewater use in agriculture**. FAO Water Reports. Roma. 2010.

ANEXOS

APÊNDICE – A

A-SISTEMA DE TRATAMENTO

Serviços	Unid.	Quant.	R\$	Total (R\$):
1 Construção das estruturas (Cimento, areia, arenoso, brita, blocos e telas)		1	1.191,00	1.191,00
2 Taque Sucção 2000 (L	1	760,00	760,00
3 Bomba mod 2050 SDE 1,0 CV	unid.	1	1.348,00	1.348,00
4 Tanque Equalização 1000	L	1	329,00	329,00
5 Fossa Séptica 10000	L	1	2.800,00	2800,00
6 Filtro Anaeróbio 5000	L	1	1.648,00	1648,00
7 Tanque de armazenamento 1500	L	1	2.38,48	238,48
8 Pvc 100mm Esgoto	m	25	12,8	320,00
9 Pvc 150mm Esgoto	m	13	22,59	293,70
10 Pvc 50 mm Água	m	60	16,45	987,00
11 Redução e conexões	peças	18	27,7	498,6
		TOTAL	R\$	10.413,78

APÊNDICE – B

B-SISTEMA ELÉTRICO				
	Unid	Quant	R\$	Total (R\$):
1 Quadros	peça	2	34,99	69,98
2 Disjuntores	peça	3	11,88	35,64
3 Cabos	peça	8	63,20	505,60
4 Fios 12 mm	m	10	57,90	579,00
5 Peças de Madeira	Unid.	8	74,90	599,20
		TOTAL	R\$	1.789,42

APÊNDICE – C

C-SISTEMA DE IRRIGAÇÃO				
Serviços	Unid.	Quant	R\$	Total (r\$):
Eletrobomba schneider;bc-98,potência 1/2cv. Q= 1,0 m ³ .h ⁻¹ ;				
1 hman=23 mca	Peça	1	618	618
2 Tubulação de pvc dn 25 mm com 6 m (diâmetro 3/4")	M	1	9.47	9.47
3 Válvula de gaveta de 3/4"	Peça	1	25.52	25.52
4 Válvula de retenção 3/4"- sucção bronze	Peça	1	34.7	34.7
6 Filtro plástico de disco amanco de 1"	Peça	2	58	116
Tubulação de pvc, dn 50 mm pn 40 com 6 m (ponta/bolsa				
7 soldável pn 40 de 50 mm)	M	4	14.25	57
8 Luva dn 50 mm (lf 50 mm)	Peça	2	2.5	5
Adaptador sd ct 25 mm x 3/4" (bolsa/soldável x rosca macho lf				
9 de 3/4 ")	Peça	2	2	3.22
10 Cap dn 50 mm (lf de pvc 50 mm)	Peça	2	3.15	6.3
Luva red dn 50 x 25 mm (redução pvc soldável, lf, de 50 x 35				
11 mm)	Peça	4	6.2	24.8
12 Curva 90° dn 50 mm	Peça	2	8.79	17.58
13 Adesivo plástico para tubos de pvb frasco 850 g	Frasco	1	34.9	34.9
Tubo gotejador, q= 2,3 l.h ⁻¹ ; espaçamento 0,5 m; amanco drip				
14 ac (espessura de parede 1,1 mm) diâmetro 16 mm	M	250	1.52	380
15 Início de linha para tubo pelbd de 16 mm	Peça	33	1.72	56.76
16 Anel de borracha para início de linha bitola de 16 mm	Peça	33	0.44	14.52
17 Tampão final para tubo de pelbd de 16 mm	Peça	33	1.12	36.96
18 Joelho de 50mm	Peça	3	3.5	10.5
19 Redução de 32x25	Peça	4	3	12
20 Registro 32mm	Peça	2	14	28
21 Redução ¾	Peça	4	2.5	10
22 Luva lr ¾	Peça	2	4	8
23 Curva 32mm	Peça	2	7	14
24 Redução 3/4 x 25	Peça	2	1.72	3.44
25 Adaptador lr ¾	Peça	2	2	4
26 Luva lr 32 mm	Peça	4	2	8
			TOTALR\$	1538.67

APÊNDICE – D

D - CULTIVO

Serviços	Unid.	Quant.	R\$	Total (R\$):
1 Sementes	kg	1	0	0
2 Insumos e Fertilizantes	L	0	0	0
3 Defensivos -LANAT	L	1	127,8	127,8
4 Defensivo -Extrato de Nim	ml	500	76,25	76,25
TOTAL			R\$	204,05

E - MÃO DE OBRA E MANUTENÇÃO.

Serviços	Unid.	Quant.	R\$	Total (R\$):
1 Limpeza de terreno	m ²	200	0.8	160
2 Escavação manual	m ³	40	10.12	404,8
3 Uso de Maquinas preparo do terreno	hora	1	70	70
4 Diária pedreiro	dia	8	50	400
5 Diária servente	dia	8	25	200
6 Instalação do sistema de irrigação	dia	2	250	500
7 Manutenção e operação do sistema de irrigação	dia	100	10	1000
TOTAL			R\$	2734,80

APÊNDICE – F

F- CONSUMO DE ENERGIA	
Potencia Bomba mod 2050 SDE 1,0 CV(watts)	1051
Horas dia	0,5
Consumo médio Mensal segundo Eletrobras (KWh)	15,77
Tarifa vigente na Região (R\$/KWh)	0,39
Total	6,12
Eletrobomba Schneider, Potência 1/2 CV. (watts)	613
Hora dia (30 dias)	7,50
Consumo médio Mensal segundo Eletrobras (KWh)	4,6
Tarifa vigente na Região (R\$/KWh)	0,39
Total	1,79
TOTAL (R\$)	15,41
