



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



# **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

## **Tese de Doutorado**

UNIDADE DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA IRRIGADA  
COM ÁGUAS CINZAS DE LAVANDERIA  
PÚBLICA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

**ALINE COSTA FERREIRA**

**Campina Grande  
Paraíba**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**ALINE COSTA FERREIRA**

**UNIDADE DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA IRRIGADA COM ÁGUAS CINZAS  
DE LAVANDERIA PÚBLICA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

---

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2013**

**ALINE COSTA FERREIRA**

**UNIDADE DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA IRRIGADA COM ÁGUAS CINZAS  
DE LAVANDERIA PÚBLICA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Projeto de Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Doutora em Engenharia Agrícola.

**Orientadores:** Prof. Dr. José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy  
Prof<sup>a</sup>. Vera Lúcia Antunes de Lima

CAMPINA GRANDE – PB

2013



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCC

- F383 Ferreira, Aline Costa.  
Unidade de produção agrícola irrigada com águas cinzas de lavanderia pública no semiárido paraibano / Aline Costa ferreira. – 2013.  
63 f. : il. Color.
- Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
- "Orientação: Prof. Dr. José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Vera Lúcia Antunes de Lima".  
Referências.
1. Fitorremediação. 2. Reuso. 3. Agricultura. 4. Tecnologia Social. 5. Qualidade de Água. 6. Mulching. I. Baracuhy, José Geraldo de Vasconcelos. II. Lima, Vera Lúcia Antunes de. III. Título.

CDU 628.1.034.3(813.3)(043)

**ALINE COSTA FERREIRA**

**UNIDADE DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA IRRIGADA COM ÁGUAS CINZAS  
DE LAVANDERIA PÚBLICA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

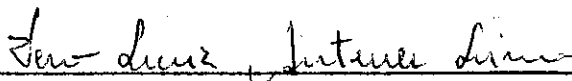
APROVADO EM: 26/08/2013

**BANCA EXAMINADORA**



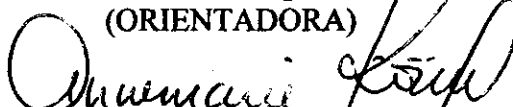
---

**Prof. Dr. José Geraldo de Vasconcelos Baracuh**  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG  
(ORIENTADOR)



---

**Prof. Dr.ª Vera Lúcia Antunes de Lima**  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG  
(ORIENTADORA)




---

**Prof. Dr.ª Anne Marie König**  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN  
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG  
(EXAMINADORA EXTERNO)



---

**Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz**  
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA  
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG  
(EXAMINADOR EXTERNO)



---

**Dr.ª Soahd Arruda Rached Farias**  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG  
(EXAMINADORA)



---

**Dr. Adilson David de Barros**  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG  
(EXAMINADOR)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar coragem para iniciar e forças para concluir mais uma etapa da vida, tão almejada.

Aos Professores e Orientadores José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy e Vera Lúcia Antunes de Lima, pelo apoio, força, amizade e incentivo.

Ao professor e Coordenador da Pós Graduação em Engenharia Agrícola Dermeval Araújo Furtado pela atenção prestada em todo o curso.

Aos funcionários da Pós-Graduação Aparecida e Gilson pela atenção prestada.

A Justiça Federal do Brasil pela sua impassibilidade ao conceder-me o Direito de realizar este curso em especial ao Advogado Dinarte Freire.

Ao CNPq, pelo apoio logístico e financeiro.

A prefeitura Municipal de Cabaceiras/PM CAB pelo apoio logístico.

A comunidade de Ribeira de Cabaceiras em especial a Lindário, Armstrong e família pelo apoio e ajuda.

A Dona Rosa, Sr. Américo, Karol, Letícia, Belinha e Cocotinha pelo laço de amizade, apoio e incentivo na execução do Projeto.

Ao Sr. Jalmar (*in memorian*) e Dona Lourdinha pelo apoio alimentício.

A meus pais, José Ferreira da Silva e Joana D'arc Costa Ferreira, por compartilharem com esta vitória.

A meu esposo, Josinaldo Xavier de Medeiros, pela força, incentivo e palavras de fortaleza nos momentos de fraqueza e tristeza.

Aos queridos sobrinhos de sangue Guilherme Lima Costa, André Costa Ferreira Filho e João Gabriel Costa Ferreira Vigolvinho e aos sobrinhos tortos (Fabiano Victor, Caio Victor, Carol Farias, Yalisson, Gabriel e Helena) por compreenderem tão necessária e memorável ausência, principalmente durante a execução do experimento e encontro presencial.

A minhas tias Kátia e Leu e a meu avô Milton (*in memorian*), pelo incentivo maior e aos familiares em geral, pela dedicação e força perante tantos obstáculos que tive de enfrentar durante este longo período de caminhadas.

À minha família, irmãos, cunhado e cunhada, pela força durante todo o período.

À família Buzina, em especial a minha enteada, irmã e amiga Michele Trindade Medeiros pela força e incentivo.

Ao meu companheiro de trabalho Enoque Marinho de Oliveira por tantos obstáculos que hoje podemos dizer que foram vencidos.

Aos meus AMIGOS, em especial a todos (as) que enfrentaram comigo este caminho e em todo decorrer do curso: Kaline Dantas Travassos, Marina Paiva Baracuhy, Socorro Formiga, Geraldo Moura Baracuhy Neto, Viviane Farias, Josilda de França Xavier, Bruno Soares de Abreu, Catyelle Ferreira, Vitória Queiroz Celestino, Cibelle Severo, Georgiana, Morgana, , Silvana Fernandes Neto, Susane Ribeiro, bem como os amigos que não fizeram parte do curso, mas que sempre estiveram presentes como Soahd Arruda Rached, Betânia Rodrigues Silva, Sirlândia e Sr. Francisco.

A Ceiça, Rayanne, Daniela, Adilson, Tadeu, Sr. Batista, Dona Socorro, Ana Luiza, Rosicleide, Sr. Fernando, Eva, Vera, Berenice e demais membros da Prefeitura Universitária pelo apoio necessário para a conquista e realização deste sonho.

À Rubens pela ajuda ímpar de articulações, compras de peças e conserto do carro que MUITO me ajudou para a realização e execução do Projeto de Tese e principalmente a Alba Lígia por tê-lo ensinado ser quem ele é.

A família Baracuhy (Haysa, Igor e Dr<sup>a</sup> Helena) e aos agregados (Verena e Luiz) em especial a “Baltazar” que mesmo ausente, mas espiritualmente estará sempre presente em meu coração, o mesmo ainda participou de coleta de dados.

A todos os Professores e funcionários do meu ambiente de trabalho da UFCG/CCTA/Campus Pombal, em especial ao Professor e Amigo Walker Gomes de Albuquerque pela força, apoio e incentivo. Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	iii
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE GRÁFICOS	viii
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>01</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>03</b>
2.1. Objetivo Geral	03
2.2. Objetivos Específicos	03
<b>3.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>04</b>
3.1 Água	04
3.2 Qualidade de Águas para a Agricultura	05
3.3 Origem e Composição das Águas Cinza	05
3.3.1 Análises de água	09
3.3.1.1 Parâmetros Físicos	09
3.3.1.2 Parâmetros Químicos	09
3.4 Reuso de Águas Cinzas	11
3.5. Reuso na Agricultura	12
3.6 Qualidade das águas cinza obtidas em alguns países	14
3.7 Irrigação por capilaridade	15
3.8 Mucuna Preta - ( <i>Mucuna pruriens</i> L.)	17
3.9 Maracujá ( <i>Passiflora edulis</i> Sims)	19
3.10 Capim elefante roxo ( <i>Pennisetum purpureum</i> Schum.)	20
3.11 Sistema de tratamento de esgoto por evapotranspiração	21
3.12 Impermeabilização das unidades (tanques)	22
3.13 Cobertura morta por lona plástica	23
<b>4. MATERIAL E METODOS</b>	<b>25</b>
4.1 Local da pesquisa	25
4.2 Clima e solo da região estudada	25
4.3 Análise de solo	26



4.4	Concepção das UPAC's	27
4.5	Adaptação da metodologia utilizada por Gabialti	28
4.6	Construção do sistema	31
4.7	Funcionamento do sistema	35
4.8	Implantação das culturas	37
4.9	Plantio	37
4.10	Irrigação das culturas por capilaridade	38
4.11	Variáveis analisadas	38
4.12	Determinação de Fitomassa verde (FMV) e Fitomassa seca (FMS)	41
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>42</b>
5.1	Caracterização da água cinza utilizada no sistema	42
5.1.1	Condutividade Elétrica (CE)	42
5.1.2	pH	43
5.1.3	Oxigênio dissolvido (OD) - (mg.L <sup>-1</sup> )	45
5.2	Biometria das culturas	46
5.2.1	Diâmetro caulinar	46
5.2.2	Número de folhas	49
5.2.3	Comprimento e largura das folhas do capim	50
5.2.4	Área foliar	51
5.2.5	Determ. da Fitomassa verde seca do capim elefante e da mucuna preta	53
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>55</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>56</b>

## RESUMO

A região semiárida do nordeste brasileiro é composta por 24,6 milhões de habitantes, sendo o semiárido mais populoso do mundo (IBGE, 2010). O presente trabalho objetivou implantar oito unidades de produção agrícola controladas/UPAC's utilizando as águas cinza de uma lavanderia comunitária no distrito de Ribeira de Cabaceiras, PB. A pesquisa foi desenvolvida nas instalações da lavanderia pública do distrito de Ribeira, município de Cabaceiras, PB, localizado numa das mais secas regiões do Brasil, no semiárido do cariri paraibano. As unidades de produção agrícola controladas foram divididas em duas baterias sendo quatro unidades sem cobertura e quatro unidade com cobertura a qual foi feita com lona plástica e todas as unidades possuem área de  $6m^2$ . O encanamento de águas cinza proveniente da lavanderia foi destinado em bateladas. O pH da amostra de água do poço que abastece a lavanderia pública obteve valor 8,2, (básico) e comparado com os valores da caixa d'água (água cinza bruta) e das 4 leituras o menor valor de pH encontrado foi 6,06 da água cinza bruta (antes de entrar nas unidades ou tanques) caracterizando o pH como ácido. A estocagem por cerca de 48 h leva ao decaimento de Oxigênio Dissolvido e conseqüentemente a problemas estéticos, como foi no caso deste trabalho que a água ficou "guardada" dentro das 8 unidades por 120 dias e como havia coleta de aproximadamente 1 litro a cada 30 dias pelo dreno individual observamos que a água coletada da unidade possuía cor escura e odor forte diferentemente das características iniciais ao entrar no sistema e os valores de Oxigênio dissolvido tiveram uma diminuição de aproximadamente 55 a 95%. O percentual de folhas variou significativamente ( $P<0,05$ ), mostrando tendência linear crescente para as culturas do capim elefante roxo e mucuna preta, já para a cultura do maracujá, a mesma se desenvolveu razoavelmente, um dos motivos que pode ter afetado essa limitação é devido a condutividade elétrica alta, conseqüentemente alto grau de salinidade e pH baixo. As águas usadas da lavanderia no final do experimento apresentaram as seguintes características:  $CE=1,92 \text{ dS.m}^{-1}$ ,  $pH=7,31$  e  $OD = 55,5 \text{ mg.L}^{-1}$ . As águas cinzas utilizadas tiveram limitações no crescimento da cultura do maracujá enquanto que as culturas da mucuna preta e do capim elefante roxo tiveram seu bom crescimento e em termos de Fitomassa seca produzida foi a que apresentou maior quantidade. A cultura da mucuna preta teve maior crescimento no tratamento com cobertura enquanto que no tratamento sem cobertura promoveu maior crescimento no capim elefante do que no tratamento sem cobertura. As Unidades de Produção Agrícola Controladas para o tratamento das águas cinzas resultaram em uma diminuição da CE, pH e OD.

**Palavras – Chave:** Fitorremediação, Reuso, Agricultura, Tecnologia social, Qualidade de água, Mulching.

## ABSTRACT

The semiarid region of northeastern Brazil is composed of 24.6 million people, making it the world's most populous semiarid (IBGE, 2010). This study aimed to deploy eight units of UPAC's agricultural production controlled using the gray waters of a communal laundry in the district of Ribeira de Cabaceiras, PB. The research was conducted in the premises of the public laundry Ribeira district, municipality Cabaceiras, PB, located in one of the driest regions of Brazil in the semi-arid region of Paraíba cariri. The units of agricultural production subsidiaries were divided into four units with two batteries and four drive uninsured coverage which was made with plastic canvas and all units have area of 6m<sup>2</sup>. The plumbing greywater from the laundry room was designed in batches. The pH of the water sample from the well that supplies the public laundry got value 8.2, (basic) and compared with the values of the water tank (gray water gross) and the lowest of the four readings pH 6 was found, 06 gray water gross (before entering the units or tanks) as characterizing the acid pH. The storage for about 48 h leads to the decay of dissolved oxygen and consequently the aesthetic problems, as in the case of this work was that the water was "stored" within 8 units for 120 days and had to collect about 1 liter every 30 individual days observed that the drain water collected unit had dark color and strong odor, unlike the initial characteristics when entering the system and the values of dissolved oxygen were decreased approximately 55-95%. The percentage of leaves varied significantly ( $P < 0.05$ ), showing a linear trend for growing crops elephant grass and purple velvet bean, has the passion for culture, it is reasonably developed, one of the reasons that may have affected this limitation is due to the high electrical conductivity, thus high salinity and low pH. The waste water from the laundry at the end of the experiment showed the following characteristics: EC = 1.92 dS.m<sup>-1</sup>, pH = 7.31 and OD = 55.5 mg L<sup>-1</sup>. Greywater used had limitations on the growth of the culture of passion while the cultures of Mucuna black and purple elephant grass had their good growth and in terms of dry phytomass produced showed the greatest amount. The culture of velvet bean had greater growth in the cover treatment while the treatment without coverage promoted greater growth in the elephant grass than in the treatment without cover. The Agricultural Production Units Subsidiaries for the treatment of greywater resulted in a decrease in EC, pH and DO.

**Keywords:** Phytoremediation, Reuse, Agriculture, Social technology, Water quality, Mulching.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de água consumida em função do tempo.	10
Tabela 2 – Quantidade de água consumida sem aditivo em função do tempo.	10
Tabela 3 - Padrões para água reciclada em locais onde as águas cinza são aproveitadas ou padrões sugeridos como apropriados para utilização destas.	12
Tabela 4 – Caract. físicas e químicas da amostra, na profundidade de 10 e 20 cm.	26
Tabela 5 - Metodologia Gabialti (2009) <i>versus</i> Ferreira (2013).	29
Tabela 6 - Análise da água que abastece a lavanderia pública.	30
Tabela 7 - Resumo da análise de variância p/ diâmetro de caule (DC) aos 23, 43, 63 e 83 dias após plantio (DAP) das variedades capim roxo, maracujá e mucuna preta.	46
Tabela 8 - Médias do fator cobertura do solo p/ o diâmetro caule DC) aos 23, 43, 63 e 83 dias após plantio (DAP) das variedades capim roxo, maracujá e mucuna preta.	47
Tabela 9 - Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF) aos 23, 43, 63 e 83 dias após plantio das variedades capim roxo, maracujá e mucuna preta.	49
Tabela 10 - Médias do fator cobertura do solo para o número de folhas (NF) aos 23, 43, 63 e 83 dias após plantio das variedades capim roxo, maracujá e mucuna preta.	49
Tabela 11 - Resumo da análise de variância para a área foliar (AF) aos 23, 43, 63 e 83 dias após plantio (DAP) das espécies capim roxo, maracujá e mucuna preta.	52
Tabela 12 - Médias do fator cobertura do solo para a área foliar (AF) aos 23, 43, 63 e 83 dias após plantio das variedades capim roxo, maracujá e mucuna preta.	52
Tabela 13 - Análise do solo após a retirada das culturas – característica química.	54

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.	25
Figura 2 – Croqui da área experimental.	27
Figura 3 - Corte transversal do sistema de tratamento de esgoto.	28
Figura 4 - Corte transversal do sistema de tratamento de esgoto.	28
Figura 5 - Escavação das UPAC's (A) e (B), Impermeabilização das UPAC's (C).	31
Figura 6 - Camada de areia para filtrar a água (A), Camada de cascalho e brita (B), Tubos perfurados (C) e Tubos perfurados com envoltório (D).	32
Figura 7 - Pneus envolvendo o tubo (A), Pneus com cascalho no tubo (B), Tubo envolvido com pneus (C), Pontos de observação e coleta (D), Finalização da confecção do sistema (E) e Sistema finalizado, pronto para receber o plantio das culturas (F).	33
Figura 8 - Visão geral do sistema confeccionado (A), Sistema confeccionado (B), Vista do registro individual de entrada (C), Abrindo o registro individual (D), Sistema confeccionado com registros e drenos (E) e Sistema montado pronto para o plantio das culturas (F).	34
Figura 9 - Sistema montado com dreno individual para coleta de amostra (A) e (B).	35
Figura 10 - Caixa d'água milimetrada (A), Vista frontal da caixa d'água milimetrada (B), Tubulação para levar a água cinza até a caixa d'água (C) e Caixa d'água recebendo a água cinza pela tubulação (D).	36
Figura 11 - Coleta da água cinza para análise (A) e Numeração dos recipientes de coleta da água cinza (B).	38
Figura 12 - Medição do comprimento e Largura da Mucuna preta (A), Realizando a biometria das culturas (B), Vista das culturas analisadas (Capim elefante roxo e mucuna preta) tratamento sem cobertura (C), Vista das culturas analisadas (Capim elefante roxo e mucuna preta) tratamento com cobertura (D), Culturas em processo de desenvolvimento (E), Capim elefante e mucuna preta (E), Vista do sistema com as culturas (F), Vista do sistema com as culturas (G), Pontos de observação do sistema (H), Capim e mucuna se desenvolvendo (I) e Altura do capim aos 83 Dias após o plantio (J).	39

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Condutividade Elétrica – CE (23 DAP)	42
Gráfico 2 – Leitura 2 - Condutividade Elétrica – C (43 DAP)	42
Gráfico 3 – Leitura 3 - Condutividade Elétrica – CE (63 DAP)	42
Gráfico 4 – Leitura 4 - Condutividade Elétrica – CE (83 DAP)	42
Gráfico 5 – Leitura 1 – pH - (23 DAP)	44
Gráfico 6 – Leitura 2 – pH - (43 DAP)	44
Gráfico 7 – Leitura 3 – pH - (63 DAP)	44
Gráfico 8 – Leitura 4 – pH – (83 DAP)	44
Gráfico 9 – Leitura 1 – Oxigênio Dissolvido – OD - (23 DAP)	45
Gráfico 10 – Leitura 2 - Oxigênio Dissolvido – OD - (43 DAP)	45
Gráfico 11 – Leitura 3 - Oxigênio Dissolvido – OD - (63 DAP)	45
Gráfico 12 – Leitura 4- Oxigênio Dissolvido – OD - (83 DAP)	45
Gráfico 13. Diâmetro do caule aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio das espécies capim roxo, maracujá e mucuna preta	48
Gráfico 14. Número de folhas aos 23, 43, 63 e 83 dias após o plantio das espécies capim roxo, maracujá e mucuna preta	50
Gráfico 15. Comprimento da folha de capim – tratamento com cobertura	51
Gráfico 16. Largura da folha de capim – tratamento com cobertura	51
Gráfico 17. Área foliar aos 23, 43, 63 e 83 DAP (capim elef. roxo e mucuna preta)	53

## 1. INTRODUÇÃO

Na região semiárida do nordeste brasileiro habitam 196,7 milhões, sendo considerado o semiárido mais populoso do mundo (IBGE, 2010). No Brasil colônia foi uma das primeiras regiões ocupadas com a função de fornecer a alimentação e animais de tração para a região litorânea que em outrora explorava a cana de açúcar.

No meio do século XIX, quando iniciaram as principais políticas públicas, os respectivos programas de governo sempre tiveram a característica de combate à seca, como o que criou o principal órgão governamental para definir e executar as políticas para o setor, que foi o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS). Decerto um fenômeno natural não pode ser vencido com obras de engenharia. Esse paradigma também orientou pesquisas e conteúdos acadêmicos, fazendo uma geração de profissionais longe da realidade e da possibilidade de instrumentar um desenvolvimento sustentável.

Soma-se a esse fato, que as políticas de meio ambiente, em particular de recursos hídricos passe a ter um destaque com a constituição federal de 1988 e com a lei da 9.433 de 1997. Nesse novo instrumento jurídico a água passa a ser tratada como recursos hídricos, portanto destacando o seu valor econômico e um conjunto de regras básicas são também disciplinadas, como por exemplo, a determinação da bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento de recursos hídricos.

As águas cinza podem ser definidas como águas residuárias originadas de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas e tanques de lavar roupas e pias de cozinha. De acordo com a CALIFÓRNIA GRAYWATER STANDARDS (1994), as águas cinzas são resíduos líquidos não tratados originados de edificações residenciais sem contato com resíduos originados do vaso sanitário.

Assim, nesse cenário, pouco surgiu de tecnologias simples e exequíveis para tratamento de águas cinza em regiões de limitações hídricas, como é o semiárido brasileiro, principalmente estudos sistêmicos envolvendo o tratamento/aproveitamento de águas residuárias com culturas agrícolas de valor econômico, e os aspectos sociais e sustentáveis de uma comunidade e a repercussão ambiental para a unidade de planejamento agrícola.

Para contribuir na solução desse problema, a inovação proposta é a criação de um modelo de Unidade de Produção Agrícola Controlada (UPAC) em bacia de evapotranspiração, que se constitui numa alternativa de produção agrícola integrada, reaproveitando as águas cinzas provenientes da lavanderia comunitária para irrigação de

culturas tais como, mucuna-preta (*Mucuna pruriens* L), Capim elefante (*Pennisetum purpureum*) e uma frutífera, no caso, maracujá (*Passiflora* sp).

A cobertura do solo passou a ser utilizada mundialmente, em grande escala, com o surgimento dos filmes plásticos, tendo em vista as vantagens que trazem aos cultivos (DANTAS, 2010).

Essa pesquisa está inserida em um projeto maior intitulado “Unidade de Tecnologias Integradas para Conservação de Recursos Hídricos – UT- HIDRO” aprovado pelo CNPq proveniente da parceria com a Universidade Federal de Campina Grande, edital MCT/CNPq/CT-AGRONEGÓCIO/CT-HIDRO - Nº 27/2008 - Seleção Pública de Propostas para apoio a projetos que promovam a conservação dos recursos hídricos e o aumento da produção de água em unidades rurais de base familiar, pois o mesmo destaca as principais ações do pequeno agricultor da região semiárida para conviver com um clima, onde o déficit hídrico é uma regra, de forma que é reunida em uma pequena bacia hidrográfica, um conjunto de metodologias que amenizam a adversidade climática e viabilizam uma atividade agrícola sustentável, ênfase na conservação e racionalização dos recursos hídricos, o local escolhido foi um microbacia hidrográfica no município de Cabaceiras, que tem o menor índice pluviométrico do país (333,6 mm/ano), tendo o seu IDH de 0,682, ocupando a 3.272ª posição em relação aos outros municípios do país, e portanto carente de alternativas de desenvolvimento, em especial a captação de água “*In situ*”.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Implantar e monitorar a viabilidade, para o semiárido, de unidades de produção agrícola controladas UPAC's utilizando as águas cinzas de uma lavanderia comunitária do distrito de ribeira de Cabaceiras, PB.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar e avaliar as águas cinzas geradas na lavanderia;
- Analisar o efeito das águas cinzas no crescimento, desenvolvimento e produção de três culturas;
- Avaliar a cobertura e não cobertura nas subunidades;
- Avaliar a eficiência das UPAC's no tratamento das águas cinza da lavanderia;

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Água

As regiões secas do mundo, mais especificamente a região semiárida do nordeste brasileiro, estão seriamente ameaçadas de terem sua produtividade reduzida pelos intensos processos de desertificação; o problema se agrava ainda pelo fato de ser o semiárido do Nordeste brasileiro bastante populoso. A seca, apesar de relacionada com o fator climático, dado à alta evaporação potencial da região em foco (2000 mm/ano), quando associada aos processos de desertificação tem seus efeitos danosos, com proporções severas, afetando diretamente a sobrevivência da população nordestina (BARACUHY, 2001).

Garcia (1997) comenta que a diferenciação ecológica, com secas e estiagens, determina os problemas básicos da região, que atingem principalmente os trabalhadores sem terra e os minifúndios de auto consumo, provocando problemas socioeconômicos graves com conseqüente expulsão de parte significativa da população, para outras regiões do estado e do país. Sabe-se que, em sua forma convencional, o uso de pequenas reservas de água, ou seja, os açudes, nos quais o espelho d'água não tem nenhuma proteção para a perda por evaporação, é um mecanismo pouco viável. Assim, o manejo de componentes ambientais que aumentem a quantidade de água no solo, procedente da precipitação atmosférica, passa a ser um caminho para abastecer/reabastecer barragens e “guarda” a água precipitada. Trabalhos técnicos têm demonstrado que uma área florestada aumenta até próximo de 100% a quantidade de água infiltrada, quando procedente da chuva (ROCHA, 1997).

Manter uma produtividade satisfatória das culturas em áreas intensamente irrigadas depende de uma drenagem adequada e/ou das características do solo. A longo prazo, a sustentabilidade da atividade agrícola sem a drenagem é altamente questionável, em termos de se manter não só a integridade ambiental e o lençol freático baixo mas, também, a própria produtividade das culturas, devido aos riscos acelerados de encharcamento e salinidade na zona radicular efetiva das culturas (MANGUERRA e GARCIA, 1997).

Esses dois riscos podem ser prevenidos por um controle melhor da água, assegurando - se que todo projeto de irrigação tenha uma drenagem adequada (GARCIA et al., 1992; DATTA et al., 2000).

### **3.2 Qualidade de Águas para a Agricultura**

De acordo com Ayers e Westcot (1999), a agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água porém o aspecto da quantidade tem sido desprezado devido à abundância de fontes de água que no passado eram de boa qualidade e de fácil utilização; todavia, em muitos lugares esta situação vem mudando em decorrência do uso intenso, tendo-se que recorrer ao uso de águas de qualidade inferior fazendo-se necessário um planejamento efetivo que assegure o melhor uso possível das águas, de acordo com sua qualidade.

Segundo Philippi Júnior (2003), as águas de irrigação devem ser, de modo geral, analisadas em relação à concentração total de sais (salinidade), à proporção relativa de sódio em relação a outros cátions (permeabilidade do solo); à concentração de elementos tóxicos; à concentração de íons e ao aspecto sanitário (contaminação por bactérias patogênicas).

A utilização de águas cinzas bruta originadas de descargas sanitárias ou na irrigação de jardins é uma prática vigente em alguns países, apesar do aspecto relativamente desagradável da água de reuso (GONÇALVES, 2006).

Versando sobre os problemas da agricultura no mundo, vê-se que ela depende do suprimento de água a um nível tal que a sustentabilidade da produção agrícola não poderá ser mantida sem que critérios inovadores de gestão sejam estabelecidos e implementados em curto prazo. Essa condição é fundamentada no fato de que o aumento dessa produção não pode ser mais efetuado por mera expansão da terra cultivada. Nesse contexto, isso é importante na região semiárida do Nordeste brasileiro, onde a escassez de água faz com que sejam, efetivamente, criadas alternativas que aproveitem a água disponível, dentre elas, a água residuária tratada, desde que se sigam as recomendações da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2006) e de algumas resoluções do CONAMA. Além disso, os agricultores têm dificuldades em manter reservatórios com água para irrigar suas lavouras, uma realidade que anseia por mudanças urgentes.

### **3.3 Origem e Composição das Águas Cinza**

Qualquer água que tenha sido usada no lar, exceto água de vaso sanitário, é chamada de água cinza, por exemplo, a água usada na lavagem de louças, banhos, pias, lavanderia é chamada de água cinza e corresponde cerca de 50-80% da água usada

enquanto que as águas do vaso sanitário, compõe o esgoto doméstico, onde todas poderão ser usadas para várias coisas especialmente irrigação de terrenos, (TRENTINI, 2007).

As águas cinza são aquelas provenientes dos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa e louça. Porém, quanto a este conceito, observa-se que ainda não há consenso internacional (FIORI et al, 2006).

Segundo Gonçalves (2006), alguns autores não consideram essas águas como cinza, mas sim como água negra a água residuária de cozinhas, devido às elevadas concentrações de matéria orgânica e de óleos e gorduras nelas presentes. Portanto a água cinza foi a utilizada no presente trabalho. As campanhas de combate ao desperdício da água para o uso humano comumente feitas no Brasil abordam quase que exclusivamente a questão da economia. É sabido, no entanto que não basta só reduzir o consumo de água já tratada sem se fazer uma gestão completa do ciclo das águas que envolva, necessariamente, a preservação dos mananciais e também o reuso.

As águas cinza são as mais adequadas para reuso por sua baixa carga orgânica. O tratamento e desinfecção das mesmas são importantes para a utilização segura e esteticamente adequada da água de reuso. Tecnologias de tratamento de água cinza devem poder lidar com variações na concentração de orgânicos e patogênicos, para produzir um efluente de qualidade adequada e segura (GIDEON et al., 2008).

Friedler et al. (2005), afirmam que países industrializados possuem uma demanda de água para usos urbanos de aproximadamente 30 a 60% do total de água requerido, logo, há um consumo entre 100 e 150 L/hab/dia. Deste volume cerca de 60 a 70% é transformado em águas cinza.

No Brasil o consumo médio *per capita* de água em 2006 foi de 145,1 L/hab/dia, maior que em 2003, que foi igual a 142,6 L/hab/dia (GONÇALVES, 2009). Logo, há uma grande geração de águas cinza. Em termos de reuso dentro da habitação, destaca-se o reuso desse tipo de água.

O volume gerado deste efluente pode variar de um local para outro. Ainda segundo Gonçalves (2009), considerando apenas os volumes produzidos pelo lavatório e pelo chuveiro tem-se 64% do consumo de água potável, obtendo-se um volume da ordem de 92,9 L/hab/dia de águas cinza.

É um desperdício irrigar grandes áreas com água potável e em grandes quantidades com água que tem pequena dosagem de nutrientes. Diferentemente de medidas ecológicas limitadoras, o reuso de águas cinza faz parte de solução básica para muitos problemas

ecológicos, e pela sua simplicidade irá permanecer até futuro distante. Os benefícios do uso de águas cinza incluem:

- Diminuição do uso de água tratada
- Menos transtornos no caso de falha da fossa séptica ou de uma ETE
- Pode ser construída em áreas inadequadas para o tratamento convencional
- Menos uso de energia e produtos químicos
- Recuperação do lençol freático
- Ajuda no crescimento de plantas
- Faz uso de nutrientes de outra forma inutilizados.

Na prática, a legalidade do uso de águas cinzas é desprezada nos sistemas domiciliares; todo mundo apenas as lança nos canos. Contudo, a legalidade dos sistemas de tratamento de águas cinza geralmente é um item para novas construções ou reformas. (CLARK, 2013).

O mesmo autor ainda menciona que economizar água é um excelente começo. Acionar a lavadora de louça e a lavadora de roupas apenas quando estiverem cheias, por exemplo, pode reduzir o consumo de água de um domicílio em cerca de 4.000 litros mensais. Para algumas pessoas, porém, a simples conservação de água não basta. Uma idéia que elas poderiam considerar seria reciclar a água cinzenta de suas casas.

Segundo Clark (2013), a água cinzenta ou água cinza é a água que foi utilizada em sua lavanderia ou máquina de lavar, pia, banheira ou chuveiro. A chamada água negra é a usada em vasos sanitários ou que contém algum tipo de coliforme fecal. Ela pode ser facilmente tratada e reciclada em casa. Nos países desenvolvidos, o conceito de reutilizar água é antigo e está bem estabelecido, mas em outras nações, em que as pessoas consideram a água como abundante, ela é usada uma vez e jogada fora.

O problema vem se agravando cada vez mais. Nos Estados Unidos, por exemplo, a população cresceu 52% entre 1960 e 1990, enquanto o consumo de água subiu em 300% no mesmo período [fonte: Universidade da Geórgia]. A elevação na demanda por água e os efeitos da reutilização de água sobre a saúde pública e o meio ambiente, estão tornando a água cinzenta uma alternativa viável a simplesmente abrir a torneira de novo.

As pessoas interessadas em reaproveitar a água usada em suas casas podem adquirir sistemas de reciclagem e contratar profissionais para instalá-los. Essa súbita alta no interesse pela água cinzenta se adiantou um pouco à atitude dos governos estaduais, muitos dos quais continuam a estudar métodos de reutilização. Em alguns estados norte-

americanos, é ilegal recolher água para reutilização, e em outros é necessário obter licenças e atender algumas restrições primeiro.

Usar a água cinzenta é certamente boa idéia, mas existem problemas. Embora a água cinzenta seja muito menos prejudicial às pessoas do que os líquidos já usados em vasos sanitários, conhecidos como água negra, ela ainda assim é considerada esgoto, tecnicamente. A água da lavagem de louças contém partículas de alimentos, que se decompõe. A água cinzenta da lavadora de roupas pode conter alvejante, um produto químico perigoso. E água do banho pode conter matéria fecal e pele morta que o corpo libera quando é lavado. O volume desses detritos é pequeno o bastante para evitar que a água cinzenta precise do tipo de tratamento recebido pela água negra, mas ela ainda assim não deveria ser ingerida. As plantas, no entanto, adoram água de banho, (CLARK, 2013).

Em termos práticos, a irrigação de gramados e jardins é a única aplicação aconselhável para o uso de água cinzenta. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos afirma que, em 2007, a água usada para fins de irrigação equivalia por 15% do consumo total de água no país. E estamos falando de água fresca, a mesma que as pessoas usam para beber.

Clark (2013), reitera que o uso de água cinzenta em irrigação de áreas urbanas deve se limitar a terrenos planos, para que ela não atinja outros jardins. Também devido à presença de matéria fecal persistente que muitas vezes faz parte da água do banho, os defensores do uso de água cinzenta aconselham usá-la para irrigar apenas plantas ornamentais e gramados. Não se deve usá-la para plantas comestíveis como, por exemplo, pés de tomate. E de maneira alguma a água cinzenta deve ser usada para irrigar plantações de raízes comestíveis como cenouras ou batatas. As raízes absorvem todos os elementos nocivos da água cinzenta.

Para parâmetros como turbidez, por exemplo, a faixa de concentração reportada na literatura é ampla, variando de 37 a 328 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT). Em termos de matéria orgânica carbonácea, expressa indiretamente como DQO ou DBO<sub>5</sub><sub>20</sub>, encontra-se faixa de valores de concentração variando de 352 a 673 mg/L e 96 a 324 mg/L, respectivamente reportadas por Fiori et al (2006); Santos e Zabrocki (2003); Nirenberg e Reis (2010).

Rapoport (2004) afirma que as análises mais comuns realizadas na água são as físico-químicas e biológicas (bactérias, algas, protozoários e raramente vírus).

### 3.3.1 Análises de água

#### 3.3.1.1 Parâmetros Físicos:

**Cor:** Provocada por corantes orgânicos e inorgânicos.

**Odor:** provocado pela decomposição da matéria orgânica e a presença de compostos de enxofre.

**Turbidez (TURB):** Presença de partículas em suspensão que interferem na passagem da luz através da água. É esteticamente desagradável e o material particulado pode impedir a ação de alguns agentes desinfetantes como o Ultra Violeta (UV) e principalmente a reação com o cloro, desinfetante mais utilizado no país.

#### 3.3.1.2 Parâmetros Químicos:

Os principais grupos de substâncias orgânicas encontradas nas águas residuárias são proteínas, carboidratos, gorduras e óleos. Além destes podem existir moléculas orgânicas sintéticas tais como surfactantes, fenóis e pesticidas agrícolas que são de difícil biodegradação.

**pH:** A concentração hidrogeniônica básica/ácida/neutra determina a condição e interfere na coagulação química, no controle da corrosão e desinfecção. Em processos de tratamento biológico, físico ou químicos de águas residuárias interfere nas velocidades de tratamento e nas eficiências de consumo de substrato pelos microorganismos.

**OD:** Representa a quantidade de oxigênio dissolvido na água. Provém do contato da água com a atmosfera e da produção por organismos fotossintéticos. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias utilizam o OD para respiração causando conseqüentemente sua redução no meio. Caso o oxigênio seja totalmente consumido surgem condições anaeróbias que ocasionam odores desagradáveis. A solubilidade do Oxigênio varia com a temperatura e pressão.

Henze e Ledín (2001) dividem as águas cinzas em duas categorias: águas cinzas claras e águas cinzas escuras. As águas cinzas claras são águas residuárias provenientes de chuveiros, de lavatórios e de máquinas de lavar roupas. Já as águas cinzas escuras incluem as águas provenientes de pias da cozinha e de máquinas de lavar pratos. Neste trabalho foi abordada a caracterização e o tratamento das águas cinzas claras.

Segundo Braile e Cavalcanti (1993), as fórmulas típicas para lavagem de roupas brancas (água e aditivos para lavagem com base numa carga de 50 kg) são:

**Tabela 1 – Quantidade de água consumida com aditivo em função do tempo**

Banho	cm de água no cilindro	Litros de água	Temperatura (°C)	Tempo gasto (minutos)	Aditivos
Primeira ensaboadura	15 a 20	200 a 220	38 a 43	7 a 10	230 a 460 g de alcalinidade
Segunda ensaboadura	13 a 17	80 a 100	46 a 54	5 a 10	170 a 230 g de sabão
Terceira ensaboadura	13 a 17	80 a 100	54 a 60	5 a 10	85 a 140 g de sabão
Quarta ensaboadura e alvejamento	13 a 17	80 a 100	54 a 60	7 a 10	60 a 85g de sabão
Primeira enxaguadura	30	150	66 a 74	5	2 litros de solução a 1% de alvejante sem sabão ou alcalinidade
Segunda enxaguadura	30	150	66 a 74	5	
Terceira enxaguadura	30	150	66 a 74	5	
Quarta enxaguadura	30	150	54 a 60	5	
Sal e anil	13 a 25	120	38 a 43	5	30 a 60g de sal mais anil 25

Fonte: Braile e Cavalcanti, 1993

Braile e Cavalcanti (1993) ainda afirmam que as fórmulas típicas para lavagem de roupas de cor (água e aditivos para lavagem baseados numa carga de 50kg de roupas) são:

**Tabela 2 – Quantidade de água consumida sem aditivo em função do tempo**

Banho	cm de água no cilindro	Litros de água	Temperatura (°C)	Tempo gasto (minutos)	Aditivos
Primeira ensaboadura	15 a 20	200 a 220	38 a 43	7 a 10	230 a 460 g de alcalinidade
Segunda ensaboadura	13 a 17	80 a 100	38 a 49	5 a 10	170 a 280 g de sabão
Terceira ensaboadura	13 a 17	80 a 100	38 a 49	5 a 10	85 a 140 g de sabão
Primeira enxaguadura	30	150	38 a 49	5	60 a 85 g de sabão
Segunda enxaguadura	30	150	38 a 49	5	
Terceira enxaguadura	30	150	38 a 49	5	
Quarta enxaguadura	30	150	38 a 49	5	
Sal	13	80	32 a 38	5	30 a 60g de sal mais anil

Fonte: Braile e Cavalcanti, 1993



### 3.4 Reuso de Águas Cinzas

O reuso consiste na utilização da água mais de uma vez partindo do princípio básico de sempre reutilizar esta água com a qualidade mínima requeridas pelos padrões e normas sanitárias.

O Brasil ainda é carente de normas e diretrizes que definam plenamente os conceitos, parâmetros e restrições ao reuso das águas servidas a nível residencial, comercial e industrial. No entanto, podem ser extraídos alguns parâmetros das normas fornecidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). A NBR 13969 de 1997 no item que trata do reuso local, afirma que: “No caso do esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas e pastagens etc.

Hill et al. (2003) descrevem o uso e o monitoramento de um sistema de tratamento de águas cinzas na Inglaterra. O sistema de tratamento de águas cinza era munido de filtração e desinfecção e foi implantado para tratar as águas cinzas de cinco residências em Avlesbury, na Inglaterra. Para o processo de desinfecção utilizou-se o bromo. O trabalho de monitoramento relatou que a DBO<sub>5,20</sub> remanescente apresentou-se relativamente alta, com valores de 22 a 87 mg/L. O sistema de tratamento apresentou ainda alguns problemas operacionais como o entupimento na tubulação de entrada do filtro, falhas na bomba de recalque e insuficiência na desinfecção.

Em um sistema de reúso de águas cinza implantado em um apart-hotel, na Ilha de Mallorca, na Espanha, foram utilizados processos de sedimentação, filtração utilizando filtro de tela de nylon e desinfecção com hipoclorito de sódio. Neste sistema, as águas cinza após tratamento tinham padrões de qualidade apropriadas para o reúso não potável. O controle da operação do sistema de tratamento deu-se através das seguintes ações:

- \_ manutenção da estabilidade das condições operacionais;
- \_ período de estocagem da água tratada inferior a 48 horas e;
- \_ concentração de cloro residual de 1mg/L nas descargas dos vasos sanitários.

March, Gual e Orozco (2004) relatam que, no sistema instalado no apart hotel, as águas cinza, apresentaram após o tratamento, turbidez igual a 16,5 UNT e sólidos

suspensos totais igual a 18,6mg/L. Os autores relatam ainda que o uso das águas cinzas para a limpeza dos vasos sanitários teve uma ótima aceitação entre os hóspedes.

Verifica-se na Tabela 3, os padrões para água reciclada em locais onde as águas cinza são aproveitadas ou padrões sugeridos como apropriados para utilização destas.

**Tabela 3** - Padrões para água reciclada em locais onde as águas cinza são aproveitadas ou padrões sugeridos como apropriados para utilização destas

Legislação	Coliforme total/100ml	Coliforme fecal/100ml	DBO <sub>5</sub> mg/l	Turbidez (UT)	Cl res. (mg/l)	pH
USA, NSF	-	<240	45	90	-	-
USA, EPA	ND	-	10	2	1	6-9
Austrália	<1	<4	20	2	-	-
UK	ND	-	-	-	-	-
Japão	<10	<10	10	5	-	6-9
WHO	200	-	-	-	-	-
Alemanha	100	10	20	1-2	-	6-9
Padrão para água de banho*	500	100	-	-	-	6-9

Fonte: Jefferson et al. (2000). Adaptado de Surendram e Wheatley (1998)

\*Padrão para água de banho sugerida como própria para reciclagem doméstica pelos autores (Jefferson et al., 2000).

### 3.5 Reuso na Agricultura

O uso consuntivo de água para a agricultura no Brasil em grandes números é de 70% do total consumido atualmente, com forte tendência para chegar a 80% até o final desta década; com isto, percebe-se que a agricultura depende do suprimento de água a um nível tal que a sustentabilidade da produção de alimentos não poderá ser mantida sem que critérios inovadores de gestão sejam estabelecidos e implementados em curto prazo (HESPANHOL, 2003a).

Ainda conforme Hespagnol (2003a) durante as duas últimas décadas o uso de esgotos para irrigação de culturas aumentou significativamente em razão de fatores, como dificuldades na identificação de novas fontes de água para irrigação; minimização dos riscos à saúde pública; custos elevados dos sistemas de tratamento e aceitação sociocultural da prática do reuso agrícola, entre outros.

A aplicação de esgotos tratados no solo não é apenas uma forma efetiva de controle da poluição mais também alternativa para aumentar a disponibilidade hídrica, em regiões

áridas e semiáridas. Os maiores benefícios desta forma de reuso são os associados aos aspectos econômicos, ambientais e de saúde pública.

Conforme alguns autores (ARAÚJO, LÉON e CAVALLINI 1999), o reuso de águas tratadas tem sido praticado mundialmente, em particular em regiões áridas ou semiáridas, como se pode confirmar em países como o México (Vale de Mezquital), Tunísia (Tunis), Arábia Saudita (Riyadh e Dirab), Estados Unidos (Califórnia), Chile (Santiago) e Israel. Os principais cultivos irrigados com águas residuárias nesses países são milho, alfafa, aveia, cevada, feijão, trigo, cabaceira, pimenta, tomate, cítricos, algodão, eucalipto, árvores e sementes de vegetais, grama e árvores natalinas e forrageiras.

No Brasil, a prática planejada do reuso é pequena e se resume a algumas experiências isoladas em cidades do Rio Grande do Sul, São Paulo e Ceará; por outro lado, o Brasil não possui uma política própria de regulamentação para a prática do reuso utilizando, então, normas recomendadas por órgãos, como a WHO, ou as normas para uso, recomendadas pelo CONAMA.

Duarte (2002) irrigou pimentão com água residuária tratada, porém com concentrações de ovos de helmintos superiores às recomendadas e obteve frutos com qualidade satisfatória que atenderam aos critérios exigidos pela WHO (1986). A pesquisadora atribuiu a qualidade dos frutos ao manejo adequado dispensado no momento de coleta e armazenamento do produto.

A eficiência do uso das águas residuárias domésticas na agricultura depende, basicamente, das estratégias adotadas para otimizar a qualidade e a quantidade da produção, tendo em vista uma melhoria da produtividade do solo, do ambiente e da saúde pública, em que uma combinação apropriada dos diferentes componentes permitirá o resultado ótimo para a condição específica de manejo. O requisito básico é contar com as informações sobre as características do efluente da área que se pretende utilizar e combinar os tipos de cultura, os métodos de irrigação e as práticas de manejo (LÉON e CAVALLINI, 1999).

O principal critério para se selecionar o método de irrigação é a eficiência do uso de água, mas, quando se usam águas residuárias, existem outros fatores que devem ser levados em consideração, como o risco de contaminação dos trabalhadores e dos cultivos.

Para a utilização de águas residuárias é necessário que haja um sistema de tratamento com alta capacidade de remoção de matéria orgânica e nutrientes e redução de patógenos, elementos esses que se deseja aproveitar como fertilizantes. A irrigação

localizada é reconhecidamente o método que gera o menor risco de contaminação protegendo adequadamente a saúde dos consumidores e dos agricultores. Este método de irrigação permite uma economia considerável de água porém tem custo de implantação elevado, além de que exige uma baixa concentração de sólidos para evitar a obstrução dos emissores (gotejadores) (LÉON e CAVALLINI, 1999).

### **3.6 Qualidade das águas cinzas obtidas em alguns países**

As características físicas, químicas e bacteriológicas das águas cinzas são influenciadas pela qualidade da água de abastecimento, pois a água cinza se junta com as águas negras antes de irem para a rede de coleta de esgoto, onde podem ocorrer lixiviação, transporte de substâncias químicas e processos biológicos, como formação de biofilme nas paredes da tubulação e pelas atividades exercidas na residência.

Outro fator que está diretamente ligado à composição das águas cinza é o comportamento do usuário. As características físicas, químicas e bacteriológicas das águas cinza podem variar de local para local, onde os estilos de vida, os costumes, as instalações e as utilizações de produtos químicos são determinantes para a qualidade da água. Segundo Nsw Health (2002), a qualidade das águas cinza varia de acordo com a localidade e nível de ocupação da residência, faixa etária, estilo de vida, classe social e costumes dos moradores.

Nolde (1999) relata que a qualidade das águas cinza pode variar também dependendo do ponto de coleta de águas cinzas que está sendo utilizado como por exemplo, lavatório, chuveiro, máquina de lavar roupas, etc.

A temperatura ambiente também pode ser um fator relevante na composição das águas cinza, pois em locais quentes as pessoas tendem a tomar mais banhos, ou ainda, os banhos serem mais demorados, o que leva a diluição dos componentes orgânicos e inorgânicos presentes. Além disso, a degradação dos compostos químicos e biológicos nos reservatórios de acumulação tende a ser mais rápida.

Segundo Jordão e Pessoa (2005), temperaturas entre 18 a 38°C são consideradas ótimas para o balanço entre o oxigênio dissolvido e a atividade biológica. A seguir, estão descritos alguns resultados de caracterização física, química e bacteriológica das águas cinza obtidas em alguns países.

A digestão anaeróbia, que ocorre na porção interior do tanque, é um processo através do qual diversos grupos de microorganismos trabalham interativamente na

conversão da matéria orgânica complexa em compostos mais simples, como metano, gás carbônico, água, gás sulfídrico e amônia, além de novas células bacterianas. Segundo Chernicharo (2007), o processo ocorre em dois estágios. No primeiro estágio, os compostos orgânicos complexos como carboidratos, proteínas e lipídios são fermentados e biologicamente convertidos em materiais orgânicos mais simples, principalmente ácidos voláteis, por um grupo de bactérias facultativas e anaeróbias, denominadas acidogênicas ou fermentativas. No segundo estágio, ocorre a conversão dos ácidos orgânicos, gás carbônico e hidrogênio em produtos finais gasosos, como o metano e o gás carbônico. Esta conversão é efetuada por um grupo especial de bactérias, denominadas metanogênicas, as quais são estritamente anaeróbias. As bactérias metanogênicas dependem do substrato fornecido pelas acidogênicas.

Os sistemas anaeróbios de tratamento de esgotos apresentam baixa produção de lodo; apresentam baixo requerimento nutricional; permitem aplicação de elevadas cargas orgânicas; degradam certos compostos tóxicos (tais como compostos halogenados e azóicos recalcitrantes à degradação aeróbia); possuem habilidade em preservar a atividade do lodo por longos períodos sob ausência de alimentação e requerem baixo ou nenhum gasto de energia (Chernicharo, 2007).

Nos processos anaeróbios, a formação de metano é desejável, uma vez que a matéria orgânica, geralmente medida como demanda química de oxigênio (DQO), é efetivamente removida da fase líquida, pois o metano apresenta baixa solubilidade na água. (Campos, 1999). No entanto, o metano emitido para a atmosfera é um dos principais agentes do chamado efeito estufa (Segers, 1998); (Wuebbles e Hayhoe, 2002). Existe a possibilidade de parte do metano produzido na zona anaeróbia no TEvap ser consumido ao passar pela camada de solo do tanque, devido à presença de bactérias metanotróficas, as quais promovem a oxidação do metano na presença de oxigênio (CICERONE e OREMLAND, 1988).

### **3.7 Irrigação por capilaridade**

Conhecida pelas denominações de subirrigação, irrigação por subsuperfície, irrigação por ascensão capilar e irrigação por capilaridade.

O princípio da capilaridade, mesmo sendo conhecido há muito tempo, existem poucas referências sobre o uso desta técnica na atividade de irrigação. Além disso, não são encontradas referências nacionais do emprego da capilaridade em equipamentos de

irrigação, em especial para a produção de mudas em ambientes protegidos, sendo necessários estudos teórico-práticos mais profundos para a aplicação desta técnica na irrigação (SALVADOR, 2010).

As diferenças de gradiente dos potenciais hidráulicos (matricial, de pressão e gravitacional) da água entre dois pontos levam a uma movimentação, do ponto de potencial mais elevado para outro mais baixo, na tendência natural. Assim, a água poderá realizar tanto movimento descendente, denominado percolação, como o movimento ascendente, denominado ascensão capilar. A ascensão capilar pode ocorrer devido à capilaridade, que é derivada da ação da tensão superficial na interface ar-água, que desenvolve interfaces curvas nas proximidades das partículas. Por essa característica tornou-se possível a aplicação deste princípio físico na técnica da irrigação (SALVADOR, 2010).

Geneve et al. (2004) apud (SALVADOR, 2010) uma das principais características do sistema de irrigação por capilaridade é a manutenção de maiores níveis de água retida no substrato. Este sistema permite o uso racional da água e de agroquímicos, explicado pela ausência da lixiviação destes elementos devido à percolação.

Uma das limitações para o uso do princípio de capilaridade é apresentada em estudos realizados na produção de plantas envasadas, foram verificados valores mais elevados da condutividade elétrica nas camadas superiores do substrato Richards e Reed (2004) apud (SALVADOR, 2010).

O caráter ambiental deste método torna a sua utilização de grande relevância para a produção de mudas em tubetes, visto que, segundo Million et al. (1999) este método reduz a dispersão de contaminantes químicos durante a produção vegetal. Esse fato atende as necessidades encontradas na produção de mudas, onde a água residuária oriunda da irrigação e/ou fertirrigação é descartada diretamente no solo, contendo uma gama de elementos químicos que promovem a contaminação e salinização deste recurso (SALVADOR, 2010).

Um líquido com determinada tensão superficial em contato com uma parede de um recipiente promove os primeiros fenômenos capilares (LIBARDI, 2005). Segundo esse autor, a capilaridade também está presente na retenção de água de solos devido aos microporos, determinando nas camadas superficiais do solo um fluxo ascensional de água devido aos processos de evapotranspiração (BERKOWITZ et al., 2004). No entanto, a atuação da capilaridade é dependente da interação de outros fatores, tais como das características das partículas de solo ao molhamento (GOEBEL et al., 2002) e seu

envolvimento com produtos hidrofóbicos que geram maiores de ângulo de contato na interface do colóide com a água (BACHMANN et al., 2000).

### **3.8 Mucuna Preta - (*Mucuna pruriens* L)**

A mucuna preta é uma leguminosas originária da África de hábito de crescimento trepador (cipó) cujo ciclo, do plantio ao pleno florescimento, é de 140 a 180 dias. Plantios tardios antecipam o florescimento em algumas semanas, (FORMENTINI, 2008).

É uma planta leguminosa que possui em sua raiz certas bactérias que fixam o nitrogênio do ar e os transformam em nitratos. Planta originária da Índia, com a capacidade de incrementar o hormônio de crescimento no homem. Planta proveniente da Índia, reconhecida pelas suas propriedades afrodisíacas. Estimula também a deposição de proteínas nos músculos e aumenta a força e a massa muscular. Aumenta os níveis de L-Dopa, um inibidor da somatostatina. O seu extrato é também conhecido por estimular o estado de alerta e melhorar a coordenação.

A mucuna preta, *Stizolobium aterrimum*, uma planta da família das leguminosas que tem como centro de origem a China, exerce alelopatia sobre plantas daninhas. (BARNI et al, 2003). Um dos casos de alelopatia mais expressivos é a produção de substâncias antibióticas por determinados tipos de bactérias para inibir a ação de outras (FERREIRA et al, 2000). Em função deste comportamento, algumas espécies são beneficiadas e outras são prejudicadas, influenciando a composição florística de determinado meio (FERREIRA et al, 2000).

A mucuna cresce bem nas regiões tropicais e subtropicais. Necessita de climas quentes, de invernos suaves, sem ocorrência de geadas, sendo bastante resistente à deficiência hídrica (BARNI et al, 2003).

A mucuna preta é uma planta anual, herbácea, rasteira, com ramos trepadores vigorosos e bem desenvolvidos. A maioria das espécies de mucuna exibe razoável tolerância a um número de estresses abióticos, incluindo seca, baixa fertilidade e alta acidez do solo, mas elas são sensíveis à geada e não crescem bem em solos frios e úmidos (FERRAZ; LOPES, 2003).

Braga et al (2006) citam que a época de semeadura vai de outubro a fevereiro, quanto ao espaçamento e densidade recomendam 50 cm entre linhas, empregando-se sete sementes por metro linear, sendo necessários de 100 a 135 kg/ha. A produtividade normal é de 6 a 8 t/ha de matéria seca e 1.000 a 1.500 kg/ha de sementes. Segundo Ferraz e Lopes

157 kg de N/ha/ano.

A mucuna preta tem sido a espécie mais plantada e estudada deste gênero no Brasil, tendo se mostrado eficiente no controle de *Meloidogyne* spp. (FERRAZ; LOPES, 2003). Em casa de vegetação, *Mucuna* spp. têm mostrado bons resultados no controle de *M. incognita*, do qual são consideradas más hospedeiras. A grande resistência a pragas e mesmo a ação sobre nematóides, por exemplo, acredita-se ser, em grande parte, devida à presença de L-Dopa. (FERRAZ; LOPES, 2003). A mucuna preta quando plantada associada ao milho, evita mais de 90% da instalação dos gorgulhos nas espigas (PLANTAS, 2006). É indicada para o tratamento de doença de Parkinson (contém L-dopa natural). Para impotência e disfunção erétil. Como afrodisíaco e para aumentar a testosterona. Como anabólico e androgênio, fortalecendo os músculos e ajudando a estimular o hormônio do crescimento. Ajudando na perda de peso.

Estudos clínicos e pré-clínicos mostram que *Mucuna pruriens* tem grande importância no tratamento da doença de Parkinson. Foram tratados sessenta pacientes com a doença de Parkinson com *Mucuna pruriens* em um estudo aberto durante 12 semanas. Estatisticamente, houve reduções significantes na doença de Hoehn e de Parkinson unificado mostrando taxas de contagem do início ao término do tratamento. *Mucuna pruriens* também mostrou estimular a testosterona-enantato induzido pela atividade androgênica observada em um grupo de indivíduos tratados. Estudos também mostraram que as sementes de *M. pruriens* podem provocar um aumento significativo na contagem de espermatozoides, vesículas seminais e próstata dos ratos albinos tratados. Estudos farmacológicos mostraram sua utilidade como estimulante de SNC, anti-hipertensivo, estimulante sexual e mais.

A mucuna preta produz entre 40 e 50 toneladas de massa verde, 6 a 9 toneladas de massa seca e fixa entre 180 e 350 kg de N por ha/safra, a mesma já é usada pelos agricultores do Espírito Santo há mais de 50 anos para a adubação verde, principalmente na cultura do milho.

Trabalhos científicos concluem que o plantio da mucuna em consórcio com o milho após os 75 dias do plantio deste (do milho) não interferem na produtividade do milho e nem atrapalham a sua colheita podendo esta ser mecanizada. Agricultores que plantam a mucuna em lavouras de milho com mais de 45 dias e que antecipam a sua colheita em 10 ou 15 dias não têm tido dificuldades na condução do processo.





(2003). a mucuna preta produz cerca de 35 t de fitomassa verde/ha e fixa cerca de 120 a

O espaçamento normalmente recomendado é de 50 centímetros entre filas e com 6 a 9 sementes por metro de sulco. A mucuna pode ser plantada isoladamente ou em consórcio com outras culturas. Pelo fato de ser uma planta muito agressiva não tem sido recomendado o seu plantio em culturas muito adensadas. Ao final do ciclo a mucuna preta seca formando um manto sobre o solo de alguns centímetros. Esta camada funciona como uma excelente cobertura morta.

### **3.9 Maracujá (*Passiflora edulis Sims*)**

O maracujá é uma planta de clima tropical com ampla distribuição geográfica. A cultura do maracujá está em franca expansão tanto para a produção de frutas para consumo "in natura" como para a produção de suco. O Brasil é o primeiro produtor mundial de maracujá.

O maracujazeiro pode ser cultivado na maioria das regiões tropicais e subtropicais. Os solos mais indicados são os arenosos ou levemente argilosos, profundos e bem drenados.

A espécie mais cultivada é o maracujá amarelo. O maracujá roxo é mais indicado para locais de alta altitude e climas mais frios.

A propagação geralmente é feita através de sementes que podem secar no interior dos frutos ou serem colhidas e colocadas em um recipiente de vidro ou louça para fermentar. O fruticultor deve retirar sementes de vários frutos colhidos em diferentes plantas e não de muitos frutos de poucas plantas.

A poda deverá ser cerca de 15 dias após o plantio, eliminando-se todos os brotos laterais, deixando apenas o ramo mais vigoroso, que será conduzido por um tutor até o final do arame. No período de entressafra deve ser feita uma poda de limpeza, retirando-se todos os ramos secos e/ou doentes, proporcionando melhor arejamento à folhagem do maracujazeiro e diminuição do risco de contaminação das novas brotações.

O solo deve ser profundo, arenoso ou levemente arenoso e bem drenado, pois, o encharcamento favorece a ocorrência de doenças do sistema radicular. Após a escolha da área, devem ser feitas amostragens do solo para análise química.

A adubação orgânica é uma prática importante para manter o solo produtivo. Vale lembrar que o sucesso da adubação depende tanto da quantidade adequada aplicada, quanto da época e localização do corretivo e dos fertilizantes.

O espaçamento deve ser 3,0m x 5,0m (666 plantas/ha). Para o controle de plantas daninhas na cultura do maracujazeiro existem poucos estudos a respeito, apesar de sua grande importância. A capina através de implementos mecânicos, próxima à planta (menos de 1 m de distância), não é recomendável em função dos danos que traz às raízes, uma vez que estas se concentram na sua maioria de 15 a 45 cm de distância do caule. O uso de herbicidas é bastante válido para o controle.

O período de colheita varia de 6 a 9 meses. Plantios efetuados nos meses mais próximos do verão permitem início de colheita mais precoce (6 meses). O maracujazeiro tem longo período de safra. Os frutos de maracujá amarelo quando maduros caem ao chão, deste modo o ponto de colheita é determinado pela coleta dos frutos.

O rendimento da cultura depende de fatores como clima, solo, espaçamento, tratamentos culturais, adubação e controle fitossanitário.

A melhor prática tem sido a eliminação das plantas daninhas nas linhas de plantio com o uso de capinas com enxada e roçadeira.

### **3.10 Capim elefante roxo (*Pennisetum purpureum* Schum.)**

Segundo RODRIGUES et al. (2001), o capim-elefante é originário do continente Africano, mais especificamente da África Tropical, entre 10°N e 20°S de latitude, tendo sido descoberto em 1905 pelo coronel Napier. Espalhou-se por toda África e foi introduzido no Brasil em 1920, vindo de Cuba. Hoje, encontra-se difundido nas cinco regiões brasileiras.

Uma compilação de descrições do capim-elefante (ALCÂNTARA e BUFARAH, 1983; NASCIMENTO JUNIOR, 1981; DERESZ, 1999) o descreve como uma gramínea perene, de hábito de crescimento cespitoso, atingindo de 3 a 5 metros de altura com colmos eretos dispostos em touceira aberta ou não, os quais são preenchidos por um parênquima suculento, chegando a 2 cm de diâmetro, com entrenós de até 20 cm. Possuem rizomas curtos, folhas com inserções alternas, de coloração verde escura ou clara, que podem ser pubescentes ou não, chegando a alcançar 10 cm de largura e 110 cm de comprimento. As folhas apresentam nervura central larga e brancacenta, bainha lanosa, invaginante, fina e estriada, lígula curta, brancacenta e ciliada. Sua inflorescência é uma panícula primária e terminal, sedosa e contraída, ou seja, com ráceros espiciformes em forma de espiga, podendo ser solitária ou aparecendo em conjunto no mesmo colmo. A panícula tem, em média, 15 cm de comprimento, formada por espiguetas envolvidas por um tufo de cerdas

de tamanhos desiguais e de coloração amarelada ou púrpura. Apresenta abundante lançamento de perfílios aéreos e basilares, podendo formar densas touceiras, apesar de não cobrirem totalmente o solo.

Para o estabelecimento tanto de capineiras como de pastagens de capim-elefante é necessário que o produtor adote práticas de manejo adequadas. Por meio do conhecimento das práticas de estabelecimento e manejo desta espécie, pode-se obter um incremento na produção, carne e, ou, leite, por animal e por área. Para tanto, alguns cuidados no estabelecimento da forragem devem ser observados para que se possa conseguir elevados rendimentos.

De acordo com Deresz et al. (1994), o capim-elefante é uma planta extremamente sensível ao encharcamento do solo. Desta forma, as áreas da propriedade sujeitas a inundações ou elevação do lençol freático devem ser evitadas. Além disso, áreas com declive acima de 25 a 30% não devem ser utilizadas, pois são de difícil mecanização, além do hábito de crescimento do capim-elefante que é cespitoso, e no início do estabelecimento pode deixar o solo descoberto, sujeito à erosão. Assim, as áreas mais indicadas ao cultivo do capim-elefante são aquelas relacionadas aos terraços e meia-encosta, áreas estas não sujeitas às inundações. Essas áreas, além de não apresentarem impedimento à mecanização, são também as que apresentam os solos de fertilidade natural mais elevada.

No caso específico da formação de capineiras, deve-se atentar para a localização, com proximidade ao curral ou estábulo, tendo em vista facilitar o transporte da forragem colhida (GOMIDE, 1997).

### **3.11 Sistema de tratamento de esgoto por evapotranspiração**

Galbiati (2009) afirma que o sistema de evapotranspiração é basicamente uma trincheira impermeabilizada, pois trata-se de um sistema fechado, onde não há infiltração no solo e as plantas realizam o processo de evapotranspiração das águas servidas. A impermeabilização do projeto de Gabiati (2009) foi forrada por uma camada delgada de entulho de obras e assentada sobre a base está uma série de pneus alinhados. O encanamento de esgoto (do tipo águas negras) foi destinado para dentro desse tubo formado por pneus, onde acontece a digestão anaeróbica do efluente, que escorre pelos os espaços entre pneus.

A mesma autora afirma ainda que saindo desse espaço, o efluente encontrou barreiras de material permeável que foram naturalmente colonizadas por bactérias que

complementaram a digestão. Assim, na medida em que o efluente preenche toda a bacia, ele será mineralizado e os organismos patogênicos vão sendo eliminados, ao mesmo tempo em que as raízes das plantas no solo acima das camadas vão descendo em busca dos nutrientes disponibilizados.

De baixo para cima, a bacia foi preenchida com materiais de granulometria decrescente. No fundo vieram os grandes fragmentos de tijolos, telhas e pedras e acima as pedras e cacos pequenos, britas, cascalhos e seixos. Em seguida, areia com cascalho e por sobre tudo, o solo devidamente coberto por matéria orgânica (mulch). Neles foram introduzidas plantas que consumiram os nutrientes, porém no sistema foram plantadas bananeiras e taiobas (GALBIATI, 2009).

### **3.12 Impermeabilização das unidades (tanques)**

A impermeabilização das Unidades é considerada opcional, sendo feita, na maioria das vezes, em ferro-cimento. Essa técnica construtiva de baixo custo consiste em uma armação de ferro e tela de galinheiro recobrimdo o fundo e as paredes da trincheira, sobre a qual é aplicada uma fina camada de argamassa de cimento (MANDAI, 2006); (PAMPLONA e VENTURI, 2004). Essa impermeabilização também pode ser feita com manta asfáltica ou lona plástica, em substituição à estrutura em ferro-cimento (Venturi, 2004). Longitudinalmente, ao fundo do tanque, é instalada uma câmara de recepção, também chamada de câmara de fermentação (MANDAI, 2006), câmara séptica ou fermentador (PAMPLONA e VENTURI, 2004), por onde o esgoto é admitido no sistema. Essa câmara é composta de meias manilhas de concreto perfuradas ou pneus usados, justapostos em pé, ao fundo do tanque, formando uma espécie de túnel horizontal (MANDAI, 2006; PAMPLONA e VENTURI, 2004). São mantidos pequenos espaços entre os pneus, permitindo a passagem do efluente através deles. A principal função dessa câmara é a recepção do esgoto e a deposição de eventuais materiais sólidos, evitando entupimentos no sistema, já que a digestão anaeróbia da matéria orgânica ocorre em toda a extensão das camadas inferiores e não só na câmara. Ao redor e acima da câmara de recepção, o Tanque é preenchido por camadas de materiais com granulometria decrescente (MANDAI, 2006); (PAMPLONA e VENTURI, 2004). Ao fundo, são colocados grandes fragmentos de tijolos, telhas e pedras, até uma altura de 40 a 50 cm.

### 3.13 Cobertura morta por lona plástica

Denomina-se *mulching* a aplicação de qualquer cobertura na superfície do solo que constitui uma barreira física à transferência de energia e vapor d'água entre o solo e atmosfera (ROSENBERG, 1974).

A cobertura do solo é um artifício aplicado há muitos anos pelos agricultores com a finalidade de proteger as culturas e o solo da ação das intempéries (sol, ventos e chuvas), que compactam o solo, comprometem a qualidade dos frutos e provocam a lixiviação. Esta técnica é apresentada com vantagens por vários autores por ser de fácil aplicação e apresentar excelentes resultados, na maior parte das culturas, promovendo assim incrementos no rendimento, uma vez que suprime as plantas invasoras, diminuindo assim a necessidade de capinas (PRIMAVESI, 1992). Também Medeiros et al. (2007) mencionam eficácia da utilização do *mulching* na eliminação da evaporação direta da superfície do solo.

De acordo com Pereira (2002), vários são os fatores que determinam a temperatura do solo, dentre eles estão os fatores externos e os fatores intrínsecos. Os fatores externos são aqueles relacionados aos elementos meteorológicos e desse modo afetam o balanço de energia. Já os fatores intrínsecos são determinados pelo tipo de cobertura do solo e a presença dessa cobertura vegetal ou sintética que atuam modificando o balanço de energia, uma vez que interceptam a radiação antes de chegar até o solo.

Existem vários tipos de materiais utilizados na técnica do *mulching*, entre os orgânicos têm-se os diferentes tipos de resíduos culturais (palhas e/ou folhas secas, compostos, serragens e materiais similares) ou inorgânicos (pedras, cascalhos, plásticos, etc.). Com o surgimento da indústria petroquímica, a partir da década de 1950, materiais mais baratos, como o filme de polietileno preto, foram propostos para utilização como *mulching*.

Os primeiros relatos da utilização do *mulching* plástico na agricultura foi em 1951 no Japão. No Brasil, esta técnica só ganhou repercussão no início dos anos 1970 com a utilização de filme de polietileno na cultura do morango em São Paulo (GOTO, 1997). Na região Nordeste, especialmente no Polo Agrícola Mossoró/Assu, na cultura do melão, a cobertura do solo com *mulching* plástico é utilizado desde 2001, principalmente por médias e grandes empresas exportadoras de melão (MEDEIROS et al., 2007).

Os tipos de materiais plásticos que podem ser usados como coberturas do solo são: os transparentes, brancos, pretos, prata e opacos e estão disponíveis no mercado e são

utilizados com diferentes objetivos na agricultura. De acordo com a coloração, opacidade ou transparência, o *mulching* plástico apresenta maior ou menor capacidade de transmitir radiações caloríficas e visíveis sendo que escolha da cor vai depender das condições climáticas (SGANZERLA, 1997).

As radiações solares e terrestres são absorvidas, refletidas, e transmitidas em proporções diferentes de acordo com as propriedades ópticas de uma superfície. O grau de aquecimento dessa superfície nesse caso o solo depende, em parte, do grau de contato entre plástico e solo e a escolha do plástico deve ser guiada pelos efeitos desejados acima e abaixo da superfície do solo, que são determinadas pelas propriedades ópticas do material plástico, pelo contato do *mulching* com o solo, e pela geometria do *mulching* nos camalhões e/ou leiras. Em regiões de climas quentes, a exposição do solo por longos períodos de aquecimento sob um plástico preto pode ser indesejável; sendo indicados os plásticos brancos e prateado uma vez que são mais reflexíveis. Os *mulching* preto e os claros elevam a temperatura do ambiente acima do solo, enquanto plásticos brancos e prateados podem aumentar ou diminuir ligeiramente a temperatura do solo (TARARA, 2000).

Em regiões frias, é indicado o uso de cobertura de cor preta ou transparente, uma vez que essas elevam a temperatura do solo, sendo esse aumento dependente da estação, tipo de solo, quantidade e intensidade luminosa e da umidade do solo (SAMPAIO e ARAUJO, 2001).

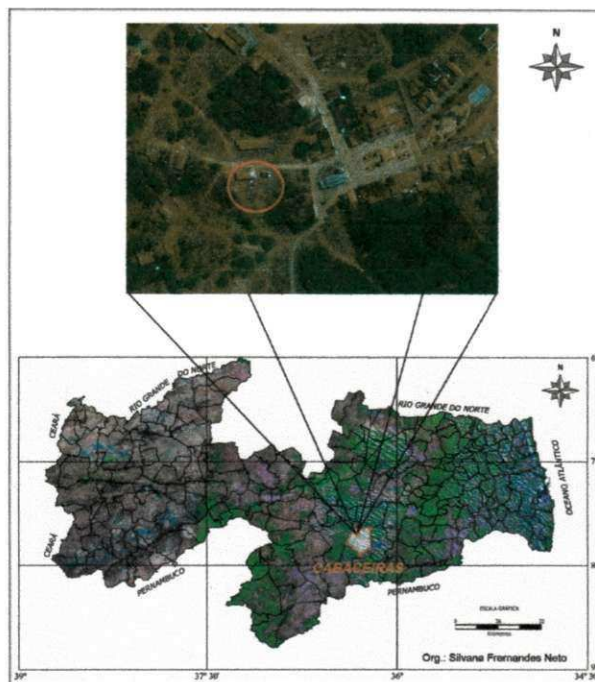


## 4. MATERIAL E METODOS

### 4.1 Local da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida nas instalações da Lavanderia Pública do Distrito de Ribeira, município de Cabaceiras, PB, com uma população de 2.500 habitantes, pois o mesmo localiza-se numa das mais secas regiões do Brasil, no semiárido do cariri paraibano. Distante 183,8 km de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba e 78 km de Campina Grande, possuindo coordenadas geográficas (7° 29' 21" Sul, 36° 17' 18" Oeste e altitude 382m acima do nível do mar) inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros.

**Figura 1** – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Org. Fernandes Neto, (2013).

### 4.2 Clima e solo da região estudada

O clima é do tipo Tropical, com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se adiantar até outubro. Nas superfícies suaves onduladas a onduladas, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, fortemente drenados, ácidos a moderadamente ácidos e fertilidade natural média e ainda os Podzólicos, que são profundos, textura argilosa, e fertilidade natural

média a alta. Nas elevações ocorrem os solos Litólicos, rasos, textura argilosa e fertilidade natural média. Nos vales dos rios e riachos, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura média/argilosa, moderadamente ácidos, fertilidade natural alta e problemas de sais. Ocorrem ainda Afloramentos de rochas.

O distrito da Ribeira não dispõe de coleta e tratamento de esgoto doméstico convencional, pois 40% dos domicílios possuem fossa séptica de pequeno porte, enquanto que os 60% descartam seus efluentes a céu aberto sem tratamento. As fossas sépticas vêm sendo operadas precariamente, com parâmetros operacionais muito abaixo dos aceitáveis pelos órgãos ambientais, representando mais um ônus para o distrito do que os benefícios que se pode esperar de um tratamento dessa natureza, o que levou a administração municipal a buscar alternativas como as UPAC's para que tais benefícios possam de fato atender a toda a comunidade e para que a cidade tenha o esgoto convenientemente tratado, já que as águas cinza proveniente da lavanderia pública eram descartadas a céu aberto poluindo o meio ambiente e os corpos hídricos, principalmente o maior da região que é o rio Taperoá, PB. Outra forma de poluição se dava através da lixiviação dessas águas cinza usadas chegando ao lençol freático.

#### 4.3 Análise de solo

Segundo Fernandes Neto (2013), o material de solo utilizado foi georeferenciado e coletado através de amostragem de 3 pontos de coletas simples, sendo caracterizado no Laboratório de Irrigação e Salinidade - LIS, da Universidade Federal de Campina Grande, PB, Campus I, seguindo as metodologias recomendadas por Richards (1954) e pela EMBRAPA (1997), conforme verifica-se na Tabela 4 abaixo, onde o mesmo pertence à classe NC49, denominado Bruno não Cálcico.

**Tabela 4** - Características físicas e químicas da amostra, na profundidade de 10 e 20 cm.

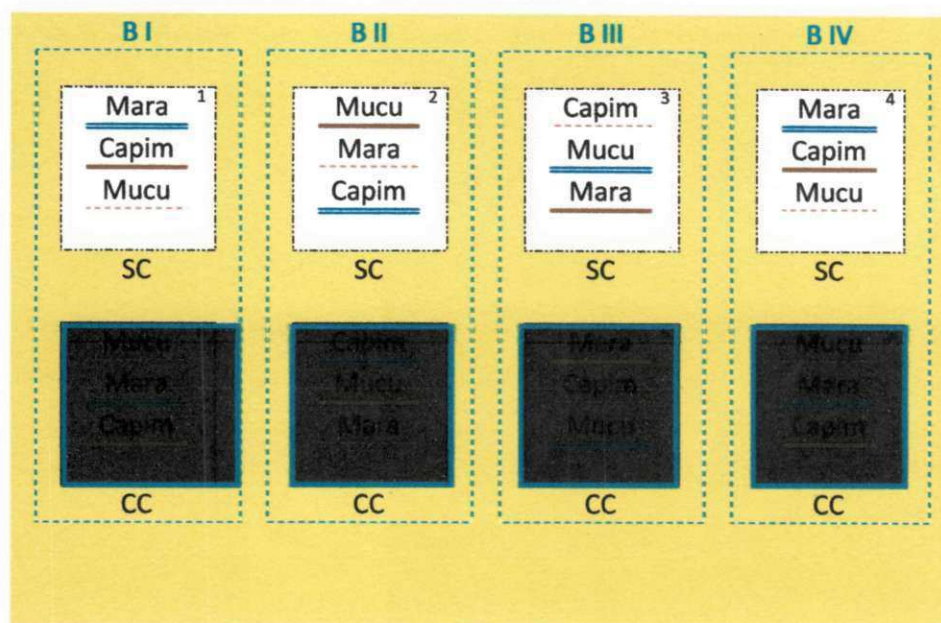
	PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3	
<b>SOMA DAS BASES</b>	14.41	19.01	20.35	17.08	7.69	8.73
<b>V = (SB/CTC)*100</b>	100	100	100	100	68.85	71.62
<b>PSI = (Na/t)*100</b>	2.08	2.37	0.93	1.64	11.37	20.26
<b>RAS = (Na/((√Ca+Mg)/2))^0,5</b>	0.13	0.16	0.06	0.10	0.72	1.41

Foram coletadas 3 amostragem de cada ponto de coleta nas profundidades de 0 a 10cm e de 10 a 20cm, totalizando 6 amostras.

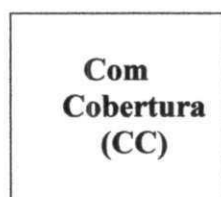
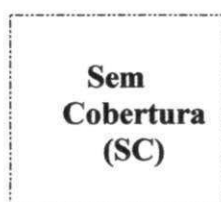
#### 4.4 Concepção das UPAC's

As Unidades de Produção Agrícola Controladas – UPAC's consistem em um sistema de contenção de solo água, a partir da impermeabilização de uma área de aproximadamente 6 m<sup>2</sup> através do uso lonas plásticas em conjunto com a utilização de pneus velhos.

Figura 2 – Croqui da área experimental



Legenda:



Mara - Maracujá

Mucu - Mucuna preta

Capim - Capim

#### Delineamento experimental

A análise estatística dos testes do experimento foi realizada utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2003). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com esquema fatorial 3 x 2, sendo 3 culturas (capim roxo, mucuna preta e maracujá) com quatro repetições.

#### 4.5 Adaptação da metodologia utilizada por Gabialti, (2009)

As UPAC's foram construídas a partir da adaptação desenvolvida por Gabialti (2009) que utilizou a metodologia de "Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração" a qual foi executada utilizando cimento para impermeabilização das unidades e o plantio de bananeira e taioba, enquanto que o projeto em questão foi executado seguindo o mesmo procedimento de Gabialti (2009), mudando apenas a impermeabilização de cada unidade que foi feita com lona plástica de 200 micras, implantação das culturas capim elefante, maracujá e mucuna-preta e utilização de água cinza.

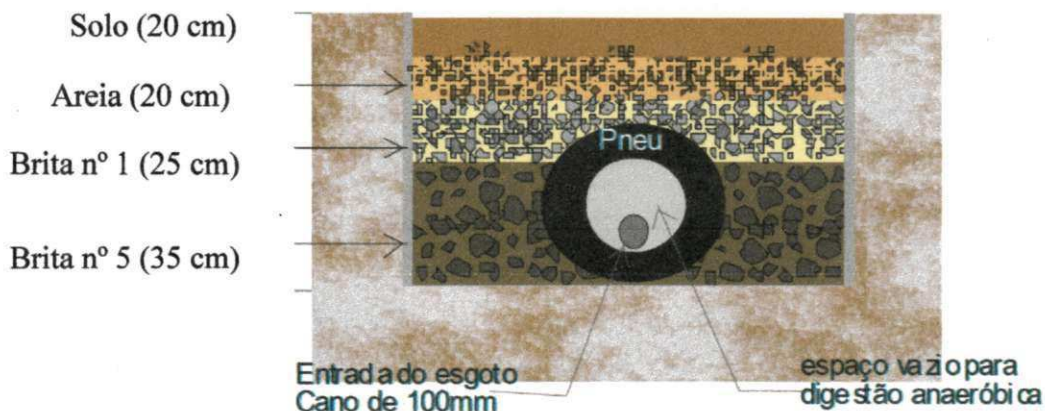
As camadas foram construídas e distribuídas da seguinte forma:

Camada 1: foi preenchida com uma camada de 35 cm de brita nº 5;

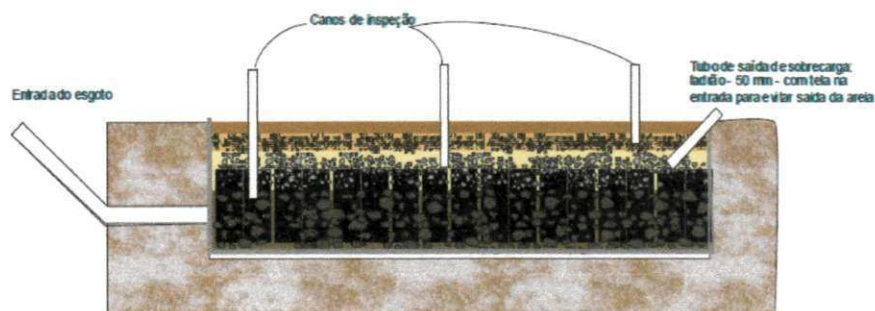
Camada 2: foi preenchida com uma camada de 25 cm de brita nº 1;

Camada 3: foi preenchida com uma camada de 20 cm de areia;

Camada 4: foi preenchida com uma camada de 20 cm de solo retirado da própria escavação.



**Figura 3** – Corte transversal do sistema de tratamento de esgoto  
Fonte: GABIALTI, 2009



**Figura 4** – Corte transversal do sistema de tratamento de esgoto  
Fonte: GABIALTI, 2009

**Tabela 5 - Metodologia Gabialti (2009) versus Ferreira (2013)**

<b>GABIALTI, 2009</b>	<b>FERREIRA, 2013</b>
Utilização de águas negras (Vaso sanitário);	Utilização de águas cinzas (Lavanderia Pública);
Dimensões de cada TEvap: (comp.)x(larg.)x(Prof.)=2mx2mx1m= 4m <sup>3</sup> (Volume);	Dimensões de cada UPAC: (comp.)x(larg.)x(Prof.)= 3mx2mx1m = 6m <sup>3</sup> (Volume);
Impermeabilização com ferro-cimento;	Impermeabilização com uma camada dupla de lona plástica;
Camadas brita (10 cm), areia (10 cm) e solo (35 cm);	Camadas brita nº5 (35 cm), brita nº1 (25 cm), areia (20 cm) e solo (20 cm);
Piezômetro (tubo de visita) de 100mm de diâmetro;	Piezômetro (tubo de inspeção) de 100mm de diâmetro;
Utilização de pneus usados criando microfilmes para proliferação das bactérias;	Utilização de pneus usados criando microfilmes para proliferação das bactérias;
Caixas de inspeção de alvenaria para coleta de amostras do efluente;	Drenos individuais de tubo PVC para coleta de amostras das águas cinzas;
Plantio de Bananeira ( <i>Musa cavendishii</i> ), Taiobas ( <i>Xanthosoma sagittifolium</i> ), e Beri (espécies do gênero <i>Canna</i> );	Plantio de Mucuna preta ( <i>Mucuna pruriens</i> L), Capim elefante roxo ( <i>Pennisetum purpureum</i> Schum.) e Maracujá ( <i>Passiflora edulis</i> Sims);

Com a confecção, difusão e utilização dessa nova tecnologia, os produtores rurais terão a sua disposição uma área onde poderão implementar cultivos para sua subsistência a partir da utilização de suas águas residuárias, bem como utilizar fontes naturais de energia em prol de melhorias em sua qualidade de vida decorrente do aumento de sua renda, já que além de produzirem alimentos para sua subsistência, estes poderão gerar excedentes para uma possível comercialização, sendo assim auxiliará na fixação do homem no campo, evitando desta forma sua migração para a periferia dos centros urbanos, além de proporcionar o tratamento da água através da fitorremediação.

**Tabela 6 - Análise da água que abastece a lavanderia pública**

<b>Laudo N° 259/2012</b>	Data da coleta: 28/08/2012
Interessado: José Geraldo de V. Baracuhy	Resp. pela coleta: Interessado
Município: Cabaceiras - PB	Data da entrega da amostra: 28/08/2012
Localidade: Cabaceiras - PB	Tipo de recipiente: Garrafa plástica
Procedência: P18 – Poço Antigo	Data da análise: 29/08/2012

Parâmetros	Resultados	VMP (*)
Condutividade Elétrica, $\mu\text{mho/cm}$ a 25°C	1.900,0	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	8,2	6,0 à 9,5
Turbidez, (uT)	1,0	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt = Co/L).	10,0	15,0
Dureza em Cálcio ( $\text{Ca}^{**}$ ), mg/L	54,2	---
Dureza em Magnésio ( $\text{Mg}^{**}$ ), mg/L	39,4	---
Dureza Total ( $\text{CaCO}_3$ ), mg/L	299,5	500,0
Sódio ( $\text{Na}^+$ ), mg/L	<b>291,6</b>	200,0
Potássio ( $\text{K}^+$ ), mg/L	5,3	---
Alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ), mg/L	0,00	0,2
Ferro Total, mg/L	0,01	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L ( $\text{CaCO}_3$ )	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L ( $\text{CaCO}_3$ )	59,2	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L ( $\text{CaCO}_3$ )	408,8	---
Alcalinidade Total, mg/L ( $\text{CaCO}_3$ )	468,0	---
Sulfato ( $\text{SO}_4^-$ ), mg/L	68,6	250,0
Fosforo Total, mg/L	0,6	---
Cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), mg/L	<b>309,6</b>	250,0
Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), mg/L	0,00	10,0
Nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), mg/L	0,01	1,0
Amônia ( $\text{NH}_3$ ), mg/L	0,14	1,5
Sílica ( $\text{SiO}_2$ ), mg/L	29,8	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	1,05	$\leq 0$
STD (Sólidos Totais Dissolvidos a 180°C), mg/L	<b>1.332,9</b>	1.000,0

VMP\*-Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 2914/11 MS)

**LAUDO:** De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água não se encontra dentro dos padrões de potabilidade no que se refere aos parâmetros físico-químicos.

**OBSERVAÇÕES:**

- 1) Os resultados se referem única e exclusivamente à amostra de água analisada neste laboratório.
- 2) Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.
- 3) A divulgação dos resultados desta análise, assim como sua utilização para quaisquer fins, é de exclusiva responsabilidade do interessado.

Eng. Químico Responsável: Prof. Kepler B. França (CRQ 9.19.3.1303118)

#### 4.6 Construção do sistema

A construção das oito unidades de produção agrícola controladas foi dividida em duas etapas, sendo quatro unidades sem cobertura e quatro unidades com cobertura (lona plástica). Todas as unidades possuem as seguintes dimensões: 3,0 x 2,0 x 1,0m, portanto foram construídas através de uma escavação em forma de vala.

Após a escavação, as mesmas foram impermeabilizadas com lona plástica de 200 micras para evitar infiltração da água no solo.

**Figura 5** - Escavação das UPAC's (A) e (B), Impermeabilização das UPAC's (C).



(A)



(B)



(C)

As bases impermeabilizadas com as lonas plásticas foram forradas por uma camada de areia seguida de pedras assentadas sobre o fundo das valas com materiais de granulometria decrescente (no sentido de baixo para cima). No fundo estão os grandes fragmentos de pedras (britão). Acima vêm as pedras, cascalhos e seixos e acima destes está uma série de pneus alinhados preenchendo toda extensão da unidade. O encanamento de águas cinzas proveniente da lavanderia foi destinado em bateladas, para dentro desse alinhamento de pneus através de um tubo de PVC de 100mm perfurados para facilitar a

devida distribuição no meio onde acontecerá a digestão anaeróbica do efluente, que escorre pelos os espaços entre pneus.

**Figura 6** – Camada de areia para filtrar a água (A), Camada de cascalho e brita (B), Tubos perfurados (C) e Tubos perfurados com envoltório (D).



(A)



(B)



(C)



(D)

Para a construção das unidades foram utilizadas 336 litros de areia ( $0,33\text{m}^3$  de areia), 480 litros de brita nº1 ( $0,48\text{ m}^3$  de brita nº1) e 536 litros de brita nº 5 ( $0,53\text{ m}^3$  de brita nº5).

Dentro da tubulação foi colocado uma pilha de pneus, aproximadamente 21 pneus e para o monitoramento da eficiência do tratamento de esgoto foram implantados sete pontos de coleta do efluente, sendo dois penetrando os pneus até o cano de distribuição do efluente, 2 a direita e 2 a esquerda da linha de pneus, porém os mesmos foram confeccionados de tubos de PVC de 50 mm ficando 40 cm acima da superfície indo até o cascalho que é a base da unidade com o objetivo de serem utilizados para pontos de coletas.



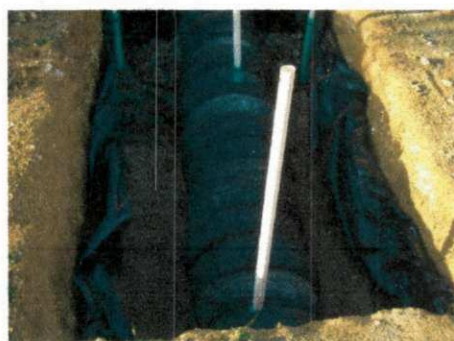
**Figura 7** - Pneus envolvendo o tubo (A), Pneus com cascalho no tubo (B), Tubo envolvido com pneus (C), Pontos de observação e coleta (D), Finalização da confecção do sistema (E) e Sistema finalizado, pronto para receber o plantio das culturas (F).



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)

São 07 tubos de observação e os mesmos se encontram fechados com tampa móvel, retirando apenas a cada 30 dias para coleta de água, a qual é feita através de uma “bomba hidráulica” que é um tubo de PVC de 50 mm e dentro para fazer a sucção foi colocado outro tubo de PVC de 20 mm e na ponta uma borracha para facilitar a sucção da água e por isso que se considera um sistema fechado, onde não há perda de água por infiltração. Os

parâmetros analisados das águas cinzas coletadas dos pontos de observação das unidades foram: Condutividade Elétrica (CE), pH, e Oxigênio Dissolvido (OD).

As unidades possuem seu registro individual para controlar a quantidade de água cinza que entra, pois todas têm de está com mesmo nível de água que é de 50 cm de altura de lâmina d'água.

**Figura 8** - Visão geral do sistema confeccionado (A), Sistema confeccionado (B), Vista do registro individual de entrada (C), Abrindo o registro individual (D), Sistema confeccionado com registros e drenos (E) e Sistema montado pronto para o plantio das culturas (F).



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)

Cada unidade possui também um dreno localizado do lado oposto da entrada do efluente que teve também finalidade de coleta para análise laboratorial.

**Figura 9** - Sistema montado com dreno individual para coleta de amostra (A) e (B).



(A)



(B)

#### 4.7 Funcionamento do sistema

A água cinza proveniente da lavanderia foi conduzida através de tubulação até uma caixa d'água de 500 litros com a borda interna para controlar o volume utilizado nas UPAC's para posterior distribuição. Para que não haja sobrecargas de água cinza na própria caixa, este reservatório foi posicionado de modo que toda a água cinza possa ser distribuída até as unidades por gravidade. Foi elaborada uma altura da água dentro de cada unidade (escala), através do volume de água contido no tanque com o nível da água medido no interior da unidade através de uma régua milimetrada de madeira de forma que cada unidade recebia um monitoramento de 50 cm de altura de água.

A tubulação que vem da lavanderia comunitária passa por uma caixa d'água que possui registro individual para que haja o controle da quantidade de água que entra em

cada unidade (tanque), pois cada unidade foi preenchida até alcançar uma altura de 50cm e a cada 74 horas realizava o monitoramento e controle da água através do uso da régua milimetrada de madeira e durante a coleta d'água.

**Figura 10** – Lavanderia Pública (A), Caixa d'água milimetrada (B), Tubulação para levar a água cinza até a caixa d'água (C) e Caixa d'água recebendo a água cinza pela tubulação (D)



(A)



(B)



(C)



(D)

A entrada das águas cinzas na unidade foi por meio de tubo de PVC de 100 mm instalado 30 cm acima da base na unidade, até atingir uma altura de 50 cm de água cinza em cada tanque. A cada dia havia aproximadamente 4 (quatro) lavadeiras lavando roupas.

O volume de água cinza conduzido para cada Unidade foi de aproximadamente  $4,42\text{m}^3$ , mantendo assim uma altura de 50 cm de água dentro de cada Unidade. A frequência de alimentação de água nas Unidades foi feita a cada 72 horas e esse monitoramento foi feito através da medição da altura da água dentro da Unidade com o auxílio de uma régua de madeira, mantendo assim 50cm de lâmina d'água.

Havia quantidade de água suficiente para atender todo o sistema, pois foi verificado e constatado in loco que em apenas uma lavagem de roupas contendo 15 camisas com manga; 4 Camisas sem manga; 4 shorts de malha; 3 shorts jeans; 2 toalhas; 6 panos de prato; 3 saias de malha 2 lençóis; 2 fronhas e 3 blusas de criança foi gasto 900 litros de água.

#### **4.8 Implantação das culturas**

No sistema foram plantadas duas culturas com destinação à alimentação animal as quais são a mucuna-preta (*Mucuna pruriens* (L.)) e o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) e uma para consumo humano, o maracujá (*Passiflora sp*).

#### **4.9 Plantio**

A cultura da mucuna preta foi semeada através de sementes selecionadas adquiridas na Embrapa-PB utilizando-se 5 sementes por cova onde esta operação foi realizada manualmente. Foi feita uma irrigação superficial através de regador 2 vezes por dia até que a mesma tenha seu sistema radicular desenvolvido para a partir daí buscar a água dentro das unidades através de suas raízes. Posteriormente, aproximadamente 20 dias da semeadura da mucuna preta, foi realizado um desbaste, deixando-se em cada tanque apenas 3 plantas por cova, totalizando 12 plantas por tratamento as quais foram escolhidas aleatoriamente para a fase experimental.

As mudas de maracujá foram adquiridas no horto florestal da Prefeitura Municipal de Campina Grande, pois foram adquiridas e plantadas 24 mudas de maracujá e enquanto que as de capim foram adquiridas no horto florestal particular do Prof. Baracuhy, sendo 24 mudas de capim, ou seja, 3 mudas de cada espécie em cada Unidade.

Para a cultura do capim roxo, as estacas (mudas) foram plantadas na horizontal entre 10-15 cm de profundidade, distantes 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre fileiras (GOMIDE, 1997).

O plantio do maracujá foi feito através de mudas em sacos plásticos de capacidade de 3 litros de substrato aos 60 dias de idade, pois as mesmas foram conduzidas em espaldeira vertical com 1 fio de arame liso número 12, a 1,8 m do solo. O espaçamento entre os mourões na linha de plantio foi de 6 metros. Os tratamentos culturais foram realizados de acordo com Lima e Cunha (2004), com a catação manual de lagartas.

#### 4.10 Irrigação das culturas por capilaridade

A irrigação foi feita sub-superficial por capilaridade, deixando as unidades com 50 cm de coluna de água, foram monitoradas diariamente com o intuito de controlar a umidade do solo através da capacidade de campo para o melhor desenvolvimento das culturas, pois a mucuna preta que foi feita através de semeadura, sendo necessita ajuda de irrigação superficial até que o seu sistema radicular seja desenvolvido.

#### 4.11 Variáveis analisadas

A água bruta cinza foi coletada diariamente pela manhã através dos sete pontos de coleta de cada unidade durante 30 dias, como não houve diferença entre as amostras então a coleta foi realizada a cada 30 dias. Para a coleta desse material foi elaborado uma pequena bomba de sucção, a qual penetrava nos pontos de coleta a 50 cm da superfície do solo quando foram succionadas amostras da água cinza para análise. Foi montado um minilaboratório na própria lavanderia para efetivar as medições de Condutividade Elétrica, pH e Oxigênio Dissolvido.

**Figura 11** - Coleta da água cinza para análise (A) e Numeração dos recipientes de coleta da água cinza (B).



(A)



(B)

Foram feitas análises de condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e pH da água cinza que chega na caixa antes de ser distribuída no sistema, bem como de cada ponto de observação das Unidades através dos equipamentos Condutivímetro, aparelho de medições de oxigênio dissolvido e peagâmetro.

- Culturas – Biométrica

Após 23 dias após o plantio das culturas foi selecionada 1 planta de cada amostra e marcada para análise e medição, sendo avaliado o crescimento da planta. Nas quatro séries de mensurações (23, 43, 63 e 83 DAP), ao longo de cada Unidade, 03 plantas foram avaliadas, totalizando 24 plantas nas 8 Unidades, para análise de crescimento não destrutiva nas seguintes variáveis:

- a) diâmetro caulinar (cm) – o diâmetro do caule da planta foi determinado no nível do solo, utilizando-se um paquímetro metálico, com precisão de 0,05 mm;
- b) largura da folha (cm) – a largura da folha foi medida com uma trena (fita métrica), na parte mais larga;
- c) tamanho da folha (cm) – semelhantemente à largura, o comprimento foi medido com a trena (fita métrica), da bainha até o ápice da folha.

**Figura 12** - Medição do comprimento e Largura da Mucuna preta (A), Realizando a biometria das culturas (B), Vista das culturas analisadas (Capim elefante roxo e mucuna preta) tratamento sem cobertura (C), Vista das culturas analisadas (Capim elefante roxo e mucuna preta) tratamento com cobertura (D), Culturas em processo de desenvolvimento (E), Capim elefante e mucuna preta (E), Vista do sistema com as culturas (F), Vista do sistema com as culturas (G), Pontos de observação do sistema (H), Capim e mucuna se desenvolvendo (I) e Altura do capim aos 83 Dias após o plantio (J).



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)



(G)



(H)





(I)



(J)

#### **4.12 Determinação de Fitomassa verde (FMV) e Fitomassa seca (FMS)**

A determinação do conteúdo de umidade das forragens frescas e em silagens é um dos procedimentos mais utilizados em pesquisas sobre pastagens e forragicultura, principalmente em estimativas de rendimento e disponibilidade de matéria seca.

A matéria seca (MS) tem sido utilizada, como importante parâmetro para expressar a produção de forrageiras (CRESPO 2002). Da mesma forma, facilmente pode ser determinado o valor de umidade das forragens, o qual depende do seu conteúdo de umidade variando conforme a espécie, o estágio fenológico e, em menor grau, com a estação do ano (BRUNO et al., 1995; AGNUSDEI et al., 2001).

Do material coletado (colmos e folhas) foi retirado amostras de 500g de cada Unidade, sendo fracionadas e acondicionadas em sacos de papel (furados para permitir a circulação do ar) e colocadas em estufa de circulação forçada, com temperatura de 75°C, por 24 horas, após resfriar seguiu uma nova pesagem, pois essa determinação da Matéria Seca (MS) foi realizada de acordo com a metodologia de Van Soest (1994).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização da água cinza utilizada no sistema

#### 5.1.1 Condutividade Elétrica (CE)

Analisando o Gráfico 1 verifica-se que aos 23 DAP, aproximadamente 80% das leituras de condutividade elétrica ficou entre 1,36 dS.m<sup>-1</sup> e 2,05 dS.m<sup>-1</sup>, enquanto que aos 43 DAP o valor de CE esteve em torno de 1,17 dS.m<sup>-1</sup> em todas as Unidades (Gráfico 2), pois esta queda da CE pode ter ocorrido pela diluição de sais pela água da chuva ocorrida neste período. Aos 63 DAP observou-se no Gráfico 3 uma elevação da CE em resposta ao efeito da evapotranspiração das culturas que elevou a concentração da solução do solo, logo o mesmo comportamento é verificado aos 83 DAP conforme verifica-se no Gráfico 4.

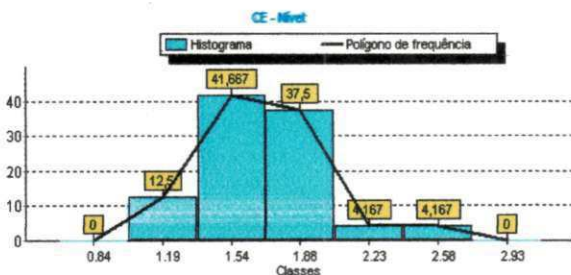


Gráfico 1 – Leitura 1 - Condutividade Elétrica – CE (23 DAP)

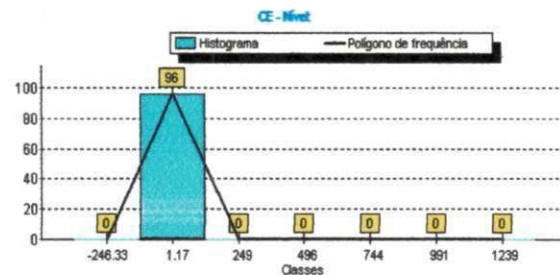


Gráfico 2 – Leitura 2 - Condutividade Elétrica – C (43 DAP)

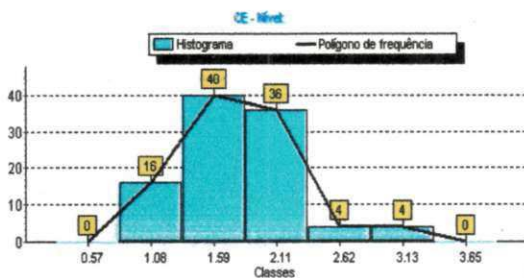


Gráfico 3 – Leitura 3 - Condutividade Elétrica – CE (63 DAP)

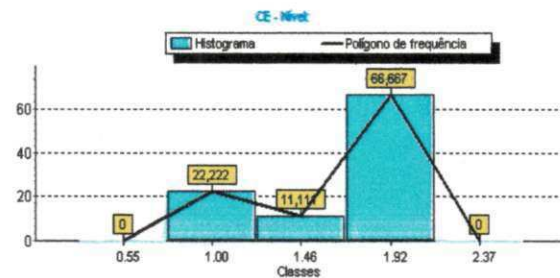


Gráfico 4 – Leitura 4 - Condutividade Elétrica – CE (83 DAP)

Almeida (2010) menciona que quanto maior for o conteúdo salino de uma solução, maior será a CE da mesma. Portanto, a medida da CE é um indicador do perigo da salinidade do solo, como a amostra de água do poço que abastece a lavanderia pública de Ribeira de Cabaceiras, PB, obteve valor igual a 1,9 dS.m<sup>-1</sup>, mas segundo Ayres e Westcot

(1999) afirmam que o valor permitido para a condutividade elétrica da água de irrigação é abaixo de  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ , portanto a condutividade elétrica das águas cinzas do sistema nas 4 leituras (23, 43, 63 e 83 DAP), as quais se encontram no nível de grau de restrição baixo a moderado, ou seja, acima do valor máximo permitido ( $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ ), mas apesar desse grau de restrição de uso, as culturas da mucuna preta e capim elefante roxo se desenvolveram bem e apenas o maracujá teve sua limitação no desenvolvimento.

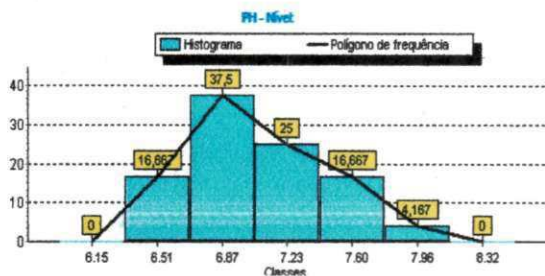
A condutividade elétrica em águas residuárias, seja ela cinza ou negra, expressa a concentração de íons ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$  etc.) presentes, ou, mais precisamente, de íons em solução no meio. Como a condutividade elétrica em uma solução é proporcional à concentração iônica presente no meio (passagem de corrente elétrica num meio ionizado), existe relação de proporcionalidade entre o valor da condutividade elétrica e a concentração iônica. O potássio é um elemento químico que não está associado à matéria orgânica (Lo MONACO et al., 2004), desta forma permanece em solução, contribuindo, de forma acentuada na condutividade elétrica na solução. Assim, a condutividade elétrica das águas residuárias pode ser utilizada na estimativa da concentração de potássio das mesmas, facilitando a tomada de decisão pelo produtor na definição da lâmina de água residuária recomendável de ser aplicada como fertirrigação.

O maracujazeiro-amarelo, além de ser exigente em água, é sensivelmente prejudicado pelos efeitos da salinidade, necessitando a partir da floração, de pelo menos  $10 \text{ L dia}^{-1}$  por planta, conforme Ayers & Westcot (1999). Em trabalhos com esta espécie, envolvendo vários níveis de condutividade elétrica, Cavalcante et al. (2002) e Soares et al. (2002) concluíram ser a cultura moderadamente tolerante, segundo esses autores, o emprego de águas com condutividade elétrica entre  $1,5$  a  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$  oferecem restrições moderadas ao desenvolvimento e produção da maioria das plantas e podem promover a degradação física do solo, como constatado por Silva Filho et al. (2000).

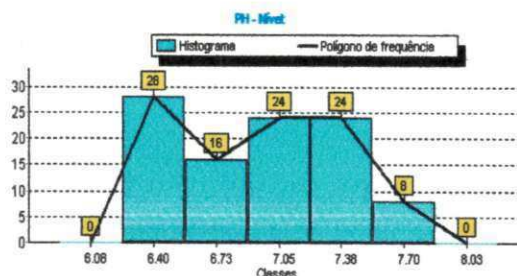
Quanto ao Capim elefante roxo, Lopes (2004) afirma que não foram observados registros de tolerância à salinidade.

### 5.1.2 pH

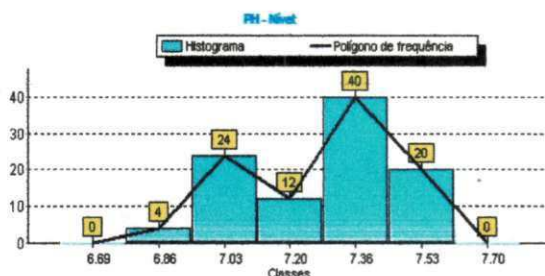
Analisando a qualidade da água no parâmetro potencial Hidrogênio (pH) observa-se nos gráficos abaixo que houve uma variação nos valores de CE nas 4 leituras (23, 43, 63 e 83 DAP).



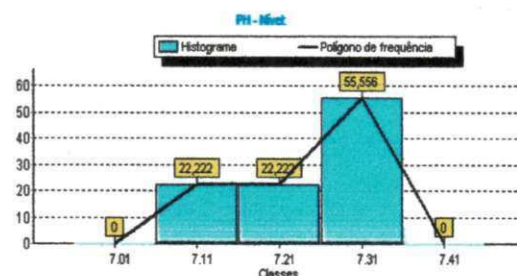
**Gráfico 5 – Leitura 1 – pH - (23 DAP)**



**Gráfico 6 – Leitura 2 – pH - (43 DAP)**



**Gráfico 7 – Leitura 3 – pH - (63 DAP)**



**Gráfico 8 – Leitura 4 – pH - (83 DAP)**

O pH da amostra de água do poço que abastece a lavanderia pública obteve valor 8,2, ou seja, pH básico, comparado com os valores da caixa d'água (água cinza bruta) e das 4 leituras (23, 43, 63 e 83 DAP), o menor valor de pH encontrado foi 6,06 da água cinza bruta (antes de entrar nas unidades ou tanques) caracterizando o pH como ácido.

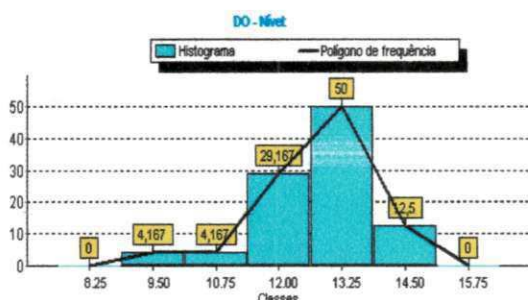
Analisando-se o Gráfico 5 verifica-se que aos 23 DAP aproximadamente 34% das amostras de água apresentaram pH entre 6,33 e 7,05 e 41% apresentaram pH entre 7,00 e 7,78. As observações realizadas aos 43 DAP (Gráfico 6) e 63 DAP (Gráfico 7) apresentou comportamento semelhante. Já nas leituras observadas aos 83 DAP (Gráfico 8) constata-se que o pH variou de 7,05 a 7,36, que corroborando com estes resultados, Eriksson et al. (2002), trabalhando com caracterização de águas de máquina de lavar e tanques de lavagem de roupas encontrou pH alcalino nas amostras depois da lavagem, os mesmos afirmam que quanto aos parâmetros químicos, o pH na água cinza depende basicamente do pH da água de abastecimento, que no trabalho foi encontrado valores de pH básicos para os 2 poços que abastecem a lavanderia pública. Entretanto alguns produtos químicos utilizados podem contribuir para aumento do mesmo e o aumento do pH pode ser atribuído ao uso do sabão em pó e do amaciante.

Com relação às culturas, Lopes (2004) afirma que o capim elefante não tolera baixo pH no solo, o mesmo ocorre com a mucuna-preta, pois segundo Formentini (2008),

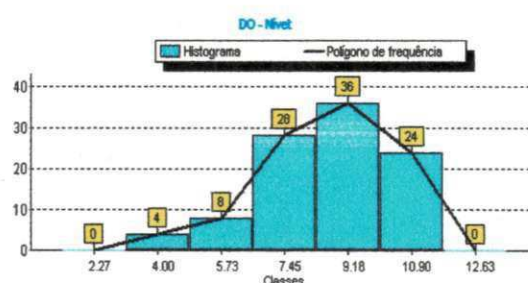
recomenda-se que seu plantio seja feito em solos férteis ou fertilizados, em que o pH esteja acima de 6,0, enquanto que a cultura do maracujazeiro segundo Fraife Filho (2013), reitera que deve ser cultivado em solos com pH entre 5,0 e 6,5 caracterizando pH ácido, portanto como a cultura do maracujá foi a que menos se desenvolveu, então este pode ter sido o fator limitante para o desenvolvimento desta cultura.

### 5.1.3 Oxigênio dissolvido (OD) - ( $\text{mg.L}^{-1}$ )

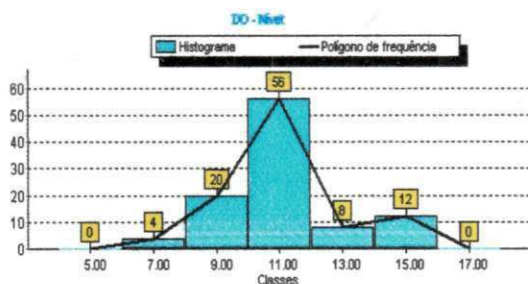
Observa-se nos Gráficos abaixo (gráficos de 9 a 12) os resultados do oxigênio dissolvido (OD) obtidos nas 4 (quatro) leituras realizadas (23, 43, 63 e 83 DAP).



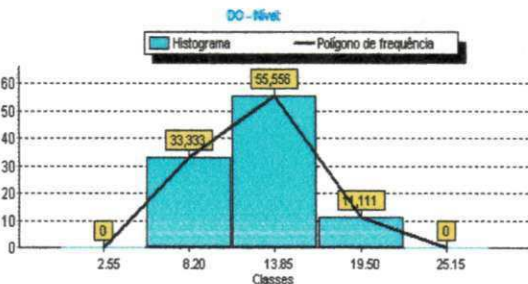
**Gráfico 9** – Leitura 1 – Oxigênio Dissolvido – OD - (23 DAP)



**Gráfico 10** – Leitura 2 - Oxigênio Dissolvido – OD - (43 DAP)



**Gráfico 11** – Leitura 3 - Oxigênio Dissolvido – OD - (63 DAP)



**Gráfico 12** – Leitura 4- Oxigênio Dissolvido – OD - (83 DAP)

Analisando-se o Gráfico 9 observa-se que os valores de OD variaram entre 10 e 15  $\text{mg.L}^{-1}$ , estes valores decresceram nas leituras realizadas aos 43 DAP (Gráfico 10). Nas leituras realizadas aos 63 DAP houve elevação deste parâmetro (Gráfico 11), este fato pode ter sido devido a pequenas chuvas ocorridas neste período, logo o mesmo ocorreu aos 83 DAP (Gráfico 12).

Rapoport (2004), reitera que as águas cinzas provenientes da lavagem de roupas podem apresentar concentração de produtos químicos alta devido aos sabões empregados que contém Sódio, Fosfato, Boro, Surfactantes, Amônia e Nitrogênio e por apresentarem

sólidos em suspensão e turbidez elevada e a demanda por oxigênio por ser alta, pode causar danos ambientais e a saúde se for lançada no solo sem tratamento.

Dixon & Butler (1999) investigaram o processo de estocagem de águas cinzas não tratadas e as análises confirmaram os seguintes processos físicos e biológicos em operação: sedimentação dos sólidos em suspensão, crescimento de bactérias aeróbicas, liberação de gases a partir de matéria orgânica sedimentada e aeração atmosférica. Observaram que a estocagem por 24h pode melhorar a qualidade da água devido a rápida sedimentação de parâmetros orgânicos. Entretanto, a estocagem por cerca de 48 h leva ao decaimento de Oxigênio Dissolvido e conseqüentemente a problemas estéticos, como foi no caso deste trabalho que a água ficou “armazenada” dentro das 8 unidades por 83 dias e como havia coleta de aproximadamente 1 litro a cada 20 dias pelo dreno individual observamos que a água coletada da unidade possuía cor escura e odor forte diferentemente das características iniciais ao entrar no sistema e os valores de Oxigênio dissolvido tiveram uma diminuição de aproximadamente 55 a 95%.

Segundo Telles e Costa (2007), a carga orgânica no esgoto pode favorecer o aumento das colônias de microrganismos decompositores e conseqüentemente diminuir o nível de oxigênio dissolvido do meio.

## 5.2 Biometria das culturas

### 5.2.1 Diâmetro caulinar

De acordo com a Tabela 7 verifica-se que a variável diâmetro caulinar (DC) das variedades capim roxo, maracujá e mucuna preta não houve efeito significativo na probabilidade de 0,01 para o fator de variação Bloco, assim como para a cobertura. No entanto, com relação ao fator espécie podemos observar que houve efeito significativo na probabilidade de 0,01 e 0,05 bem como para a interação (C x E) para a época 63 dias após plantio (DAP).

**Tabela 7 - Resumo da análise de variância para o diâmetro de caule (DC) aos 23, 43, 63 e 83 dias após plantio (DAP) das variedades capim roxo, maracujá e mucuna preta.**

Fonte de Variação	GL	23 DAP	43 DAP	63 DAP	83 DAP
Bloco	3	2,80 <sup>ns</sup>	4,61 <sup>ns</sup>	9,20 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>
Cobertura (C)	1	2,47 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
CV (%)		14,25	20,35	18,33	23,74

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade, ns não significativo a 5% de probabilidade.

Na Tabela 8 pode ser verificado que o capim foi significativo na probabilidade de 0,05 para o fator cobertura, obtendo assim o maior valor para o diâmetro de caule, pois segundo A cobertura do solo reduz a evaporação de água na superfície e a oscilação da temperatura do solo além de controlar a infestação por plantas invasoras (ARAÚJO et al.,2003), já Baker et al. (1998) afirmam que a cobertura do solo pode reduzir perdas de nutrientes por lixiviação, melhorar a eficiência do uso da água e a absorção de fertilizantes.

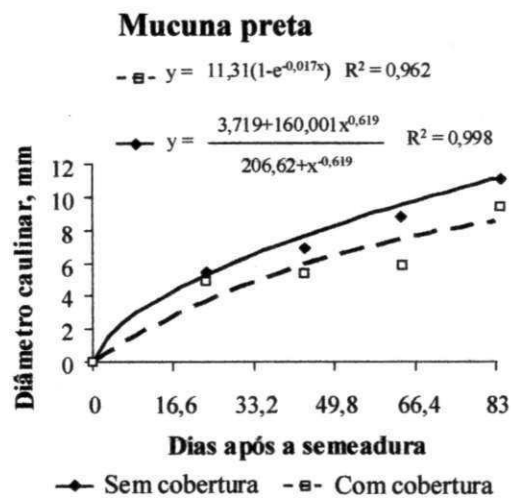
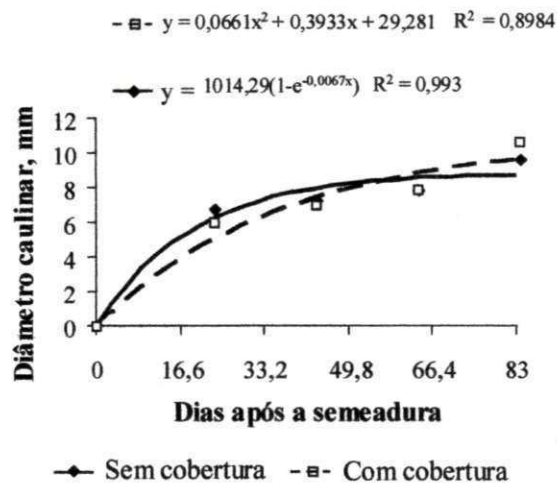
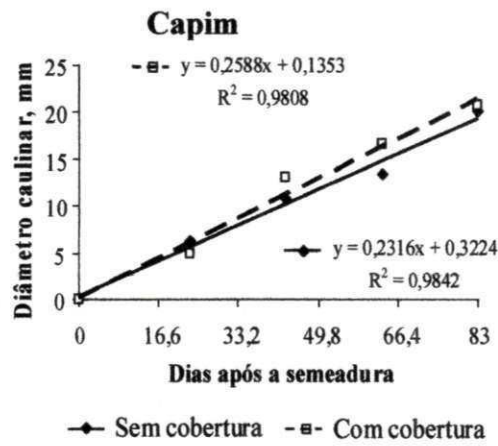
De acordo com a Tabela 8 abaixo verifica-se que diferentemente do capim, a cultura da mucuna preta embora não houve significância no fator diâmetro, mas obteve maior valor no tratamento sem cobertura.

**Tabela 8** - Médias do fator cobertura do solo para o diâmetro caule (DC) aos 23, 43, 63 e 83 dias após plantio (DAP) das variedades capim rôxo, maracujá e mucuna preta.

	<b>Capim</b>	<b>Maracujá</b>	<b>Mucuna</b>
Com cobertura	16,65 aA	7,83 aB	6,00 aB
Sem cobertura	13,38 aA	7,88 aB	9,38 aAB

Esse maior valor encontrado na cultura mucuna preta sem cobertura se deu devido a mesma não competir com outras culturas que segundo Barni et al. (2003), a mesma exerce alelopatia sobre plantas daninhas.

Os diâmetros foram crescentes, pois as culturas do maracujá e do capim foram significativas apenas nos 23 DAP, no caso do capim elefante isso se deu devido o plantio ter sido no mês de setembro, época em que a temperatura local estava alta e havia disponibilidade de água o tempo todo, pois Evangelista e Lima, em 2002, recomendam plantio do capim elefante no verão, já a cultura do maracujá requer temperaturas medianas entre 23 e 25°C segundo Guimarães et al. (2013), então como a cultura do maracujá foi cultivada em região semiárida de baixa pluviosidade com temperatura de aproximadamente 35° C, provavelmente o seu desenvolvimento foi comprometido.



**Gráfico 13.** Diâmetro do caule aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio das espécies capim roxo, maracujá e mucuna preta



Como a cultura do maracujá não teve bom desenvolvimento pelo fato da região apresentar alta temperatura e condutividade elétrica da água alta, consequentemente salinidade alta, Cavalcante (2005) trabalhando com maracujá irrigado com água salina afirma que o maior declínio do crescimento, avaliado pelo diâmetro caulinar das plantas e dos componentes de produção do maracujazeiro-amarelo, foi consequência do maior acúmulo de sais no solo com o aumento da salinidade da água. Apesar da proteção com a lona plástica contra as perdas hídricas na infiltração para manter o solo mais úmido, o aumento da umidade não resultou em maior crescimento e produção da cultura. Este fenômeno contradiz com o princípio de que a condutividade elétrica diminui com o aumento da umidade do solo como apresentado por Richards (1954) e Cavalcante et al. (2005).

### 5.2.2 Número de folhas

Analisando os resultados da variável número de folhas (NF) da Tabela 9 podemos observar que não houve efeito significativo na fonte de variação Blocos em todas as épocas avaliadas, entretanto houve efeito significativo na probabilidade de 0,05 para a cobertura na época de 83 DAP.

**Tabela 9** - Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF) aos 23, 43, 63 e 83 DAP das variedades capim roxo, maracujá e mucuna preta

Fonte de Variação	GL	23 NF <sup>1</sup>	43NF <sup>1</sup>	63NF <sup>1</sup>	83NF <sup>1</sup>
Bloco	3	2,83 <sup>ns</sup>	7,68 <sup>ns</sup>	4,75 <sup>ns</sup>	6,60 <sup>ns</sup>
Cobertura (C)	1	2,35 <sup>ns</sup>	3,59 <sup>ns</sup>	4,24 <sup>ns</sup>	11,36*
CV (%)		31,78	37,16	30,29	22,84

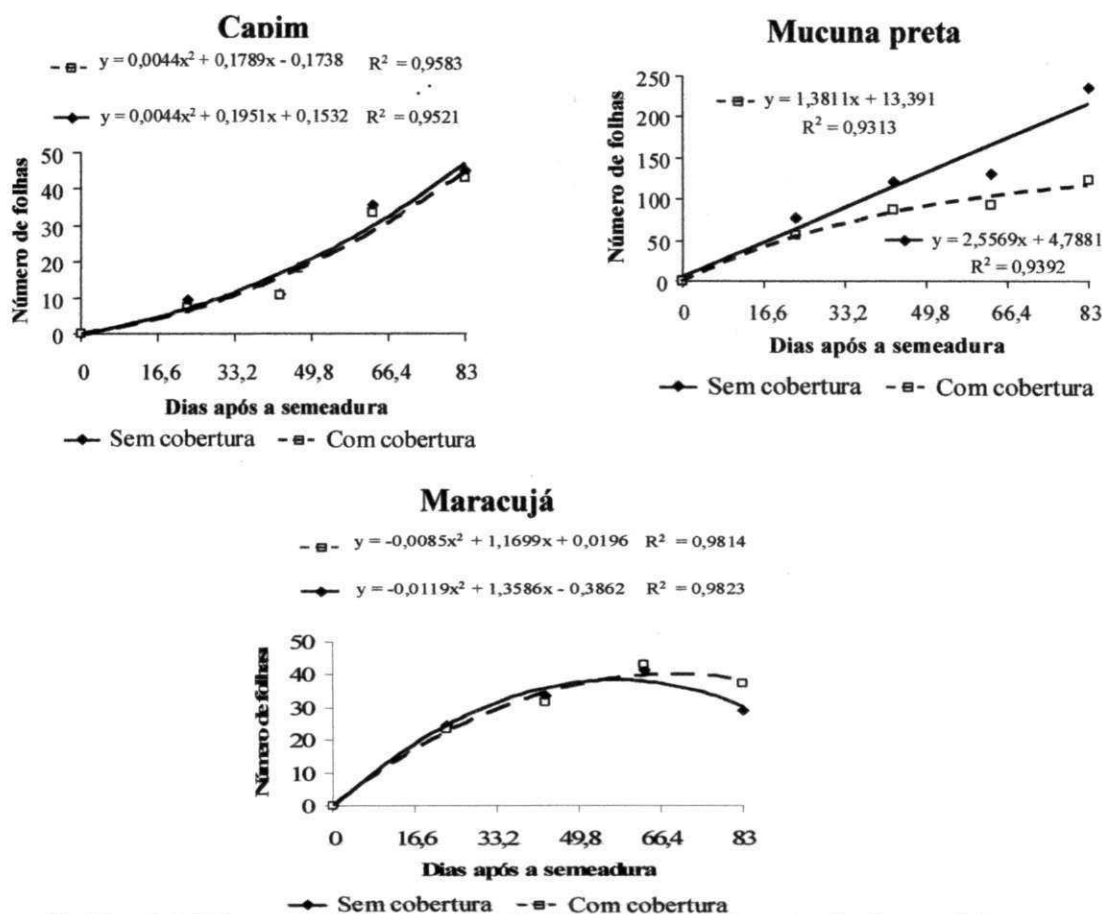
\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade, ns não significativo a 5% de probabilidade.

**Tabela 10** - Médias do fator cobertura do solo para o número de folhas (NF) aos 23, 43, 63 e 83 dias após plantio das variedades capim roxo, maracujá e mucuna preta.

	NF1 <sup>1</sup>	NF2 <sup>1</sup>	NF3 <sup>1</sup>	NF4 <sup>1</sup>
Com cobertura	4,82 a	5,77 a	7,00 a	7,72 b
Sem cobertura	5,45 a	6,54 a	7,84 a	9,09 a

O percentual de folhas variou significativamente ( $P < 0,05$ ), mostrando tendência linear crescente para as culturas do capim elefante roxo e mucuna preta, já para a cultura do maracujá, a

mesma se desenvolveu razoavelmente, um dos motivos que pode ter afetado essa limitação é devido a condutividade elétrica alta, consequentemente alto grau de salinidade e pH baixo.



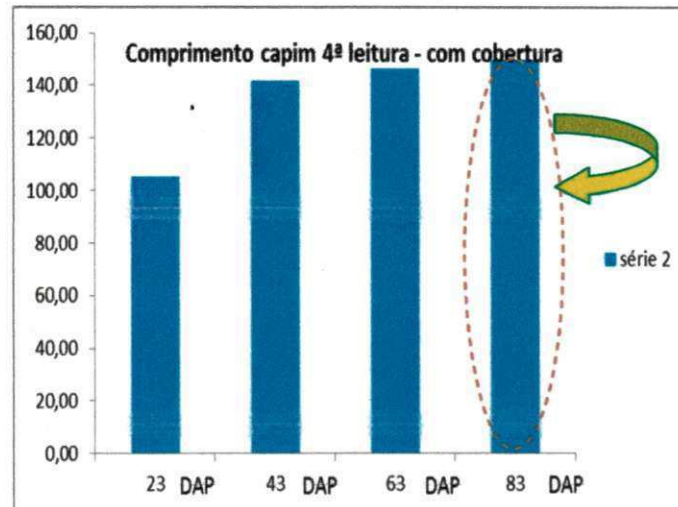
**Gráfico 14.** Número de folhas aos 23, 43, 63 e 83 dias após o plantio das espécies capim roxo, maracujá e mucuna preta

Oliveira et al. (2000), avaliando a dinâmica do aparecimento, do alongamento e da senescência foliar do capim-bermuda cv. Tifton 85 em diferentes idades de rebrota encontraram aumento significativo no número de folhas expandidas por perfilho com o aumento da idade, neste trabalho foi semelhante tanto no tratamento sem cobertura quanto no tratamento com cobertura, embora a água de abastecimento tenha elevado grau de condutividade elétrica, consequentemente alto nível de salinidade, mesmo assim o capim obteve boa produção.

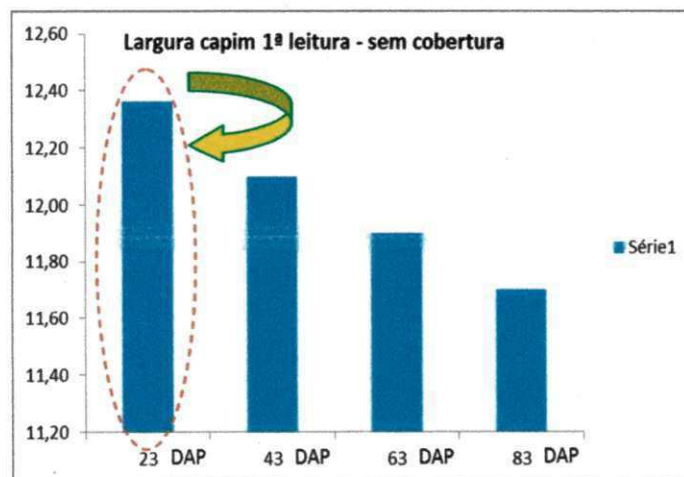
### 5.2.3 Comprimento e largura das folhas do capim

Derez (1999), afirma que o capim elefante chega a alcançar 10 cm de largura e 110 cm de comprimento irrigados com água de abastecimento, enquanto que encontramos nos

gráficos abaixo o maior comprimento da folha do capim igual a 150 cm aos 83 DAP e 12,36 cm de largura aos 23 DAP irrigada com água cinza, portanto a água cinza influenciou significativamente no desenvolvimento da planta.



**Gráfico 15.** Comprimento da folha de capim – tratamento com cobertura



**Gráfico 16.** Largura da folha de capim – tratamento com cobertura

#### 5.2.4 Área foliar

No resumo da análise de variância dos dados da Tabela 10 para a área foliar (AF) não houve efeito significativo na fonte de variação Bloco em todas as épocas avaliadas assim como para o fator cobertura e interação (CxE), para o fator espécie houve efeito significativo na probabilidade de 0,01 para todas as épocas avaliadas exceto 23 DAP.

**Tabela 11** - Resumo da análise de variância para a área foliar (AF) aos 23, 43, 63 e 83 dias após plantio (DAP) das espécies capim roxo, maracujá e mucuna preta

Fonte de Variação	GL	23AF <sup>1</sup>	43AF <sup>1</sup>	63AF <sup>1</sup>	83AF <sup>1</sup>
Bloco	3	14,61 <sup>ns</sup>	42,46 <sup>ns</sup>	32,21 <sup>ns</sup>	169,99 <sup>ns</sup>
Cobertura (C)	1	3,63 <sup>ns</sup>	78,08 <sup>ns</sup>	89,12 <sup>ns</sup>	136,73 <sup>ns</sup>
CV (%)		32,83	21,33	21,77	26,92

\* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade, ns não significativo a 5% de probabilidade.

A área foliar é uma característica para se analisar a tolerância à sombra das diferentes espécies, pois ela correlaciona-se diretamente com a área da superfície fotossintetizante útil (ENGEL, 1989).

De acordo com a Tabela 11 verifica-se as médias do fator cobertura do solo para área foliar em todas as épocas estudadas (23, 43, 63 e 83 DAS), logo a área foliar foi crescente dos 23 aos 63 DAP tanto no tratamento com cobertura como no tratamento sem cobertura, mas o que obteve maior valor foi no tratamento sem cobertura aos 63 dias após o plantio enquanto que nos dois tratamentos (com e sem cobertura) houve um decréscimo na área foliar, pois segundo Embrapa (2013) isso ocorreu devido o solo que deveria ser profundo, arenoso ou levemente arenoso e bem drenado, portanto o encharcamento que é o caso em questão favorece a ocorrência de doenças do sistema radicular.

**Tabela 12** - Médias do fator cobertura do solo para a área foliar (AF) aos 23, 43, 63 e 83 DAP das variedades capim roxo, maracujá e mucuna preta.

	AF1 <sup>1</sup>	AF2 <sup>1</sup>	AF3 <sup>1</sup>	AF4 <sup>1</sup>
com	9,71 a	23,56 a	35,70 a	34,64 a
sem	8,93 a	27,98 a	40,42 a	29,86 a

Quanto a área foliar, constata-se a partir do Gráfico 5 que a cultura do capim obteve crescimento nos dois tratamentos, já a mucuna preta teve a área foliar no tratamento com cobertura crescente durante todo o período enquanto que no tratamento sem cobertura foi crescente no início e depois foi decrescente até ficar constante.

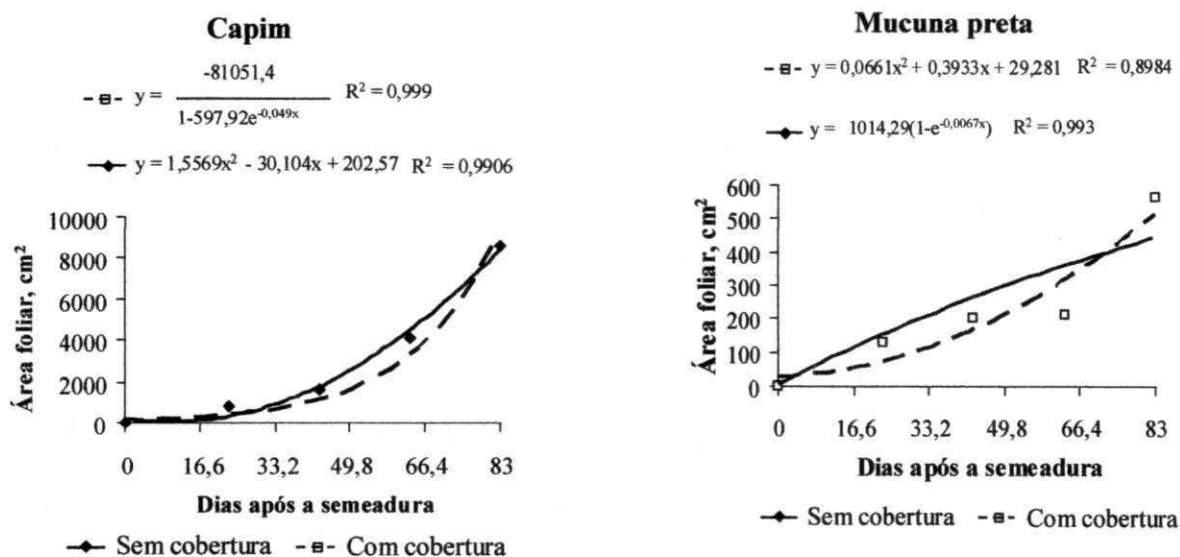


Gráfico 17. Área foliar aos 23, 43, 63 e 83 DAP das espécies capim elefante roxo e mucuna preta

### 5.2.5 Determinação da Fitomassa verde e Fitomassa seca do capim elefante e da mucuna preta

A massa verde do capim foi encontrada através do seu peso total, pois o peso total do Capim elefante no tratamento sem cobertura foi de 126,965 kg, enquanto que o peso do capim no tratamento com cobertura foi de 99,277 kg, ou seja, o capim elefante roxo nas mesmas condições se desenvolveu melhor sem a cobertura, já a mucuna preta obteve produção de 13,452 kg no tratamento sem cobertura e 18,086kg com cobertura, onde a mucuna preta se desenvolveu melhor no tratamento com cobertura isso se deu devido a evaporação do solo ser baixa, conseqüentemente maior disponibilidade de água.

Já a massa seca foi encontrada de acordo com a metodologia de Van Soest (1994), a qual do material coletado (colmos e folhas) foi retirado amostras de 500g de cada Unidade, sendo fracionadas e acondicionadas em sacos de papel (furados para permitir a circulação do ar) e colocadas em estufa de circulação forçada, com temperatura de 75°C, por 24 horas, após resfriar seguiu uma nova pesagem encontrando peso total de matéria seca do capim igual a 2,21 kg e para a mucuna preta foi encontrado 2,63 Kg de massa seca.

**Tabela 13 - Análise do solo após a retirada das culturas – característica química**

<b>ANÁLISE DE SOLO – FERTILIDADE/SALINIDADE</b>	
Interessado: Enoque	Resp. pela coleta: Interessado
Município: Cabaceiras - PB	Data da análise: 20/09/2013
Localidade: Cabaceiras - PB	
Procedência: P18 – Poço Antigo	

<b>Características Químicas</b>	<b>AM – 1 SEM COB.</b>	<b>AM – 2 COM COB.</b>
Cálcio (meq/100g de solo)	8,11	9,96
Magnésio (meq/100g de solo)	6,27	8,81
Sódio (meq/100g de solo)	9,18	22,98
Potássio (meq/100g de solo)	0,19	0,12
S (meq/100g de solo)	23,75	41,87
Hidrogênio (meq/100g de solo)	0,00	0,00
Alumínio (meq/100g de solo)	0,00	0,00
T (meq/100g de solo)	23,75	41,87
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Presença	Presença
Carbono Orgânico (%)	0,19	0,42
Matéria Orgânica (%)	0,33	0,72
Nitrogênio (%)	0,01	0,04
Fósforo Assimilável mg/100g	4,97	4,87
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	7,32	7,36
pH KCl (1:2,5)		
Cond. Elétrica – mmhos/cm (Suspensão Solo-Água)	4.360	8.215
pH (Extrato de Saturação)	6,95	6,87
Cond. Elétrica – mmhos/cm (Extrato de Saturação)	24.360	45.810
Cloreto (meq/l)	248,50	565,00
Carbonato (meq/l)	0,00	0,00
Bicarbonato (meq/l)	1,60	1,10
Sulfato (meq/l)	Ausência	Ausência
Cálcio (meq/l)	105,12	186,12
Magnésio (meq/l)	85,00	192,00
Potássio (meq/l)	0,35	0,18
Sódio (meq/l)	85,54	248,38
Percentagem de Saturação	22,33	20,66
Relação de Adsorção de Sódio	8,77	18,06
PSI	38,65	54,88
Salinidade	Muito Forte	Muito Forte
Classe do Solo	Salino Sódico	Salino Sódico

**Lúcia Helena Garófalo Chaves**  
**Chefe do LIS**

## 6. CONCLUSÕES

- As águas usadas da lavanderia no final do experimento apresentaram as seguintes características: CE=1,92 dS.m<sup>-1</sup>, pH=7,31 e OD = 55,5 mg.L<sup>-1</sup>.
- As águas cinzas utilizadas tiveram limitações no crescimento da cultura do maracujá enquanto que as culturas da mucuna preta e do capim elefante roxo tiveram seu bom crescimento e em termos de Fitomassa seca produzida foi a que apresentou maior quantidade.
- A cultura da mucuna preta teve maior crescimento no tratamento com cobertura enquanto que no tratamento sem cobertura promoveu maior crescimento no capim elefante do que no tratamento sem cobertura.
- As Unidades de Produção Agrícola Controladas para o tratamento das águas cinzas resultaram em uma diminuição da CE, pH e OD.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGNUSDEI, M. G.; COLABELLI, M. R.; FERNÁNDEZ GRECC, R. C. Crecimiento estacional de forraje de pasturas y pastizales naturales para el Sudeste Bonaerense. Boletín Técnico 152, 2001. 31p.
- ALCÂNTARA, P. B., BUFARAH, G. (1983) Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas. São Paulo, Editora Nobel, 2ª ed., 150p.
- ALMEIDA, O. A. de. Qualidade da água de irrigação [recurso eletrônico] / Otávio Álvares de Almeida. - Dados eletrônicos. - Cruz das Almas : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.
- ARAÚJO A de P; NEGREIROS M Z de; LEITÃO MVBR; PEDROSA JF; BEZERRA NETO F; ESPÍNDOLA SOBRINHO J; FERREIRA RLF; NOGUEIRA ICC. 2003. Rendimento de melão amarelo cultivado em diferentes tipos de cobertura do solo e métodos de plantio. Horticultura Brasileira 21: 123-126.
- ARAÚJO, A. L. de. Desempenho de colunas experimentais de solo irrigadas com água superficial poluída e cultivadas com alface (*Lactuca sativa*, L.). 1999. 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1999.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Qualidade de água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).
- BACHMANN, J.; HORTON, R.; VAN DER PLOEG, R.R.; WOCHEA, S. Modified sessile drop method for assessing initial soil-water contact angle of sandy soil. Soil Science Society of America Journal, v.64, p.564-567, 2000.
- BAKER JT; EARHART DR; BAKER ML; DAINELLO FJ; HABY VA. 1998. Interactions of poultry litter, polyethylene mulch, and floating row covers on triploid watermelon. Hortscience 33: 810-813.
- BARACUHY, J. G. de V. Manejo integrado de microbacias hidrográficas no Semiárido Nordeste: estudo de caso. Campina Grande: UFPB, 2001. 221p. Tese de Doutorado (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal da Paraíba – CAMPUS II – Campina Grande, 2001.
- BARNI, N. A. et al. Plantas recicladoras de nutrientes e de proteção do solo, para uso em sistemas equilibrados de produção agrícola. Porto Alegre: FEPAGRO, 2003. 84 p. (Boletim FEPAGRO, 12).
- BERKOWITZ, B.; SILLIMAN, S.E.; DUNN, A.M. Impact of the capillary fringe on local flow, chemical migration and microbiology. Vadose Zone Journal, v.3, p.534-548, 2004.



- BRAGA, N. R. et al. Mucuna-preta. Campinas: IAC, 2006. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/MucunaPreta/MucunaPreta.htm>>. Acesso em: 30 jul. 2012.
- BRAILE, P. M., Cavalcanti, J. E. W. A. (1993). Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais, São Paulo, CETESB, 764p.
- BRUNO, O. A.; CASTRO, H.; COMERÓN, E. A.; DÍAZ, M. C.; GUAITA, S.; GAGGIOTTI, M. C.; ROMERO, L. A. Técnicas de muestreo y parámetros de calidad de los recursos forrajeros. Publicación Técnica 56, 1995. 14p.
- CAMPOS JR (1999) (coord.), *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada no solo*. PROSAB. ABES. Rio de Janeiro.
- CAVALCANTE, L. F. Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo sob diferentes tipos e níveis de salinidade da água de irrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 9 (Suplemento), p. 242 – 247, 2005.
- CAVALCANTE, L. F.; ANDRADE, R.; FEITOSA FILHO, J. C.; OLIVEIRA, F. A.; LIMA, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Resposta do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) ao manejo e salinidade da água de irrigação. Agropecuária Técnica, Areia, v. 23, n. 1/2, p. 27-33. 2002.
- CICERONE RJ & OREMLAND RS (1988) *Biogeochemical aspects of atmospheric methane. Global Biogeochem Cycles*. V 2.
- CLARK, J. Água cinza. 2013. Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/agua-cinza2.htm>>. Acesso em: 10 de agosto de 2013.
- CHERNICHARO CAL (2007) *Reatores anaeróbios*. Série: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, V 5. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária – UFMG.
- CRESPO, R. J. Uso del horno microondas para la obtención del valor de materia seca en especies forrajeras, 2002. 48 f. Tesis (Ingeniero Agrónomo) – Universidad Nacional del Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce, Argentina, 2002.
- DANTAS, M. S. M. Rendimento e qualidade de Frutos de Melancia Cultivada sob Proteção de Agrotêxtil Combinado com “Mulching” Plástico. 2010. 44f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido.
- DATTA, K.K.; JONG, C.de & SINGH, O.P. *Reclaiming salt-affected land through drainage in Haryana, India: a financial analysis*. Agricultural Water Management, v. 46, n.1, p. 55 - 71, 2000.
- DERESZ, F. (1999) Utilização do capim elefante sob pastejo rotativo para produção de leite e carne. Juiz de Fora, Embrapa – CNPGL, 29p. (Circular técnica 54).

- DERESZ, F., MOZZER, O L. Produção de leite em pastagem de capim-elefante. In: CARVALHO et al. (Eds.) Capim-elefante: Produção e utilização. Coronel Pacheco:Embrapa-Gado de leite, p.195-216, 1994.
- DIXON, A BUTLER, D., FEWKES, A. & ROBINSON, M., 1999 Measurement and modeling of quality changes in untreated grey water. Urban Water, 1:293-306.
- DUARTE, A. de S. Desenvolvimento do pimentão irrigado com água residuária tratada. 2002. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: [http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas\\_pesquisadas-maracuja.php](http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas_pesquisadas-maracuja.php). Acesso em: 08 de agosto. 2013.
- ENGEL, V. L. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia. 1989. 202 p. Dissertação ( Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz, Piracicaba.
- ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; MOGENS, H. LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. Urban Water, Dinamarca, v. 4, n.1, p. 58-104, 2002
- EVANGELISTA, A.R., LIMA, J.A. Silagens: do cultivo ao silo. Lavras, Editora UFLA, 2ª ed., 2002, 210p.
- FERNANDES NETO, S., Zoneamento Geoambiental em Microbacia Hidrográfica do Semiárido Paraibano. 2013. 116f. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande/UFCG.
- FERRAZ, S. et al. Efeito do cultivo de duas espécies de *Mucuna* sobre a população de *Meloidogyne exigua*, *M. incógnita* e *M. javanica*, em casa de vegetação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 24., 2003, Petrolina. Programas e resumos. Petrolina: Sociedade Brasileira de Nematologia: Embrapa Semi-Árido, 2003. p. 79.
- FERRAZ, S.; LOPES, E. A. *Mucuna Preta*: A planta mágica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 24., 2003, Petrolina. Programas e resumos. Petrolina: Sociedade Brasileira de Nematologia: Embrapa Semi-Árido, 2003. p. 64 – 67.
- FERREIRA, T. N.; SCHWARZ, R. A.; STRECK, E. V. (Coord.). Solos: manejo integrado e ecológico: elementos básicos. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000. 100 p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR. Versão 4.3 (Build 45). Lavras: DEX/UFLA, 2003.

- FIORI, S. et al. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30. jan/mar. 2006.
- FORMENTINI, E. A. Eng. Agr. Coordenador de Agroecologia. Cartilha Sobre Adubação Verde e Compostagem. Vitória, ES, 2008.
- FRAIFE FILHO, G., LEITE, J. B. V., RAMOS, J. V., Maracujá. 2013. Disponível em: [www.ceplac.gov/radar/maracuja.htm](http://www.ceplac.gov/radar/maracuja.htm). Acesso em 15/08/2013, 08:32:40.
- FRIEDLER, E.; KOVALIO, R.; GALIL, N.I. On-site greywater treatment and reuse in multi-storey buildings. **Water Science & Technology**, Áustria, v. 51, n. 10, p. 187-194. 2005.
- GALBIATI, A. F. Tratamento Domiciliar de Águas Negras através de Tanque de Evapotranspiração. 2009. 38f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia.
- GARCIA, L. M. ABEAS - Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. Ecologia e aproveitamento Sustentado dos Riachos e Lagos Temporários do semi-árido Nordeste. Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 1997.
- GARCIA, L.A.; GATES, T.K.; JENSEN, M.E.; PODMORE, T.H. Management support for conjunctive irrigation and drainage. In: Drainage and water table control. Proceedings of the International Drainage Symposium, 6. ASAE. St. Joseph, 1992. p.12-19.
- GIDEON P. W., et al. A study of the microbial quality of grey water and evaluation of treatment technologies for reuse. **Ecological Engineering**, n. 32, p.187-197. 2008.
- GOEBEL, M.-O.; BACHMANN, J.; WOCHE, S.K.; FISHER, W.R.; HORTON, R. Water Potential and Aggregate Size Effects on Contact Angle and surface Energy. **Soil Science Society American Journal**, v.68, p.383-393, 2002.
- GOMIDE, J.A. Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: CARVALHO, M.M., ALVIN, M.J., XAVIER, D.F., et al. (Eds). Capimelefante: produção e utilização. 2º ed. Coronel Pacheco:Embrapa-Gado de Leite, 1997, p.81-115.
- GONÇALVES, R. F. et al (Coord.). Uso Racional da Água em Edificações. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
- GONÇALVES, R. F. et al (Coord.). Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2009.
- GOTO, R.. Plasticultura nos trópicos: uma avaliação técnico-econômica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, p. 163-165, 1997. Suplemento.

- GUIMARÃES, T. G.; DIANESI, A. de C.; OLIVEIRA, C. M. de.; MADALENA, J. O. de M.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; LIMA, H. C. de.; CAMPOS, G. A. Recomendações Técnicas para o Cultivo de Passiflora setacea cv. BRS Pérola do Cerrado. Comunicado técnico. 2013.
- HENZE, M.; LEDIN, 2001. A. Types, characteristics and quantities of classic, combined domestic wastewaters. New York: IWA Published.
- HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, C. S. A; SANTOS, H. F. (Editores). Reúso de água. Barueri, SP: Manole, 2003 a. p.37-95.
- HILL, S.; BIRKS, R.; DIAPER, C.; JEFFREY, P. An evaluating of single-house greywater recycling system. In: Proc. IWA International Symposium on Wastewater Reclamation & Reuse, 2003. Cidade do Mexico. Disponível em: [http://www.rwethameswater.co.uk/en\\_gb/downloads/PDFs/Final\\_102\\_Hills\\_S.pdf](http://www.rwethameswater.co.uk/en_gb/downloads/PDFs/Final_102_Hills_S.pdf). Acesso em: 15 de set. 2012.
- IBGE, 2010. CENSO DEMOGRÁFICO – 2000, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- JEFFERSON, B., LAINE, A., PARSONS, S., STEPHENSON, T. & JUDD, S., 2000. Technologies for domestic wastewater recycling. Urban Water, 285-292.
- JORDÃO, P.J.; PESSOA, C.A. Tratamento de esgotos domésticos. 4 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005.
- LEON, S. G.; CAVALLINI, J. M. Tratamento e uso de águas residuárias. Tradução de GHERY, H. R.; KONIG, A.; CEBALLOS, B. S. O.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB. 1999. 108p.
- LIBARDI, P.L. Dinâmica da água no solo. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. 335p.
- LIMA, A. de A; CUNHA, M. A. P. Maracujá: produção e qualidade na passicultura. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 396p.
- Lo MONACO, P.A.; MATOS, A.T.; JORDÃO, C.P.; MARTINEZ, M.A. Influência da granulometria da serragem de madeira como material filtrante no tratamento de águas residuárias da suinocultura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.8, n.1, p. 114-119, 2004.
- LOPES, B. A., O capim elefante. Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia. Seminário apresentado à disciplina ZOO 645 (Métodos nutricionais e alimentação de ruminantes). Viçosa. 2004.
- MANDAI, P (2006) Modelo descritivo da implantação do sistema de tratamento de águas negras por evapotranspiração. Associação Novo Encanto de Desenvolvimento Ecológico - ANEDE. Monitoria Canário Verde, Brasília. Relatório técnico.

- MANGUERRA, H.B.; GARCIA, L.A. Field strategy for agricultural drainage and water-quality management. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering of ASCE*, New York, v.123, n.1, p.37-44, 1997.
- MARCH, J. G.; GUAL, M.; OROZCO, F. Experiences on graywater re-use for toilet flushing in a hotel (Mallorca Island, Spain). *Desalination*. V. 164, n.3, p.241-247, 2004.
- MEDEIROS, J. F.; SANTOS, S. C. L.; CÂMARA, M. J. T.; NEGREIROS, M. Z. Produção de melão Cantaloupe influenciado por coberturas do solo, agrotêxtil e lâminas de irrigação. *Horticultura Brasileira*. v.25, p. 538-543, 2007.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D. (1981). Informações sobre plantas forrageiras. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 56 p.
- NIRENBERG, L.P. ; REIS, R. P. A. Avaliação do desempenho de sistema de reúso de água de uma edificação unifamiliar em Goiânia-Go. *REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil, UFG*, n. 1, p. 1-10. 2010. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/reec/index>>. Acesso em 15/09/2010, 15:32:40.
- NOLDE, E. Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-story buildings – over ten years experience in Berlin. *Urban Water*, Berlin, v. 1, n. 4, p. 275-284, 1999.
- NSW HEALTH. **Greywater reuse in Sewered single domestic premises**, Sidney, 2002. Disponível em: [http://www.health.nsw.gov.au/publichealth/ehb/general/wastewater/greywater\\_policy.pdf](http://www.health.nsw.gov.au/publichealth/ehb/general/wastewater/greywater_policy.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2004.
- OLIVEIRA, M. A. de.; PEREIRA, O. G.; HUAMAN, C. A. M.; G. R.; GOMIDE, J. A.; CECON, P. R.; SILVEIRA, P. R. Características Morfogênicas e Estruturais do Capim-Bermuda ‘Tifton 85’. *Rev. bras. zootec.*, 29(6):1939-1948, 2000 (Suplemento 1). (Cynodon spp.) em Diferentes Idades de Rebrotal.
- PAMPLONA S & VENTURI M. (2004) Esgoto à flor da terra. *Permacultura Brasil. Soluções ecológicas*. V16.
- PEREIRA, Antonio Roberto; ANGELOCCI, Luiz Roberto; SENTELHAS, Paulo Cesar. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Guíaba: Agropecuária, 2002.
- PHILIPPI JÚNIOR, A. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: Mancuso, C.S.A.; Santos, H.F. (editores) *Reúso de água*. Barueri, SP: Manole, 2003,37-95p.
- PLANTAS Antagônicas, 2006. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/alelopatia.htm>>. Acesso em: 30 jul. 2013.
- PRIMAVESI, A. **A agricultura sustentável: manual do produtor rural**. São Paulo: Nobel, 1992. 142p.

- RAPOPORT B. Águas Cinzas: Caracterização, Avaliação Financeira e Tratamento para Reuso Domiciliar e Condominial. 2004. 71f. Dissertação (mestrado) - Escola Nacional de Saúde Pública. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, RJ.
- RICHARDS, L. A. **Diagnostico y recuperación de suelos salinos y sódicos**. México, 1954. 172p. (Manual de Agricultura, 60).
- RODRIGUES, L.R.A., MONTEIRO, F.A., RODRIGUES, T.J.D. Capim elefante. In: PEIXOTO, A.M., PEDREIRA, C.G.S., MOURA, J.V., FARIA, V.P. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem, 17, Piracicaba, 2001. 2ª edição. Anais... Piracicaba:FEALQ, 2001, p.203-224.
- ROCHA, J. S. M. Manual de projetos ambientais. Santa Maria: UFSM, 1997. 446p.
- ROSENBERG, N. J. **Microclimate: the biological environment**. New York: John Wiley, 1974. 315p.
- SALVADOR, C.A. Sistema de irrigação por capilaridade na produção de portas-enxerto de mudas cítricas na fase de sementeira. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.
- SAMPAIO, R. A.; ARAÚJO, W. F. Importância da cobertura plástica do solo sobre o cultivo de hortaliças. *Agropecuária Técnica*, v.22, n.1/2, p.1-12, 2001.
- SANTOS, D. C.; ZABROCKI, L. Graywater characterization in residential Building to assess its potencial use. Curitiba: UFPR, 2003.
- SEGRS R (1998) Methane production and methane consumption: a review of processes underlying wetland methane fluxes. Department of Theoretical Production Ecology. Wageningen Agricultural University. Biogeochemistry, V 41.
- SGANZERLA, E. Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos. Guaíba: Agropecuária. 342p. 1997.
- SILVA FILHO, S. B.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A.; LIMA, E. M.; COSTA, J. R. M. Monitoramento da qualidade da água e acúmulo de sais no solo pela irrigação. *Irriga, Botucatu*, v. 5, n. 2, p. 212-225, 2000.
- SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; VIANA, S. B. A.; UYEDA, C. A.; FERNANDES, P. D. WATER salinity and initial development of yellow passion fruit. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 491-497, 2002.
- TARARA, J. M. Microclimate modification with plastic mulch. *HortScience*, v.35,n.2, Apr. 2000.

TELLES, D. D.; COSTA, R. H. P. G. Reúso da água: conceitos, teorias e práticas. 1ª Ed, São Paulo, Editora Blucher, 2007.

TRENTINI, O. Tradução – GREYWATER. 2007. Disponível em: <<http://www.greywater.com/pollution.htm>>. Acesso em 29/11/2007.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Corvalis: O e B Books, Cornell University Press, 1994. 476p.

VENTURI M (2004) Experiência de Extensão: Tratamento de esgotos que produz alimentos. Disponível em <<http://www.agroecologia.ufsc.br/material> > Acessado em 03/12/2012.

WHO. **Guidelines for the use of wastewater, excreta and greywater.** Vol. 2. Wastewater use in agriculture. Geneva: World Health Organization, 2006.

WUEBBLES DJ, HAYHOE K, (2002). Atmospheric methane and global change. *Earth-Science Reviews*, V 57.

Site disponível em:

<http://hotsites.sct.embrapa.br/prosarural/programacao/2010/fitorremediacao-o-uso-de-plantas-para-descontaminacao-ambiental>

[http://agroecologia.incaper.es.gov.br/site/images/publicacoes/cartilha\\_leguminosas.pdf](http://agroecologia.incaper.es.gov.br/site/images/publicacoes/cartilha_leguminosas.pdf)


<http://pt.wikipedia.org/wiki/Evapotranspira%C3%A7%C3%A3o>

Acesso em Junho de 2012.

# ANEXOS




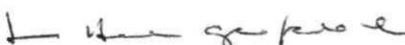
## ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO ANTES DE IMPLANTAR O EXPERIMENTO

	UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA LABORATÓRIO DE IRRIGAÇÃO E SALINIDADE CAMPINA GRANDE-PB	Interessado: Enoque Município: Cabaceiras - PB Local: Amostra - 1, 2 N. da Amostra: 35020/35021 Data: 29/08/2013	
<b>ANÁLISE DA FERTILIDADE DO SOLO</b>			
<b>Características Químicas</b>	<b>Profundidade (cm)</b>		
	<b>Amostra - 1</b>	<b>Amostra - 2</b>	
Cálcio (meq/100g de solo)	10,71	10,38	
Magnésio (meq/100g de solo)	8,04	8,02	
Sódio (meq/100g de solo)	2,37	2,37	
Potássio (meq/100g de solo)	0,14	0,23	
Hidrogênio (meq/100g de solo)	1,64	1,61	
Alumínio (meq/100g de solo)	0,04	0,04	
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Ausência	Ausência	
Carbono Orgânico %	0,35	0,64	
Matéria Orgânica %	0,60	1,10	
Nitrogênio %	0,03	0,06	
Fósforo Assimilável mg / 100g	4,86	4,87	
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	5,63	5,75	
Cond. Elétrica - mmhos/cm (Suspensão Solo-Água)	0,51	0,43	

  
 Lucia Helena Garófalo Chaves  
**Chefe do LIS**

## ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO APÓS A RETIRADA DO EXPERIMENTO

	UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA LABORATÓRIO DE IRRIGAÇÃO E SALINIDADE CAMPINA GRANDE-PB	Interessado: Enoque Propriedade: Ribeira Localidade: Cabaceiras - PB N° da Amostra: 35032/35033 Data: 20/09/2013	
	<b>ANÁLISE DE SOLO – FERTILIDADE/SALINIDADE</b>		
<b>Características Químicas</b>	<b>Profundidade ( cm )</b>		
	<b>AM – 1 S/Cob.</b>	<b>AM -2 C/Cob.</b>	
Cálcio (meq/100g de solo)	8,11	9,96	
Magnésio (meq/100g de solo)	6,27	8,81	
Sódio (meq/100g de solo)	9,18	22,98	
Potássio (meq/100g de solo)	0,19	0,12	
S (meq/100g de solo)	23,75	41,87	
Hidrogênio (meq/100g de solo)	0,00	0,00	
Alumínio (meq/100g de solo)	0,00	0,00	
T (meq/100g de solo)	23,75	41,87	
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Presença	Presença	
Carbono Orgânico %	0,19	0,42	
Matéria Orgânica %	0,33	0,72	
Nitrogênio %	0,01	0,04	
Fósforo Assimilável mg / 100g	4,97	4,87	
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	7,32	7,36	
pH KCl (1:2,5)			
Cond. Elétrica – mmhos/cm (Suspensão Solo-Água)	4.360	8.215	
pH (Extrato de Saturação)	6,95	6,87	
Cond. Elétrica-mmhos/cm (Extrato de Saturação)	24.360	45.810	
Cloreto (meq/l)	248,50	565,00	
Carbonato (meq/l)	0,00	0,00	
Bicarbonato (meq/l)	1,60	1,10	
Sulfato (meq/l)	Ausência	Ausência	
Cálcio (meq/l)	105,12	186,12	
Magnésio (meq/l)	85,00	192,00	
Potássio (meq/l)	0,35	0,18	
Sódio (meq/l)	85,54	248,38	
Percentagem de Saturação	22,33	20,66	
Relação de Adsorção de Sódio	8,77	18,06	
PSI	38,65	54,88	
Salinidade	Muito Forte	Muito Forte	
Classe do Solo	Salino Sódico	Salino Sódico	

  
**Lucia Helena Garófalo Chaves**  
 Chefe do LIS