



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS



MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS CINZAS E AVALIAÇÃO
SOCIOAMBIENTAL DE USUARIAS EM UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO
AGRÍCOLA EM CABACEIRAS-PB

VERENA SCHIEL BARACUHY

CAMPINA GRANDE - PB

2014

VERENA SCHIEL BARACUHY

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS CINZAS E AVALIAÇÃO
SOCIOAMBIENTAL DE USUARIAS EM UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO
AGRÍCOLA EM CABACEIRAS-PB**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande - PB, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Processos Ambientais

LINHA DE PESQUISA: Qualidade, Tratamento e Uso de Resíduos Ambientais

ORIENTADOR: Prof. Dr. Jógerson Pinto Gomes Pereira

CAMPINA GRANDE

2014

Ficha Catalográfica

VERENA SCHIEL BARACUHY

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS CINZAS E AVALIAÇÃO
SOCIOAMBIENTAL DE USUARIAS EM UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO
AGRÍCOLA EM CABACEIRAS-PB**

APROVADA EM:

BANCA EXAMINADORA

DR. JÓGERSON PINTO GOMES PEREIRA

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

DRA. VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA

Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

DR. WALKER GOMES DE ALBUQUERQUE

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG Campus Pombal
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA
Unidade Acadêmica de Ciências e tecnologia Ambiental - UACTA

Dedico com muito amor aos meus pais,
Ulrich e Gabriele Schiel.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. Jógerson Pinto Gomes Pereira pela força, paciência e compreensão em todas as dificuldades. Obrigada por ter me acolhido com sua simplicidade e alegria.

Aos membros da banca pelas contribuições desta pesquisa.

Especialmente agradeço a Aline e Kaline por terem sido tão prestativas e otimistas.

A professora Soahd pela enorme contribuição a este trabalho.

A minha amiga Lêda por suas avaliações valiosas neste estudo.

Ao meu sogro José Geraldo por sua perseverança na contribuição dos meus estudos.

Ao meu amado esposo, sempre me apoiando e me dando a coragem de seguir em frente e ao meu filhote lindo que a cada dia me surpreende.

A minha irmã e a Antonio, pela paciência em sempre me socorrer e contribuir imensamente na pesquisa e toda minha caminhada acadêmica.

A Ana Clara que contribuiu bastante com sua sabedoria e gentileza.

Ao pessoal do LABDES que apesar das pedras no meio do caminho não desistiram em contribuir para esta pesquisa.

A Enoque por sua grande ajuda e pontualidade.

A Lindário e seu filho que com grande satisfação contribuíram bastante.

As lavadeiras de Ribeira, apesar de tímidas me concederam a atenção e um sorriso no final.

A Viviane por ter sido prestativa.

A Tamyris por ter sido solícita em me ajudar e que admiro muito.

A todos os meus amigos do LICTA e da pós-graduação que sempre foram gentis e prestativos em todos os momentos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela contribuição financeira no decorrer do estudo.

Aos membros da coordenação de Pós-graduação em Recursos Naturais pelas contribuições aos meus trabalhos no decorrer deste título.

“Ninguém pode voltar atrás e fazer um novo começo, mas qualquer um pode recomeçar e fazer um novo fim.”

Chico Xavier

RESUMO

A busca pelo desenvolvimento sustentável em prol das futuras gerações tem provocado mudanças na gestão e tratamento das águas. Neste panorama, este trabalho teve por objetivo monitorar a qualidade das águas cinzas efluentes de uma lavanderia pública, na Unidade de Produção Agrícola, localizada no distrito de Ribeira em Cabaceiras-PB. A pesquisa foi realizada em três etapas: coleta de amostras de solo e do efluente; traçar o perfil socioeconômico das lavadeiras que utilizam a lavanderia pública; análise microbiológica, física e química das águas cinzas: turbidez, pH, condutividade elétrica, fósforo e demanda química de oxigênio e análise química e de sais do solo. A análise dos parâmetros supracitados fez-se necessária para avaliar a eficiência do sistema na qualidade das águas cinzas entre as oito subunidades e a caixa d'água. Dentre as oito subunidades, em quatro realizou-se o cultivo do Capim Elefante Roxo - *Pennisetum purpureum Schum* visando à determinação da influência do processo fitorremediativo. Perante os resultados obtidos em relação a *E. coli* foi confirmada uma colaboração significativa na qualidade hídrica, os outros parâmetros analisados corroboram com outros autores. Os dados obtidos de solo revelaram poucas variações durante os períodos de estudo. O tanque dois prevaleceu durante todos os monitoramentos com pH baixo induzido pelo cultivo do capim elefante roxo. Os usuários da lavanderia pública vivem com simplicidade e acreditam que a instalação desta lavanderia pública passou a ser um facilitador diário.

Palavras chave: Capim elefante roxo, efluente, qualidade hídrica.

ABSTRACT

The quest for sustainable development for future generations has caused changes in the management and treatment of water. Against this background, this study aimed to monitor the quality of greywater effluent from a public laundry in unit Controlled Agricultural Production, located in the district of Ribeira in Cabaceiras-PB. The search was conducted in three steps: collecting soil samples and effluent; draw the socioeconomic profile of washerwomen who use public laundry, microbiological analysis, physics and chemistry of greywater: turbidity, pH, electrical conductivity, phosphorus and chemical demand oxygen and chemical analysis of soil and salts. The analysis of the above parameters was necessary to evaluate the efficiency of the system on the quality of greywater among the eight subunits and the water tank. Among the eight subunits in four held the cultivation of Purple Elephant Grass - *Pennisetum purpureum Schum* aimed at determining the influence of fitoremediation process. Given the results obtained with respect to *E. coli* was confirmed a significant collaboration on water quality, the other parameters analyzed corroborate with other authors. The data obtained from soil showed little variation during the study periods. The second tank prevailed during all monitoring low pH induced by growing elephant grass purple. Users of public laundry live with simplicity and believe that the installation of this public laundry has become a daily facilitator.

Keywords: Purple elephant grass, effluent, water quality.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional de Águas

AQUA - Alta Qualidade Ambiental

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DBO₂ – Demanda Biológica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

EUA – Estados Unidos da América

FBN - Fixação Biológica de Nitrogênio

GPS - Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)

HQE – Haute Qualité Environnementale

IDEC - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor

LABDES - Laboratório de Referência em Dessalinização

LIS - Laboratório de Irrigação e Salinidade

MO – Matéria Orgânica

NMP – Número mais Provável

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

P – Fósforo

PET - Polietileno Tereftalato

Ph – Potencial Hidrogeniônico

PB - Paraíba

PSI – Porcentagem de Sódio Intercambiável

PVC - Polyvinyl chloride

SDT – Sais Dissolvidos Totais

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SST – Sólidos Suspensos Totais

UE - União Europeia

UFC- Unidade Formadora de Colônia

UFCG – Universidade Federal de Campina Grande

UNT - Unidade Nefelométrica de Turbidez

UPAC - Unidade de Produção Agrícola Controlada

UT-HIDRO - Unidade de Tecnologias Integradas para Conservação de Recursos Hídricos

USP - Universidade de São Paulo

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros de controle de qualidade para reuso das águas cinzas descritos no manual do SINDUSCON (2005).....	14
Tabela 2 - Aspectos físicos, químicos e microbiológicos empregados à determinação da qualidade das amostras compostas de águas cinzas.	30
Tabela 3 - Características químicas para análise do solo.	311
Tabela 4 - Dados obtidos para coliformes totais durante os meses de setembro a dezembro de 2013.....	37
Tabela 5 – Dados obtidos para <i>E.coli</i> durante os meses de setembro a dezembro de 2013.....	38
Tabela 6 - Comparação entre tanque 1 (sem capim) e tanque 2 (com capim) quanto a presença da <i>E. coli</i> . T1 = tanque 1; T2 = tanque 2; z = z binomial.	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tecnologias de fitorremediação utilizadas para remoção de poluentes da água; solo ou ar. Os círculos vermelhos representam os poluentes.....	16
Figura 2 - Capim Elefante Roxo (<i>Pennisetum purpureum Schum</i>).....	18
Figura 3 - A lavanderia pública no distrito de Ribeira.	19
Figura 4 - Mapa de localização da área de estudo no distrito de Ribeira.	200
Figura 5 - A unidade de produção agrícola controlada.	211
Figura 6 - Corte transversal do sistema de tratamento	22
Figura 7 - Escavação das unidades.	23
Figura 8 - Impermeabilização das unidades.	23
Figura 9 - Representação do experimento em estudo.....	255
Figura 10 - Plantação do capim elefante roxo.	266
Figura 11 - Local de coleta das amostras de drenagem.....	27
Figura 12 – Reservatório de armazenamento e distribuição de efluente.....	27
Figura 13 - Amostras coletadas e armazenadas em um frasco polietileno autoclavável.....	28
Figura 14 - Coletas de amostras compostas de solo.	29
Figura 15 – Ilustração de entrevista com usuária da lavanderia pública.....	31
Figura 16 - Resultados do Potencial Hidrogeniônico, pH.....	34
Figura 17 - Resultados da Condutividade Elétrica.	35
Figura 18 - Resultados da Demanda Química de Oxigênio.	36
Figura 19 - Resultados da densidade de Fósforo.....	37
Figura 20 - Resultados quanto à presença de <i>E.coli</i> no Tanque 1 e no Tanque 2.....	38
Figura 21 - Resultados do Potássio (meq/100g de solo).	40
Figura 22 - Resultados da Matéria Orgânica.	41
Figura 23 - Resultados do Nitrogênio.	42
Figura 24 - Resultados do Fósforo Assimilável mg/100g.	43
Figura 25 - Resultados do pH (Extrato de Saturação).....	44
Figura 26 - Resultados da Condutividade Elétrica $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Extrato de Saturação).	44
Figura 27 - Resultados do PSI.	45
Figura 28 - Aspectos de conhecimento a respeito do uso racional e o reuso de água pelas lavadeiras.....	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Recursos Hídricos	4
2.2 Sustentabilidade dos Recursos Hídricos	6
2.3 Reuso Hídrico e Legislações.....	6
2.3.1 Resolução do CONAMA N° 54, de 28 de novembro de 2005 (BRASIL, 2005)	8
2.3.2 Resolução do CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005)	9
2.4 Águas Cinzas	11
2.4.1 Reuso	13
2.5 Fitorremediação	15
2.6 Capim Elefante Roxo (<i>Pennisetum purpureum Schum</i>).....	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 Local do Desenvolvimento do Estudo	19
3.2 Unidade de Produção Agrícola Controlada – UPAC.....	20
3.2.1 Construção do sistema na UPAC.....	23
3.2.2 Funcionamento do sistema na UPAC.....	24
3.2.3 A descrição das subunidades experimentais.....	24
3.3 Procedimentos Metodológicos e Análise Estatística	25
3.3.1 Coletas	26
3.3.2 Parâmetros avaliados	29
3.3.3 Perfil socioeconômico	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Monitoramento das Águas nos Tanques e na Caixa d'água	33
4.1.1 Parâmetro físico: Turbidez (UNT)	33
4.1.2 Parâmetro químico: Potencial hidrogeniônico, pH.....	33
4.1.3 Parâmetro químico: Condutividade elétrica	34
4.1.4 Parâmetro químico: Demanda química de oxigênio (DQO)	35
4.1.5 Parâmetro químico: Fósforo total	36
4.1.6 Parâmetro microbiológico: Coliformes totais.....	37

4.1.7	Parâmetro microbiológico: <i>Escherichia coli</i>	38
4.2	Análise de Solo – Fertilidade/Salinidade.....	39
4.2.1	Características químicas – Fertilidade do solo	39
4.2.1.1	Potássio	39
4.2.1.2	Matéria orgânica	40
4.2.1.3	Nitrogênio	41
4.2.1.4	Fósforo assimilável	42
4.2.2	Características químicas - Salinidade do solo	43
4.2.2.1	pH.....	43
4.2.2.2	Condutividade elétrica	44
4.2.2.3	PSI.....	445
4.3	Perfil Socioeconômico das Usuárias da Lavanderia Pública no Distrito de Ribeira, Cabaceiras-PB	445
5.	CONCLUSÕES.....	47
6.	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICE A.....	55
	APÊNDICE B.....	56

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é conhecido por apresentar corpos d'água em abundância, porém muitas regiões sofrem problemas de escassez decorrentes da irregularidade das chuvas. O país possui 13,7% do total de água doce do mundo. Desse total, 70% estão localizadas na região norte, mais precisamente na bacia amazônica, os outros 30% estão distribuídos entre as demais regiões. O Nordeste é a região mais afetada pela escassez de água, tendo como complicador o clima que não favorece a precipitação de chuvas periódicas (HARTMANN, 2010).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) cita que em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e animal, e que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas.

De acordo com a Agência Nacional de Águas - ANA (2011) a água, em função de suas qualidades e quantidades, propicia vários tipos de uso, isto é, múltiplos usos. O uso dos recursos hídricos por cada setor pode ser classificado como consuntivo e não consuntivo.

A criação de meios capazes de atenuar o gasto descontrolado da água é fundamental para a manutenção dos ecossistemas. No Brasil, desde a década de 80 vem se difundindo e valorizando o conceito de “construção sustentável” e a aplicação de seus conceitos. Mesmo assim, o desperdício é considerável. De acordo com Mancuso e Santos (2003) a reutilização de resíduos consolida-se cada vez mais como um instrumento de grande importância para a preservação e conservação dos recursos naturais. Neste cenário, o reuso da água merece destaque por já possuir tecnologia consagrada para a sua implantação.

O semiárido, por exemplo, caracteriza-se como uma região que sofre com as frequentes secas prolongadas prejudicando a vida de milhares de pessoas, sendo necessária a criação de estratégias para mitigar tal fenômeno natural. A reutilização de água doméstica surge como uma alternativa no intuito de harmonizar a relação de demanda e oferta de água.

As águas cinzas 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 como água 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.

As mudanças de comportamento a respeito da gestão e tratamento com a água já estão se manifestando dentro da sociedade, apontando para o desenvolvimento sustentável (CAMPOS, 2003). Diante dessa necessidade, a Unidade de Produção Agrícola Controlada (UPAC), no distrito de Ribeira em Cabaceiras -PB, foi criada no intuito de buscar uma alternativa no tratamento da água. De acordo com moradores locais o distrito da Ribeira não dispõe de coleta e tratamento de esgoto doméstico.

As fossas sépticas vêm sendo utilizadas 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. Tal fato levou a administração municipal a buscar alternativas para que tais benefícios possam de fato atender a toda a comunidade e para que a cidade tenha o esgoto convenientemente tratado (FERREIRA, 2013).

A unidade de produção agrícola em Ribeira caracteriza-se como uma estação de tratamento, pois tem como base o processo de fitorremediação. Este processo é uma técnica de descontaminação, na qual se utilizam plantas para remover poluentes do ambiente ou transformá-los em formas menos perigosas para os seres vivos. O impacto ambiental e os custos de implementação são inferiores àqueles dos métodos físicos e químicos, além de ser uma técnica de fácil implementação (SALT *et al.*, 1998; GRATÃO *et al.*, 2005; PILON-SMITS, 2005).

Um fato relevante, quanto ao amplo espectro dos benefícios diretos e indiretos da pesquisa, diz respeito à diminuição substancial da carga poluidora sobre o rio Paraíba, aumentando assim, sua segurança e qualidade hídrica. Neste contexto a proposta da presente pesquisa visa alcançar os seguintes objetivos:

Geral: Monitorar a qualidade das águas cinzas que irrigam a unidade de produção agrícola no distrito de Ribeira em Cabaceiras-PB.

Específicos:

- Analisar os seguintes parâmetros físicos e químicos das águas cinzas: Turbidez, pH, Condutividade elétrica, Fósforo e Demanda química de oxigênio;
- Realizar a análise microbiológica das águas cinzas;
- Coletar amostras compostas de solo para análise química e de sais;
- Traçar o perfil socioeconômico das usuárias da lavanderia pública;

- Efetuar comparações dos dados obtidos às análises das águas cinzas com estudos realizados em outra época na mesma lavanderia pública.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Recursos Hídricos

Os recursos hídricos apresentam-se na natureza de diferentes formas como os rios, oceanos, geleiras, icebergs, as águas subterrâneas e as águas pluviais. O Brasil encontra-se em situação considerada privilegiada em relação aos recursos hídricos, pois detém cerca de 12% de toda água doce do planeta. Entretanto, a distribuição da água no país ocorre de forma irregular, uma vez que, 80% da água doce encontra-se na região norte, a qual é habitada por cerca de 5% da população. Restando, portanto, 20% para as demais regiões, habitadas por cerca de 95% da população (AMBIENTE BRASIL, 2013).

Lanna (2007) destaca que a gestão de recursos hídricos trata-se de uma atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios e diretrizes, ao preparo de documentos orientadores e normativos a estruturação de sistemas gerenciais e a tomada de decisões que tem por objetivo final promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos.

Dentro dessa perspectiva, no Brasil, o grande avanço neste sentido foi a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 9433/97 que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Este é baseado em novos princípios (HARTMANN, 2010) e em um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos (SILVEIRA, 2005).

Dentre os princípios introduzidos pela nova Lei de Águas estão a descentralização da administração de recursos hídricos e a tomada de decisão compartilhada entre Governo, usuários e comunidade (SILVEIRA, 2005).

Embora os novos princípios trazidos pela nova Lei de águas expressem a garantia de que existirá articulação entre os que decidem pelo desenvolvimento econômico e aqueles que trabalham pela proteção das águas e do meio ambiente, (MOREIRA, 2010) adverte que ainda é deficiente esse processo de gestão participativa e descentralizada no Brasil e que um dos maiores gargalos é o compartilhamento de poder por parte das instituições, bem como a falta de promoção de debates e discussões entre essas instituições e a sociedade sobre questões de interesse público.

Segundo Braga *et al.* (2005) há no mundo uma disponibilidade finita de água doce capaz de atender às necessidades de consumo da população. Segundo o Instituto

Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC) (2002), essa perspectiva é ainda mais crítica, do total de água doce, apenas 0,3% é explorável.

A distribuição irregular dos recursos hídricos apresenta-se como um fator de limitante para o desenvolvimento do País, haja vista a escassez de água que assola o semiárido nordestino. Em relação às demais regiões do país, ressalta-se, a intensa degradação dos mananciais que aliada à extensa concentração populacional, compromete o abastecimento de água potável, principalmente nas áreas urbanas. Paralelamente observa-se um incremento no consumo de água, principalmente em função do aumento da população mundial associado ao desenvolvimento urbano (AMBIENTE BRASIL, 2013).

No que tange a algumas das principais causas da escassez da água Gonçalves (2006) destaca:

- urbanização elevada e desordenada da infraestrutura urbana;
- diversificação e intensificação das atividades e conseqüentemente do uso da água;
- impermeabilização e erosão do solo;
- ocupação de área de mananciais, com conseqüente poluição e assoreamento das margens;
- deficiências do setor de saneamento e a relação entre água e saúde;
- migrações populacionais motivadas pela escassez de água.

Aproximadamente para cada 100 litros de água consumida geram-se cerca de 80 litros de esgoto doméstico no Brasil (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2006). Barreto (2008) afirma que no Brasil, em média, 24% do consumo total de água potável em residências destinadas a população de baixa renda é consumida nas descargas sanitárias, o que representa um grande incentivo para o reaproveitamento de águas residuais, pois, este uso não exige uma potabilidade da água.

Neste contexto, fazem-se necessárias soluções como construções que sejam capazes de minimizar impactos ao meio, por exemplo: instalações nas habitações com aparelhos e dispositivos sanitários economizadores de água como bacias sanitárias de volume reduzido de descarga, chuveiros e lavatórios de volumes fixos, arejadores, entre outros equipamentos economizadores.

Porém, é fundamental a conscientização do usuário. Seriam necessárias intervenções educacionais que realmente despertassem e conduzissem a uma revolução comportamental com um posicionamento contra o desperdício hídrico.

2.2 Sustentabilidade dos Recursos Hídricos

Para a conservação da água precisa-se implementar ações com intuito de contribuir na promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos. Conseqüentemente o uso de águas residuárias torna-se cada vez mais importante para o aumento da demanda hídrica e a diminuição da poluição ao atenuar a quantidade de resíduos lançados ao meio ambiente.

Considerando a importância da sustentabilidade, emerge a necessidade do desenvolvimento de habitações ecologicamente corretas, destacando o uso de produtos de baixo impacto ambiental, associados a projetos de instalação de sistemas de reuso de águas, e a projetos de fontes alternativas de energia. O ato de projetar está correlacionado com a capacidade de se mitigar impactos ao meio ambiente.

No ambiente construído, aspectos como o uso da energia, da água e dos materiais, se inter-relacionam, e seu impacto sobre as gerações futuras deve ser uma preocupação em um projeto realmente sustentável (MACIEL *et al.*, 2006). De acordo com Fiori *et al.* (2006) a construção sustentável procura a interação entre o ser humano e o meio ambiente, provocando considerável diminuição na degradação por meio do uso de resíduos, materiais reciclados, matérias primas renováveis, ou materiais sem componentes tóxicos, e tecnologias que não causem danos ao meio ambiente, tornando-se uma construção ecologicamente correta que busca sua auto sustentabilidade.

Segundo Tavares (2010) o conceito de “edifício inteligente”, caracterizado pela tecnologia e eficiência energética, foi substituído pelo de “construção sustentável,” caracterizado por menor impacto ambiental e menor dependência tecnológica.

Em 2008 foi lançado o selo brasileiro de certificação ambiental AQUA (Alta Qualidade Ambiental), baseado na certificação francesa HQE. Foi o primeiro selo de certificação de construções sustentáveis que leva em consideração as especificidades do Brasil, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP).

2.3 Reuso Hídrico e Legislações

O reuso hídrico está inserido no contexto do desenvolvimento sustentável, o qual propõe o uso dos recursos naturais de maneira equilibrada e sem prejuízos para as gerações vindouras. Segundo Giacchini, M. (2009/2011) a aplicação de práticas de

reuso da água é frequente em países como: Japão, Austrália, Canadá, Reino Unido, Alemanha e Suécia. No Brasil tem sido objeto de diversos estudos a fim de embasar a formulação de legislação e normatização específica. É necessário considerar além das questões sanitárias, ligadas a saúde pública, aspectos relacionados ao licenciamento, operação e manutenção dos sistemas de reuso, principalmente nas edificações.

A reutilização da água, que, destina-se a diferentes propósitos, com o objetivo de se preservarem os recursos hídricos existentes e garantir a sustentabilidade. A utilização dessa substância, por duas ou mais vezes, após tratamento, para minimizar os impactos causados pelo lançamento de esgotos sem tratamento nos rios, reaproveitamento que também ocorre espontaneamente na natureza através do ciclo da água. A racionalização do uso da água e o reuso poderão permitir uma solução mais sustentável (FIORI *et al.*, 2006).

As leis e normas são necessárias para o possível uso de efluentes tratados, servindo como diretrizes e determinando parâmetros a serem seguidos. Albuquerque (2010) considera que a reutilização da água é considerada uma componente estratégica da conservação dos recursos hídricos pela mais alta instância mundial – a ONU e a União Europeia (UE).

As legislações e recomendações da Flórida, Califórnia, OMS e Austrália são as mais conhecidas em relação às definições dos parâmetros para reuso. Contudo, os valores apresentados se revelam bastante restritivos, fazendo com que o seu atendimento onere a prática do reuso, representando uma barreira para a difusão desta prática (ALMEIDA, 2007).

Fazem-se necessários estudos que abranjam os reais parâmetros a serem adotados para cada tipo de reuso, tornando esta prática possível. O conhecimento de resultados mais realísticos do que os índices atuais divulgados, principalmente referentes à saúde pública, são de extrema relevância para difusão do conhecimento.

Segundo Fiori *et al.* (2006) o reuso de água, para qualquer fim, depende de sua qualidade física, química e microbiológica. A maioria dos parâmetros físico-químicos de qualidade é bem compreendida, tornando possível estabelecer critérios de qualidade que sejam orientadores para o reuso. Para que a água possa ser reutilizada, ela deve satisfazer os critérios recomendados ou os padrões que tenham sido fixados para determinado uso e, para isso, é necessário se conhecerem as características físicas, químicas e biológicas das águas residuárias ou poluídas.

2.3.1 Resolução do CONAMA N° 54, de 28 de novembro de 2005 (BRASIL, 2005)

A resolução do CONAMA é a primeira a tratar explicitamente sobre a questão do reuso no Brasil, apesar de ser bastante sucinta, se caracteriza como um marco inicial de legalização do reuso de efluentes, tratados ou não.

A referida resolução estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais que regulamentam e estimulam a prática de reuso direto não potável de água em todo o território nacional. Adota as seguintes definições:

- água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratadas ou não;
- reuso de água: utilização de água residuária;
- água de reuso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;
- reuso direto de água: uso planejado de água de reuso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;
- produtor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reuso;
- distribuidor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reuso;
- usuário de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reuso.

Em seu Art. 3º define as modalidades de reuso direto não potável de água:

- reuso para fins urbanos: utilização de água de reuso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;
- reuso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reuso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;
- reuso para fins ambientais: utilização de água de reuso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;

- reuso para fins industriais: utilização de água de reuso em processos, atividades e operações industriais;
- reuso na aquicultura: utilização de água de reuso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

Os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGREH, no âmbito de suas respectivas competências, deverão avaliar os efeitos sobre os corpos hídricos decorrentes da prática do reuso, devendo estabelecer instrumentos regulatórios e de incentivo para as diversas modalidades de reuso.

Os Planos de Recursos Hídricos deverão contemplar, entre os estudos e alternativas, a utilização de águas de reuso e seus efeitos sobre a disponibilidade hídrica. Os Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos deverão incorporar, organizar e tornar disponíveis as informações sobre as práticas de reuso necessárias para o gerenciamento dos recursos hídricos.

Os comitês de bacia hidrográfica deverão:

- considerar, na proposição dos mecanismos de cobrança e aplicação dos recursos da cobrança, a criação de incentivos para a prática de reuso;
- integrar, no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, a prática de reuso com as ações de saneamento ambiental e de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica.

A atividade de reuso de água deverá ser informada, quando requerida, ao órgão gestor de recursos hídricos, para fins de cadastro, devendo contemplar, no mínimo, a identificação do produtor, distribuidor ou usuário; a localização geográfica da origem e destinação da água de reuso; a especificação da finalidade da produção e do reuso de água; e a vazão e volume diário de água de reuso produzida, distribuída ou utilizada.

2.3.2 Resolução do CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005)

Esta resolução dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Assim como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

O Art. 24 cita que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam as condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Art. 30, no controle das condições de lançamento é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a mistura de efluentes com águas de melhor qualidade, tais como as águas de abastecimento, do mar e de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação.

Art. 32, nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

Nas demais classes de água, o lançamento de efluentes deverá, simultaneamente:

- atender as condições e padrões de lançamento de efluentes;
- não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade de água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência;
- atender a outras exigências aplicáveis.

Segundo a referida Resolução CONAMA, existem as seguintes condições de lançamento de efluentes:

- pH entre 5 a 9;
- temperatura: inferior a 40° C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não devesa exceder a 3° C no limite da zona de mistura, desde que não comprometa os usos previstos para o corpo d'água – CONAMA 397 (BRASIL, 2008);
- materiais sedimentáveis: até 1 ml/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;
- óleos e graxas:
 - 1 - óleos minerais: até 20 mg/L;
 - 2- óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L; e
- ausência de materiais flutuantes.

Embora não exista, no Brasil, nenhuma legislação relativa, já se dispõe de uma primeira demonstração de vontade política, direcionada para a institucionalização do reuso. A “Conferência Interparlamentar sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente”, realizada em Brasília, em dezembro de 1992, recomendou, sob o item “Conservação e

Gestão de Recursos para o Desenvolvimento”, que se envidassem esforços, em âmbito nacional, para “institucionalizar a reciclagem e reuso sempre que possível e promover o tratamento e a disposição de esgotos, de maneira a não poluir o meio ambiente” (HESPANHOL, 2001).

2.4 Águas Cinzas

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 92,9l/hab./dia de águas cinzas.

O reuso de água requer medidas efetivas de proteção à saúde pública e ao meio ambiente, e ambos devem ser técnica e economicamente viáveis. Embora a água cinza não possua contribuição dos vasos sanitários, de onde provém a maior parte dos microrganismos patogênicos, a limpeza das mãos após o uso do toalete, lavagem de roupas ou o próprio banho são possíveis fontes de contaminação e inserção de risco no seu reuso (GONCALVES, 2006).

Microrganismos tais como vírus patogênicos, bactérias, protozoários e helmintos podem ser introduzidos em efluentes secundários pelo banho de bebês e crianças pequenas com a troca e lavagem de fraldas (ALMEIDA, 2007).

De um modo geral, pode-se encontrar nos efluentes domésticos um número variável de microrganismos. Em se tratando da água cinza, estudos têm revelado as presenças de coliformes fecais e totais. As concentrações destes agentes podem variar em função da origem desta água e da presença ou ausência de animais e de crianças (ZABROCKI; SANTOS, 2005).

A qualidade da água cinza está relacionada às diversas atividades domésticas realizadas, sendo que os componentes presentes variam entre as residências, onde o estilo de vida, costumes, instalações e a quantidade de produtos químicos utilizados irão intervir.

Para parâmetros como turbidez, por exemplo, a faixa de concentração reportada na literatura varia de 37 a 328 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT). Em termos de matéria orgânica carbonácea, expressa indiretamente como DQO e DBO5, 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). Outros aspectos que podem influenciar nas características da água cinza

são a qualidade da água de abastecimento e o tipo de rede de distribuição tanto da água de abastecimento quanto da água de reuso.

As águas cinzas 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).

Segundo Trentini (2007) 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 cinzas faz parte de solução básica para muitos problemas ecológicos, e pela sua simplicidade irá permanecer até futuro distante. Os benefícios da reciclagem de águas cinza incluem:

- diminuir o uso de água tratada;
- menos transtornos no caso de falha da fossa séptica ou duma central de tratamento;
- o tratamento de água cinza no “top soil” é altamente eficiente;
- pode ser construída em áreas inadequadas para o tratamento convencional;
- menos uso de energia e produtos químicos;
- recupera o lençol freático;
- ajuda no crescimento de plantas;
- faz uso de nutrientes de outra forma inutilizados.

De acordo com Clark (2013) a economia de água seria 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. Para algumas pessoas, porém, a simples conservação de água não basta. Uma ideia que elas poderiam considerar seria reciclar a água cinzenta de suas casas. O reaproveitamento da água usada em suas casas podem adquirir sistemas de reciclagem e contratar profissionais para instalá-los.

A utilização da água cinzenta ainda de acordo com Clark (2013) é 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 podem apodrecer. A água cinzenta da lavadora de roupas pode conter alvejante, um produto químico perigoso. A 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 deve ser ingerida.

2.4.1 Reuso

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

As águas cinzas, como fonte alternativa de água para usos não potáveis é praticada em alguns países como o Japão, EUA, Canadá, Alemanha, Reino Unido e Israel. No Brasil já existem algumas instalações prediais com sistemas de reuso de águas cinza. As águas cinza possuem um grande potencial de reuso devido à produção na própria edificação (CONGRESSO AMBIENTAL, 2011).

As águas servidas são as águas que já foram usadas nas atividades humanas e podem ser classificadas como águas negras e águas cinza. As águas negras são aquelas provenientes do vaso sanitário e da pia de cozinha, ou seja, águas ricas em matéria orgânica e bactérias com potencial patogênico (GONÇALVES, 2006).

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 uso das águas cinzas deve-se restringir somente ao consumo não potável devido aos seguintes fatores: risco elevado para a saúde dos usuários; falta de normas técnicas adequadas para o reuso de águas cinzas; falta de apoio e de fiscalização pelas instituições governamentais; falta de preparo, de controle e de manutenção do processo de tratamento de água para fins potáveis, pelo usuário não especializado; custo elevado do tratamento para fins potáveis, o que tornaria o sistema inviável. Em casos onde há necessidade do reuso para fins potáveis (higiene pessoal, preparo de alimentos e consumo), as águas, além de verificar todas as características acima citadas, devem atender a Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde (MAY & HESPANHOL, 2008).

O manual do Sinduscon (2005) estabelece os seguintes parâmetros de qualidade para reuso de águas cinzas na descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos, fins ornamentais e lavagem de veículos (Tabela 1).

Tabela 1- Parâmetros de controle de qualidade para reuso das águas cinzas descritos no manual do SINDUSCON (2005).

Descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos, fins ornamentais e lavagem de veículos.	pH 6 – 9
	Cor (uC) \leq 10
	Turbidez (UNT) \leq 2
	SST (mg/L) \leq 5
	SDT (mg/L) \leq 500
	DBO (mg/L) \leq 10
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)

Fonte: SINDUSCON (2005).

O sindicato da indústria da construção civil do estado de SP 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 ideia que elas poderiam considerar seria reciclar a água cinzenta de suas casas.

A utilização de água cinza bruta em 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).

Trentini (2007) afirma que existem riscos a serem considerados com o reuso de águas cinza, principalmente no que diz respeito à saúde pública, uma vez que esta água não está isenta de contaminação. Em algumas localidades, por falta de conhecimento, as águas cinza muitas vezes são segregadas das águas negras e descartadas diretamente nos corpos receptores sem prévio tratamento de forma que o custo para implantação de tratamento para o esgoto bruto seja reduzido devido à diminuição da vazão a ser tratada.

Em diferentes locais, a disponibilidade de água é motivo de preocupação no presente e, sobretudo, para as futuras gerações. Segundo Mota *et al.* (2007), a disponibilidade depende de vários fatores como o aumento do consumo, principalmente nas atividades que utilizam mais água – agricultura, indústria e abastecimento humano; poluição das fontes hídricas e degradação causada no ambiente. Este cenário aponta para a necessidade de que sejam adotadas medidas de uso adequado e reaproveitamento da água e de controle da poluição dos recursos hídricos, como forma de garantir a sua disponibilidade, hoje e sempre.

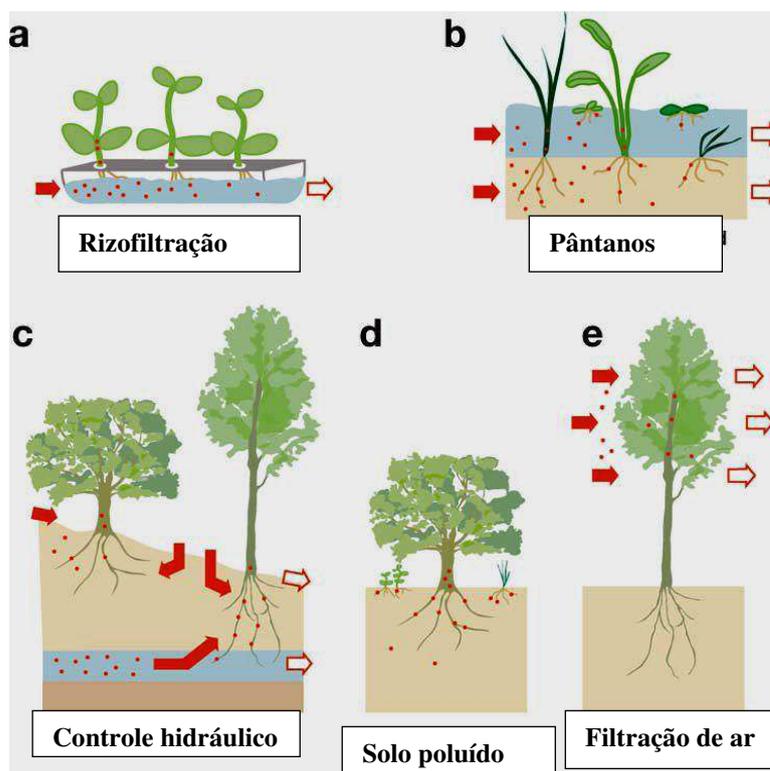
A tendência atual é se considerar a água cinza tratada como um recurso hídrico a ser utilizado para diversos fins. O reuso de águas ainda de acordo com o mesmo autor, constitui uma prática a ser incentivada em várias atividades humanas, especialmente na agricultura, como forma de reciclagem de nutrientes e de água, reduzindo os impactos ambientais negativos nos corpos hídricos e no solo pelo lançamento de efluentes, dentre outros.

2.5 Fitorremediação

O uso do termo *phytoremediation* (*phyto* = vegetal + *remediation* = remediação) é recente, tendo sido apresentado no ano de 1991, para definir o uso de vegetais, e dos microorganismos a eles associados, como instrumento para contenção, isolamento, remoção ou redução das concentrações de contaminantes em meio sólido, líquido ou gasoso (EPA, 2000). Atualmente a palavra *phytoremediation* é empregada para denominar a tecnologia em vários países de língua inglesa e tem como sinônimos os termos: *botanical-bioremediation* e *green-remediation*. Na língua portuguesa, a palavra é grafada como fitorremediação, mas a grafia fitoremediação é também utilizada. Pode-se conceituar, de forma resumida, a fitorremediação como o uso de plantas e seus microrganismos associados, para o tratamento de solo, água ou ar contaminado. É uma tecnologia emergente com potencial para tratamento eficaz de uma larga escala de poluentes orgânicos e inorgânicos (ANDRADE *et al.*, 2007).

Plantas e seus organismos da rizosfera podem realizar a fitorremediação de diferentes formas (Figura 1). Na presente pesquisa, buscou-se confirmar a contribuição do processo fitorremediativo na qualidade hídrica das subunidades com a presença do capim elefante roxo. A fitorremediação tem sido reconhecida como emergente para descontaminação ambiental (LINDBLÖM *et al.*, 2006; SUN *et al.*, 2011), devido ao seu baixo custo e por causar menos mobilização do solo, quando comparada com outras técnicas (HENRY, 2000).

Figura 1 - Tecnologias de fitorremediação utilizadas para remoção de poluentes da água; solo ou ar. Os círculos vermelhos representam os poluentes.



Fonte: Pilon-Smits (2005).

Esta técnica em áreas contaminadas é proveitosa para o meio ambiente devido à utilização de plantas específicas. É necessária a utilização de plantas que possuam determinadas características com capacidade de sorção favoráveis, sistema radicular profundo e denso, acelerada taxa de crescimento e produção de biomassa, fácil colheita, características que apresentem uma grande resistência ao poluente, pragas e doenças, adaptabilidade ao local a ser remediado, fácil controle ou erradicação posterior e, quando necessário, facilidade na remoção das plantas da área contaminada (PILON-SMITS, 2005; PROCÓPIO *et al.*, 2009).

Costa (2004) avaliando o potencial de gramíneas forrageiras na remediação de áreas que receberam esgoto doméstico e efluente industriais verificou o potencial de *Pennisetum purpureum* e *Brachiaria decumbens* como fitorremediadoras, as quais podem representar uma alternativa econômica para a redução da poluição ambiental, provocada por efluentes industriais nos países em desenvolvimento, sobretudo em países tropicais como o Brasil.

Algumas propriedades físicas do solo apresentam importância impar para produção das culturas. A Matéria Orgânica contribui significativamente com a melhoria

dessas propriedades. Promove maior agregação e estruturação do solo, melhorando a aeração e a drenagem interna (Araújo, 2007). Na presença de MO são formados poros com melhor distribuição de tamanho, facilitando a circulação do e a infiltração de água (Pulleman e Marinissen, 2004). De acordo com Chiodoni *et al.*, (2013) a Matéria Orgânica possui grande capacidade específica de reter água podendo absorver de 5 a 6 vezes sua massa em quantidade de água. O conteúdo de água no solo é fundamental para que os nutrientes tornem se disponíveis na solução do solo.

2.6 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.

O capim-elefante-roxo (*Pennisetum purpureum Schum*) (Figura 2) caracteriza-se por ser uma monocotiledônea que apresenta: ciclo vegetativo perene; raiz fasciculada; folha paralelinérvea; altura da planta em crescimento livre, até 3,5 m; forma de crescimento ereto e cespitosa; pode ser usada como forragem, picada verde in natura, ensilagem, pastejo e fenação; digestibilidade e palatabilidade satisfatória (SARAIVA & KONIG, 2013).

Figura 2 - Capim Elefante Roxo (*Pennisetum purpureum Schum*).



Para Lopes (2004) a planta é classificada 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.

Vilela *et al.* (2003) afirmam que esta gramínea é utilizada em áreas acidentadas com razoável controle da erosão, pois permite o surgimento de espécies herbáceas de menor porte que são capazes de cobrir os espaços entre as touceiras da cultura. A biomassa seca de capim pode gerar 25 unidades de energia para cada uma de origem fóssil consumida em sua produção.

O capim elefante atualmente encontra-se difundido nas cinco regiões brasileiras. Essa variedade é, reconhecidamente, uma das gramíneas forrageiras de maior alto potencial produtivo e energético, adaptando-se muito bem às condições de clima e solo de praticamente todo o Brasil (VILELA, 2009).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local do Desenvolvimento do Estudo

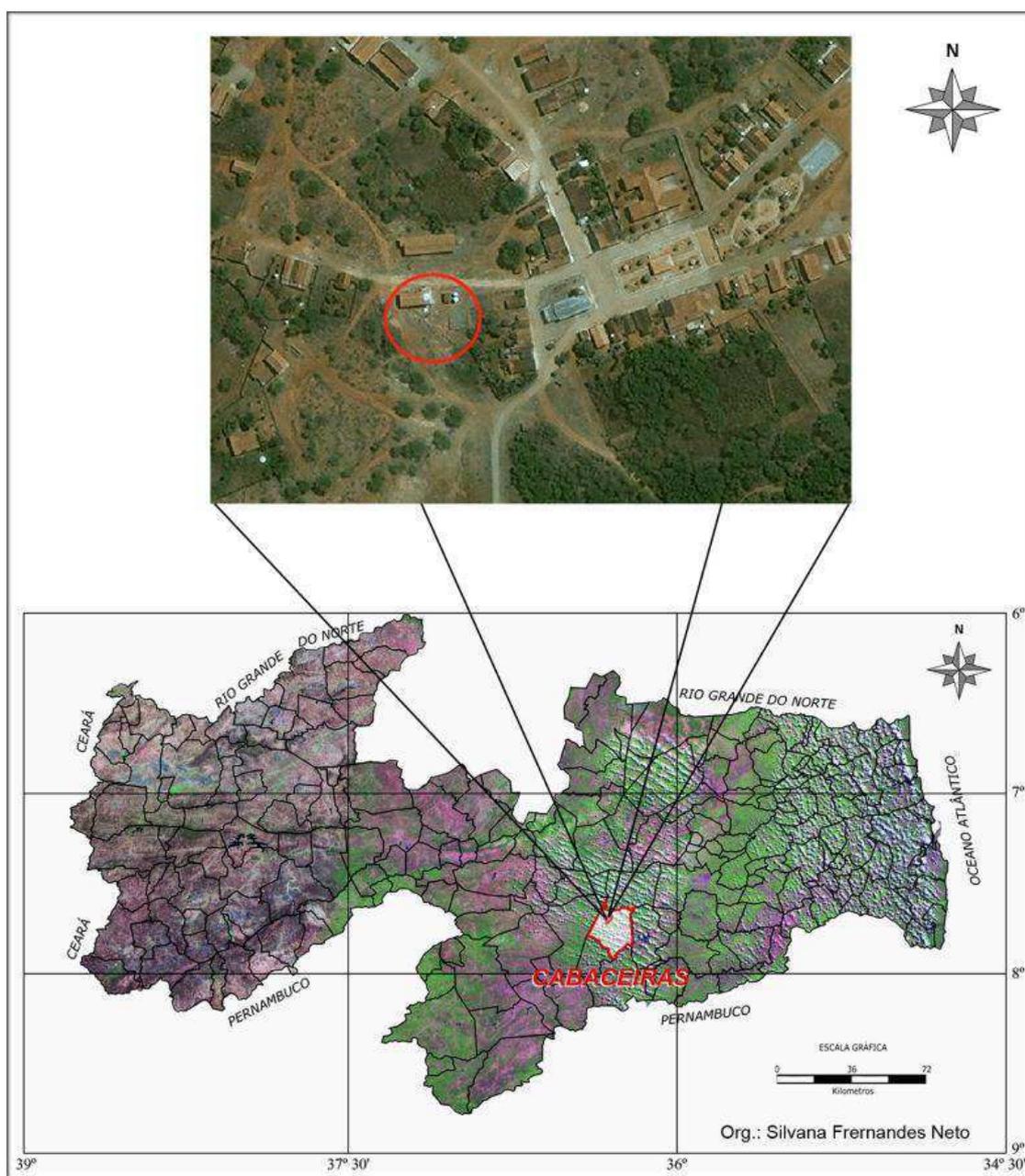
O estudo foi desenvolvido em uma Unidade de Produção Agrícola Controlada (UPAC) irrigada com água efluente de uma lavanderia pública (Figura 3) localizada no distrito de Ribeira (Figura 4), município de Cabaceiras, PB. O município de Cabaceiras situa-se no semiárido do cariri paraibano, com 2.500 habitantes e dista 183,8 km de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba e 78 km de Campina Grande. Apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 7° 29' 21" Sul, 36° 17' 18" Oeste e uma altitude média de 400m acima do nível do mar. Estas coordenadas estão inseridas na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros (AESAs, 2013; FERREIRA, 2013).

Figura 3- A lavanderia pública no distrito de Ribeira, Cabaceiras -PB.



O efluente proveniente da lavanderia é conduzido através da tubulação PVC de 100 mm até uma caixa de água de 500 litros para posterior distribuição às unidades experimentais. O reservatório foi posicionado de modo que todo efluente seja distribuído às subunidades por gravidade.

Figura 4- Mapa de localização da área de estudo no distrito de Ribeira.



Fonte: Org. Fernandes Neto (2013).

3.2 Unidade de Produção Agrícola Controlada – UPAC

A Unidade de Produção Agrícola Controlada (UPAC) (Figura 5) instalada no distrito de Ribeira suas coordenadas são: S 7°25' e W 36° 21'. Esta unidade foi uma adaptação do modelo desenvolvido por Galbiati (2009) que se diferenciou na impermeabilização de cada unidade. Esta foi construída com oito subunidades (“tanques”) de produção impermeáveis compostas de lonas plásticas e pneus velhos em uma área com aproximadamente 6m².

Figura 5 - A unidade de produção agrícola controlada.



A unidade de produção foi construída no âmbito do projeto “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. Esta unidade vem sendo objeto de estudo de teses e dissertações vinculadas do programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais e de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande.

A unidade de produção agrícola representa o local do experimento da pesquisa. Sua construção partiu de uma adaptação desenvolvida por Galbiati (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 de implantação desta unidade em Ribeira desenvolvido no trabalho de Ferreira (2013) seguiu o mesmo procedimento de Galbiati (2009) representado na Figura 6, mudando apenas a impermeabilização de cada unidade. A impermeabilização foi realizada com lona

plástica de 200 micras, implantação inicialmente das culturas capim elefante, maracujá e mucuna-preta e utilização de água cinza.

As camadas foram construídas e distribuídas da seguinte forma:

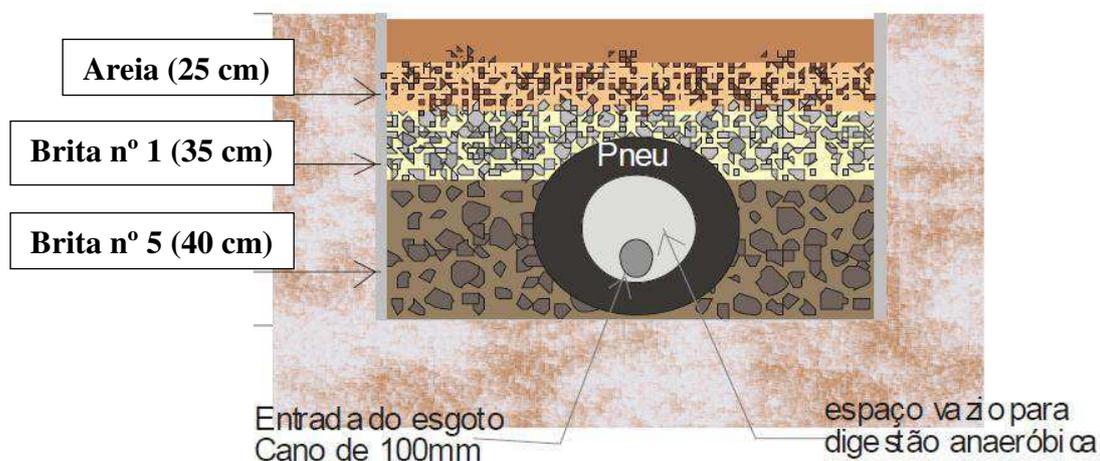
Camada 1: preenchida com uma camada de 35 cm de brita nº 5;

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

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

Camada 4: preenchida com uma camada de 20 cm de solo original retirado do local de escavação.

Figura 6 - Corte transversal do sistema de tratamento.



Fonte: Galbiati (2009).

Para Ferreira (2013) a construção da unidade de produção agrícola controlada realizou-se por meio da confecção, difusão e utilização dessa tecnologia, os produtores rurais terão a sua disposição uma área onde poderão implementar cultivos para sua subsistência a partir da utilização de águas residuárias geradas por eles próprios, bem como utilizar fontes naturais de energia em prol de melhorias na qualidade de vida decorrente do aumento de sua renda.

3.2.1 Construção do sistema na UPAC

As unidades possuem as seguintes dimensões: 3,0 x 2,0 x 1,0m, portanto foram construídas através de uma escavação (Figura 7) em forma de vala.

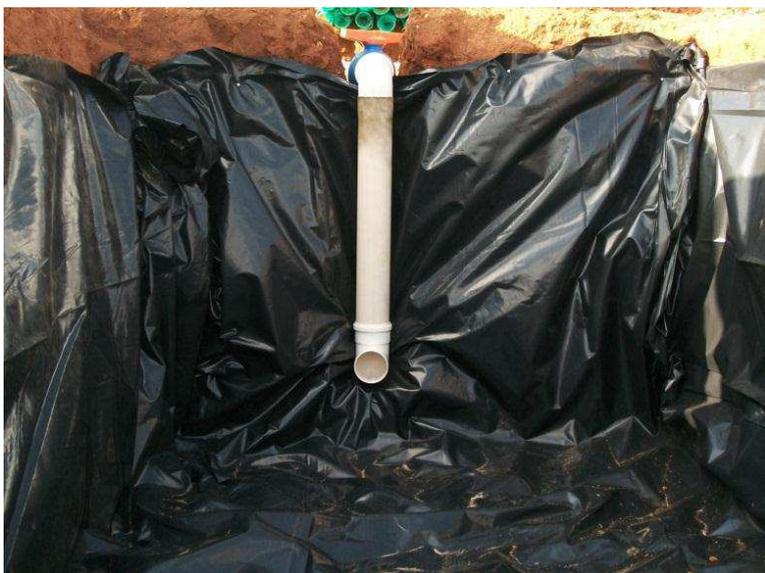
Figura 7 - Escavação das unidades.



Fonte: Ferreira (2013).

Após a escavação, as mesmas foram impermeabilizadas (Figura 8) com lona plástica de 200 micras para evitar infiltração da água no solo.

Figura 8 - Impermeabilização das unidades.



Fonte: Ferreira (2013).

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. Acima vêm os pedregulhos, 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. Para a construção das unidades foram utilizados 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 escavação foi colocado uma pilha de pneus, aproximadamente 21 pneus, sendo dois penetrando os pneus até o cano de distribuição do efluente, dois à direita e dois 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. As unidades possuem seu registro individual para controlar a entrada de água cinza. Cada subunidade possui também um dreno localizado do lado oposto da entrada do efluente.

3.2.2 Funcionamento do sistema na UPAC

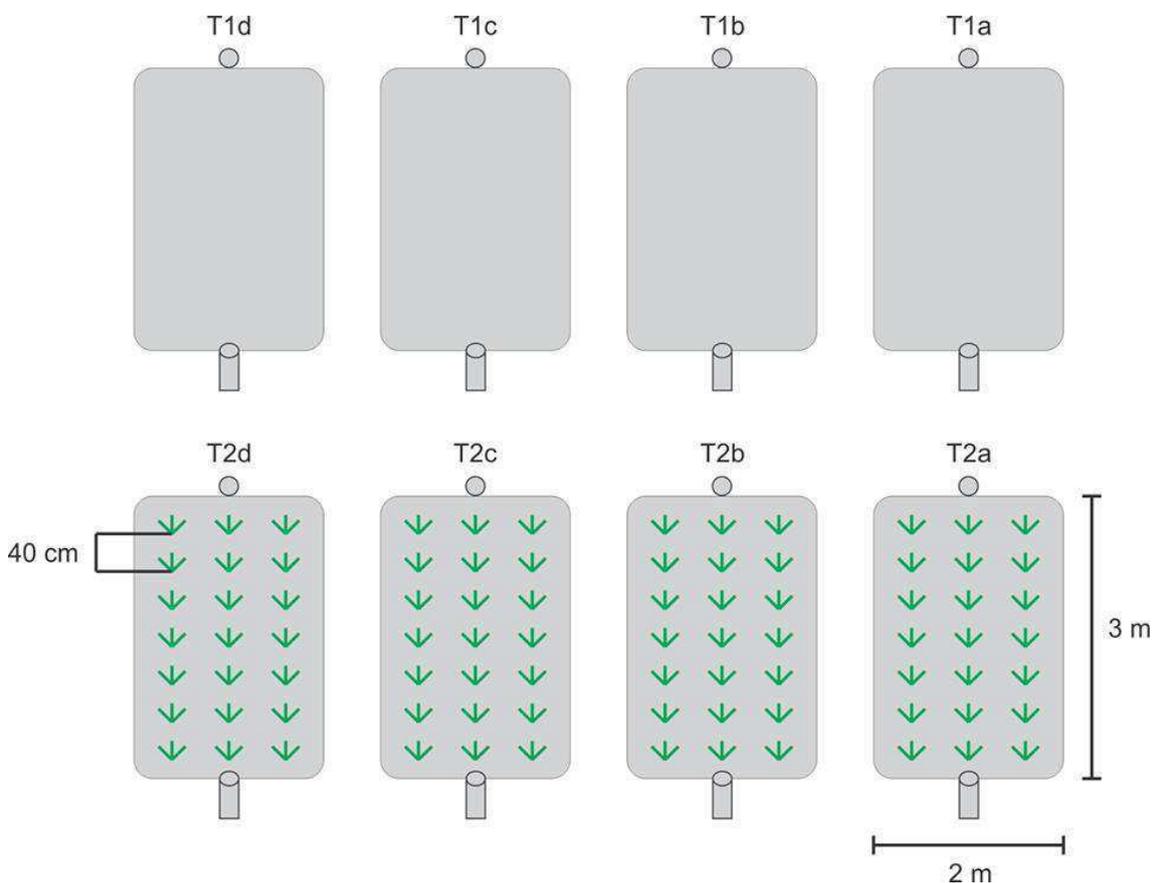
A água cinza proveniente da lavanderia é conduzida através da tubulação até uma caixa d'água de 500 litros para controlar o volume utilizado nas UPAC para posterior distribuição e uso. Para que haja homogeneização de água cinza. O reservatório foi posicionado de modo que toda a água a ser distribuída até as unidades se dê por gravidade. A tubulação que vem da caixa d'água pode ser controlada passa por um registro individual.

3.2.3 A descrição das subunidades experimentais

A unidade de produção do presente estudo apresenta oito tanques, ou seja, oito subunidades (Figura 9) com dimensões de: 3,0 x 2,0 x 1,0 m o equivalente a aproximadamente 6m^2 de área. As quatro primeiras subunidades correspondendo a T1a; T1b; T1c e T1d respectivamente não apresentam o cultivo de capim elefante enquanto que as demais subunidades T2a; T2b; T2c e T2d cultivam quantidades semelhantes do

capim com um espaçamento equivalente a 40 cm entre cada cultura. A finalidade da ausência de cultivo nas quatro subunidades foi para verificação da influência do processo de fitorremediação. Perante os resultados será esclarecida a ocorrência ou não desta hipótese.

Figura 2 - Representação do experimento em estudo.



Fonte: Representação por Tamyris Pedroza (2013).

3.3 Procedimentos Metodológicos e Análise Estatística

A escolha da área de estudo foi feita a partir do conhecimento prévio da região, com base na possibilidade de realização de um experimento, relacionando a qualidade, tratamento e uso de resíduos ambientais, e com base na disponibilidade de dados hídricos para a área estudada. A pesquisa foi desenvolvida em duas fases: revisão de literatura e trabalho de campo para a obtenção de dados.

O experimento consistiu no plantio do capim elefante roxo (Figura 10) nas quatro subunidades (T2a; T2b; T2c; e T2d) do Tanque 2 com intuito de comparar a água efluente com as outras quatro subunidades (T1a; T1b; T1c; e T1d) do Tanque 1

totalmente desprovido deste plantio. No presente estudo verificou-se a presença do desenvolvimento do capim no Tanque 2 modifica na melhoria da água efluente. Além destes dados coletados efetuaram-se comparações com os dados obtidos da água presente na caixa d'água durante os quatro meses de trabalho de campo e amostras compostas do solo de cada subunidade.

As amostras compostas de solo foram caracterizadas em termos de propriedades físico-químicas no Laboratório de Irrigação e Salinidade - LIS, da Universidade Federal de Campina Grande, PB, seguindo as metodologias recomendadas por Richards (1954) e pela EMBRAPA (1997).

Figura 10 - Plantação do capim elefante roxo.



A fim de se verificar o parâmetro microbiológico da presença ou ausência de *Escherichia coli* nos tanques com e sem capim utilizou-se o método enzimático de substrato definido – Colilert e para análise estatística o teste z binomial no qual o nível de significância considerado foi de $p \leq 0.05$ (Siegel & Castellan, 1988).

3.3.1 Coletas

Para o monitoramento da qualidade da água e análise do solo as coletas foram realizadas entre os meses de setembro a dezembro de 2013. O intervalo entre as

amostragens foi de 30 dias, totalizando quatro meses de análises. O horário de realização das mesmas ocorreu aproximadamente às 08h00min da manhã.

Figura 11 - Local de coleta das amostras de drenagem.



As águas cinzas foram coletadas do dreno (Figura 11) pelo qual sai a água dos oito tanques e da caixa d'água (Figura 12) que abastece a água utilizada diretamente na lavanderia.

Figura 12 – Reservatório de armazenamento e distribuição de efluente.



Para a coleta de obtenção de dados físico-química utilizou-se garrafas PET com 500 ml de volume. A água para a análise microbiológica foi armazenada em um frasco

polietileno autoclavável (Figura 13 previamente) fornecido pelo Laboratório de Referência em Dessalinização (LABDES). A coleta consistiu de 100 ml de cada subunidade (T1a; T1b; T1c e T1d além de T2a; T2b; T2c e T2d) para um amostra composta que totaliza 400 ml do Tanque 1 (T1) e do Tanque 2 (T2).

Figura 13 - Água armazenada em um frasco polietileno autoclavável.



As amostras compostas foram submetidas no dia da coleta ao Laboratório de Referência em Dessalinização (LABDES) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Além das análises hídricas, foram efetuadas coletas de amostras compostas de solo (Figura 14). As coletas para verificação do teor de água foram armazenadas em recipientes de alumínio oferecidos pelo Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG e submetidas no mesmo dia para análise. Através de coletas com amostras compostas do solo por meio de sacos plásticos, determinou-se o nível de fertilidade do solo na perspectiva de descobrir-se a influência do sabão utilizado pelos usuários da lavanderia pública.

Figura 14 - Coletas de amostras compostas de solo.



3.3.2 Parâmetros avaliados

Para a análise de eficiência do sistema de monitoramento na qualidade das águas cinzas, fez-se necessária as análises de alguns parâmetros. Foram definidos os mais relevantes para o trabalho em questão, os mesmos estão descritos na Tabela 2. As análises da Tabela 2 foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG.

Tabela 2 - Aspectos físicos, químicos e microbiológicos empregados à determinação da qualidade das amostras compostas de águas cinzas.

PARÂMETRO FÍSICO	Unidade	Equipamento	Características	Método Analítico
Turbidez	UNT	Tubidímetro	Causada por uma grande variedade de sólidos em suspensão	Nefelométrico ou Tubidímetro
PARÂMETROS QUÍMICOS	Unidades	Equipamentos	Características	Método Analítico
Potencial Hidrogeniônico		Phgâmetro	Indicador das características ácidas ou básicas	Potenciométrico
Condutividade Elétrica	$\mu\text{S/cm a } 25^{\circ}\text{C}$	Condutivímetro		Leitura direta da condutividade
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg/L	Medidor de Demanda Química de Oxigênio	Quantidade de oxigênio requerida para estabilizar	Colorimétrico
Fósforo Total	mg/L		Nutriente indispensável no tratamento biológico	Colorimétrico
PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS		Unidades		Método Analítico
Coliformes Totais		UFC/100 ml		Método enzimático de substrato definido – Colilert
<i>Escherichia coli</i>		UFC/100 ml		Método enzimático de substrato definido – Colilert

Para a análise do solo das subunidades dos tanques 1 e 2 analisou-se as seguintes características químicas de acordo com a Tabela 3:

Tabela 3 - Características químicas para análise do solo.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS
FERTILIDADE DO SOLO
Potássio (meq/100g de solo)
Matéria Orgânica (%)
Nitrogênio (%)
Fósforo Assimilável mg/100g
SAIS DO SOLO
pH (Extrato de Saturação)
Cond. Elétrica – $\mu\text{S/cm}$ (Extrato de Saturação)
PSI

3.3.3 Perfil socioeconômico

As entrevistas (Figura 15) foram realizadas através de um questionário (Apêndice A) semi-estruturado com as lavadeiras de roupa no sentido de identificar principalmente: o número de pessoas do núcleo familiar; idade de cada membro; número de banhos diários de cada membro e sua duração, que tipo de sabão utilizado na lavagem das roupas, qual a frequência da lavagem de roupas, se já ouviu falar a respeito do uso racional e reuso da água e se a instalação da lavanderia pública trouxe benefícios para comunidade.

Figura 15 – Ilustração de entrevista com usuária da lavanderia pública.



As lavadeiras entrevistadas foram selecionadas por meio de uma amostragem probabilística estratificada, na qual se entende que os elementos da amostra foram

escolhidos ao acaso, assim todas as lavadeiras tiveram as mesmas chances de serem abordadas. A estratificação garante uma maior representatividade e homogeneidade da amostra (SPATA, 2005; ALBUQUERQUE *et al.*, 2010).

Conforme a exigência da legislação vigente (Resolução nº 196, de 10/10/1996, do Conselho Nacional de Saúde) as lavadeiras entrevistadas receberam um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice B) anexado ao questionário semi-estruturado destacando os objetivos do presente estudo. Os dados obtidos foram analisados de forma quantitativa e qualitativa, utilizando-se da triangulação, que segundo Sato (1997) e Thiollent (2008) consistem em quantificar, qualificar e descrever os dados obtidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Monitoramento das Águas nos Tanques e na Caixa d'água

4.1.1 Parâmetro físico: Turbidez (UNT)

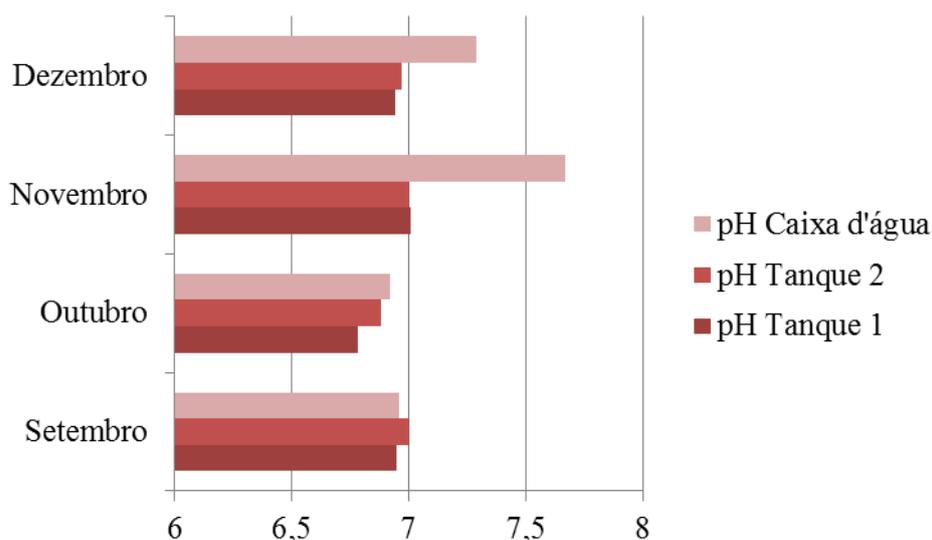
Os resultados encontrados para turbidez no decorrer de todos os meses (setembro, outubro, novembro e dezembro) para os tanques 1 e 2 não foram distintos seus valores permaneceram acima de 1.000 UNT em cada mês de monitoramento. A alteração de valores ocorreu unicamente na caixa d'água (receptor do efluente) no período de novembro a dezembro que indicou uma variação de 169 UNT para 687 UNT respectivamente. Possivelmente a variação ocorreu exclusivamente na caixa d'água por estar relacionada à utilização recorrente da lavanderia pelo usuário e de acordo com a literatura a presença de material fino (partículas) em suspensão pode servir de abrigo para microrganismos.

Fiori *et al.* (2006) encontraram em águas cinzas média de 337,3 UNT, apresentando uma variação de 98,2 a 383,3 UNT. Por outro lado, Friedler *et al.* (2005) encontraram para a água cinza bruta 33 UNT de turbidez. Sendo assim, comprova-se que as características das águas cinzas dependem fortemente das condições de uso as quais as águas são expostas pelos usuários.

4.1.2 Parâmetro químico: Potencial hidrogeniônico, pH

Pode-se observar de acordo com os resultados representados na Figura 16 que o pH apresentou principalmente valores entre 6,0 a 7,0 e assim, dentro do limite instituído pela resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005), de 5,0 a 9,0 para lançamento de efluentes.

Figura 16 - Resultados do Potencial Hidrogeniônico, pH.



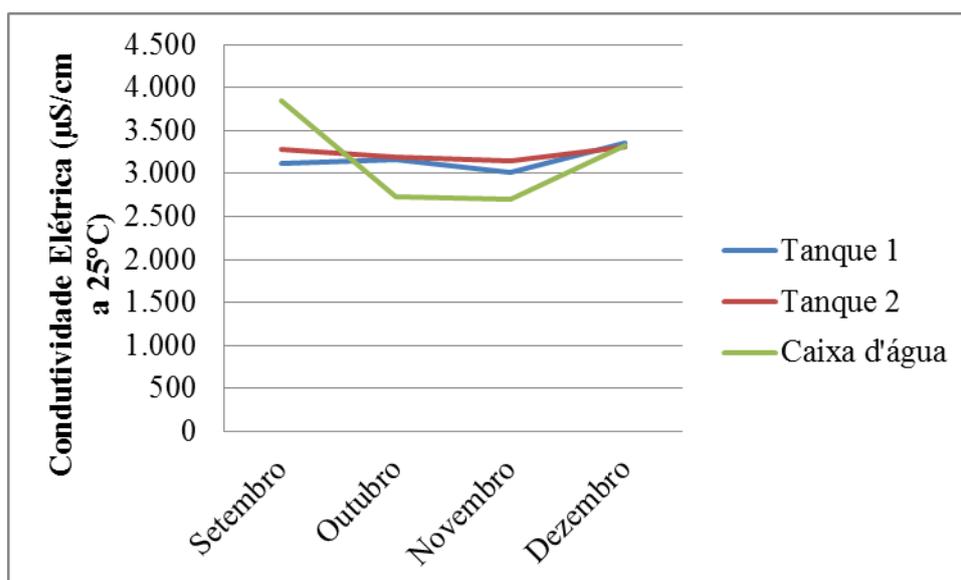
Eriksson *et al.* (2002), em trabalhos com caracterização de águas de máquina de lavar e tanques de lavagem de roupas, encontrou pH alcalino nas amostras depois da lavagem, os mesmos afirmam que quanto aos parâmetros químicos, o pH na água cinza depende do pH da água de abastecimento.

De acordo com Ferreira (2013) as leituras observadas em sua pesquisa, ao final do experimento na mesma lavanderia, o pH variou de 7,05 a 7,36 das águas cinzas efluentes. A utilização de sabão em pó, amaciantes e alguns produtos químicos podem contribuir à elevação do nível do mesmo. Com relação à cultura, Lopes (2004) afirma que o capim elefante não tolera baixo pH no solo.

4.1.3 Parâmetro químico: Condutividade elétrica

Segundo Ferreira (2013) a condutividade elétrica em águas, seja ela cinza ou negra, expressa a concentração de íons presentes, ou, mais precisamente, de íons em solução. 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.

Figura 17 - Resultados da Condutividade Elétrica.



Na Figura 17 encontram-se os resultados da condutividade elétrica que ficou em entre os valores de 2.700 a 3.850 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nirenberg e Reis (2010) encontraram a média de 594,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valor abaixo ao detectado no presente trabalho. Almeida (2010) menciona que quanto maior for o conteúdo salino de uma solução, maior será a Condutividade Elétrica da mesma. Portanto, a medida da Condutividade Elétrica é um indicador do perigo da salinidade do solo. No estudo de Ferreira (2013) efetuado na mesma lavanderia, o valor da condutividade elétrica elevou-se nos últimos meses de monitoramento o que corrobora com a presente pesquisa, provavelmente em resposta ao efeito da evapotranspiração da cultura que aumenta a concentração da solução do solo.

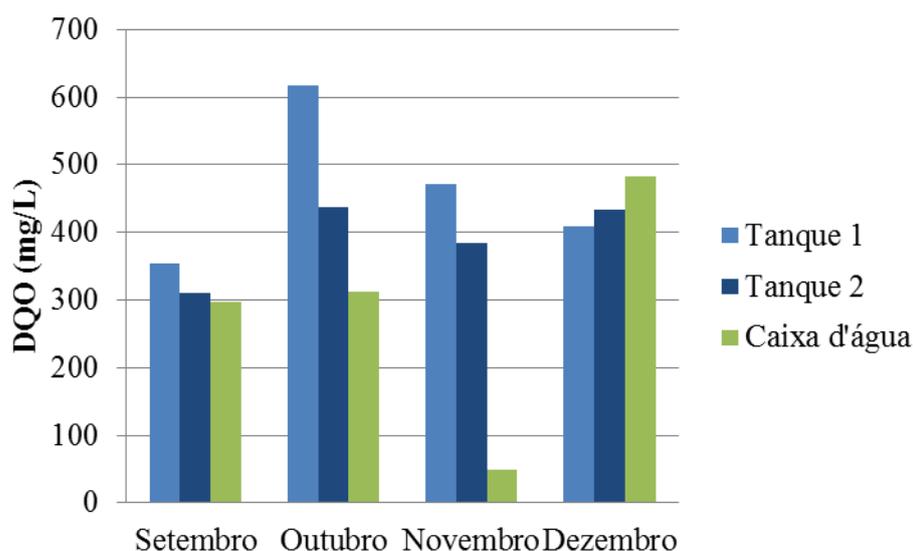
A comparação de resultados entre outros autores é importante neste processo de caracterização para atribuir-se um conceito da magnitude de variação. Tal magnitude pode ocorrer devido às características que o usuário confere ao uso da água. As condições sociais e culturais de cada região podem influenciar e assim modificar as condições hídricas.

4.1.4 Parâmetro químico: Demanda química de oxigênio (DQO)

Conforme a Figura 18 os resultados de DQO obtiveram valores entre 49mg/L a 618mg/L. O valor mínimo de 49mg/L ocorreu apenas em novembro na caixa d'água (receptor do efluente) que obteve valor máximo de 483mg/L em dezembro.

Entre os tanques, o valor mínimo foi de 311mg/L (setembro) e máximo de 438mg/L (outubro) no tanque 2 em contrapartida no tanque 1 o valor mínimo foi de 354mg/L (setembro) e máximo de 618mg/L (outubro). Tais resultados revelam que os tanques obtiveram seus valores máximos e mínimos no mesmo período e os valores do tanque 1 foram continuamente mais elevados do que no tanque 2 com exceção do último mês.

Figura 18 - Resultados da Demanda Química de Oxigênio.

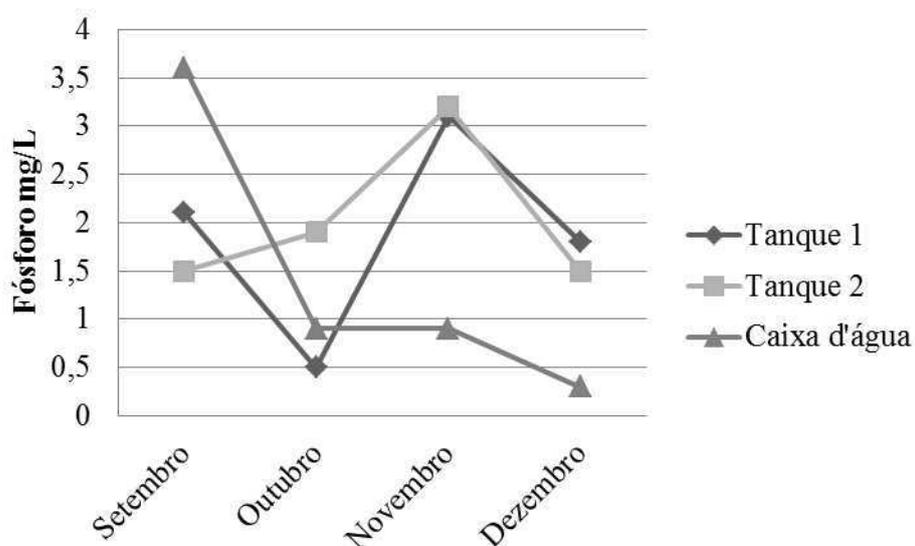


Na literatura os valores para DQO variam de 158 a 522,3 mg/L (FRIEDLER *et al.*, 2005; FIORI *et al.*, 2006 e NIRENBERG ; REIS, 2010). Sendo assim, os valores encontrados nos tanques e na caixa d'água corroboram com a variação detectada na literatura apenas o valor máximo encontrado no tanque 1 em outubro e o valor mínimo detectado na caixa d'água em novembro foram diferentes.

4.1.5 Parâmetro químico: Fósforo total

Analisando os resultados a partir da Figura 19 ficou evidente que os valores da caixa d'água obtiveram um pico no primeiro mês e assim decaindo com o passar do tempo enquanto que nos tanques o pico ocorreu no mês de novembro. As concentrações de fósforo em todas as amostras coletadas apresentaram valores acima do estabelecido pela resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005) para águas de classe 2, que seria de 0,05 mg/L. Porém, os resultados encontrados no presente estudo está entre os valores descritos por Nirenberg e Reis (2010) (1,3 mg/L) e Fiori *et al.* (2006) (0,84 mg/L).

Figura 19 - Resultados da densidade de Fósforo.



4.1.6 Parâmetro microbiológico: Coliformes totais

No que tange aos resultados para coliformes totais descritos na Tabela 4, a variação dos valores ocorreu nos dois primeiros meses posteriormente, mantiveram-se estáveis.

Tabela 4 – Dados obtidos para coliformes totais durante os meses de setembro a dezembro de 2013.

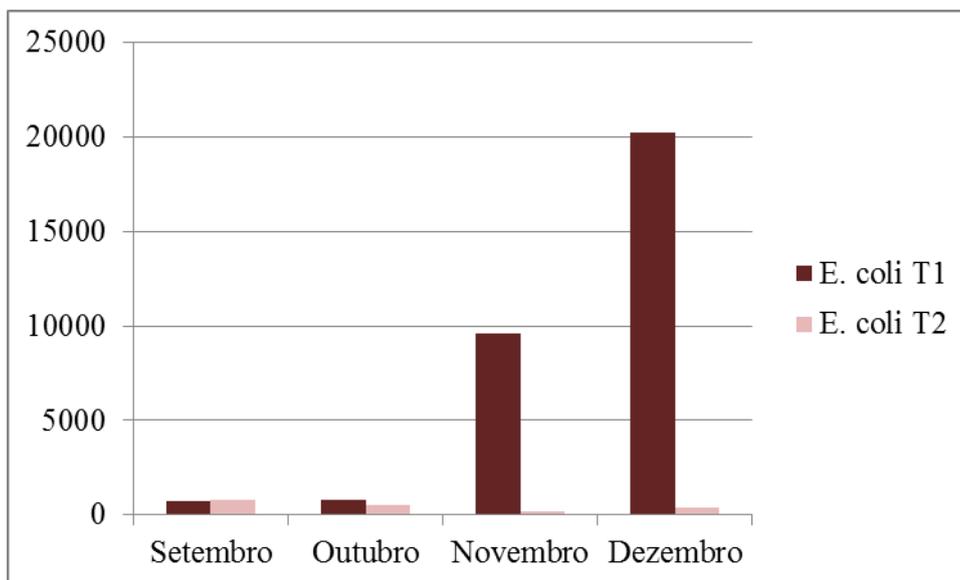
Coliformes Totais	Caixa d'água (Receptor do efluente)	Tanque 1	Tanque 2
Setembro	$1,655 \times 10^3$	$1,583 \times 10^3$	$1,354 \times 10^3$
Outubro	$1,755 \times 10^3$	$1,635 \times 10^3$	$1,532 \times 10^3$
Novembro	$1,0112 \times 10^3$	$1,0112 \times 10^3$	$1,0112 \times 10^3$
Dezembro	$2,0224 \times 10^3$	$2,0224 \times 10^3$	$2,0224 \times 10^3$

Na literatura, os resultados para coliformes totais abrangem parâmetros com uma grande variação nos valores mínimos e máximos. Os coliformes totais encontrados por Borges (2003) e Fiori *et al.* (2006) foram valores da ordem de $9,42 \times 10^5$ NMP/100 mL e $1,6 \times 10^5$ NMP/100 mL, respectivamente. Estes valores estão relacionados com a forma de uso da água na habitação, variando com as características culturais e sociais do lugar.

4.1.7 Parâmetro microbiológico: *Escherichia coli*

A figura 20 revela a diminuição do crescimento da *Escherichia coli* no Tanque 2 durante os meses de monitoramento.

Figura 20 - Resultados quanto à presença de *E.coli* no Tanque 1 e no Tanque 2.



Na tabela 5 verificou-se a variação dos dados obtidos da presença da *E. coli* no Tanque 1 e no Tanque 2. De acordo com Carneiro (2008), a *E.coli* produz catalase, utiliza glicose, amônia e nitrogênio como fontes de carbono. Esta afirmação sugere uma competição de nitrogênio, já que o capim elefante roxo depende do nitrogênio para seu desenvolvimento. Desta forma reduziu a quantidade de *E.coli* e prevaleceu o crescimento favorável do capim.

Tabela 5 – Dados obtidos para *E.coli* durante os meses de setembro a dezembro de 2013.

<i>E. coli</i>	Tanque 1	Tanque 2
Setembro	705	799
Outubro	835	530
Novembro	9600	193
Dezembro	20224	402

A partir do teste z binomial foi possível verificar que os tanques sem capim apresentaram significativamente maior presença de *E. coli* do que os tanques com capim. Esse resultado se aplica tanto para o início do experimento em que o capim apresentava um mês de crescimento como ao término do experimento em que o capim apresentava quatro meses de crescimento (Tabela 6). A partir destes resultados pode-se evidenciar que o processo fitorremediativo influenciou de forma significativa na qualidade hídrica. Este é o primeiro relato do uso de capim elefante roxo, com efeito, fitorremediativo sob a *E. coli*.

Tabela 6 – Comparação quanto à presença de *E. coli* entre a média dos tanques sem capim (T1) e a média dos tanques com capim (T2) quando estes se encontravam com um mês e quatro meses de crescimento.

Tempo de crescimento do capim	Comparação quanto à presença da <i>E.coli</i>	z	P
1 mês	T1 vs T2	- 81,65	< 0.001
4 meses	T1 vs T2	22,05	< 0.001

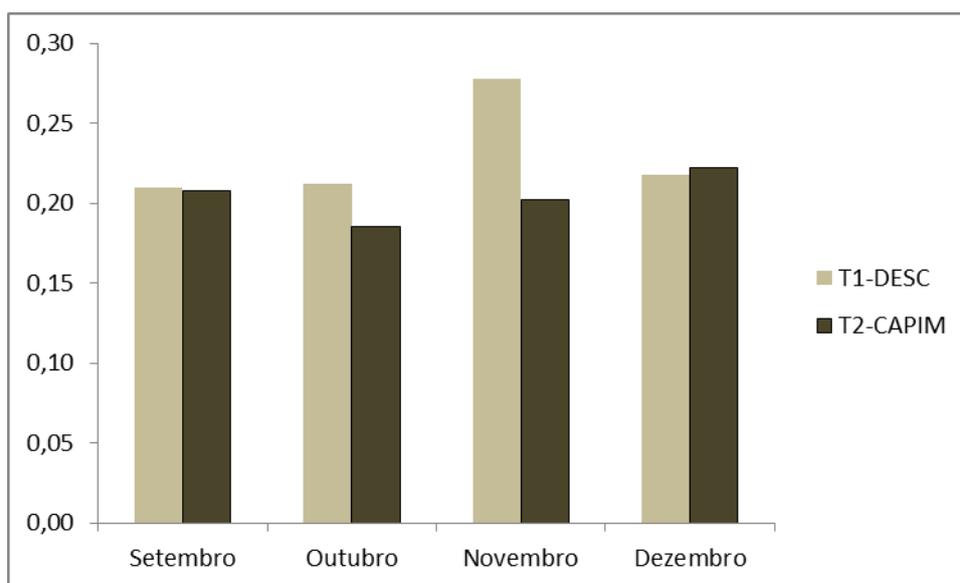
4.2 Análise de Solo – Fertilidade/Salinidade

4.2.1 Características químicas – Fertilidade do solo

4.2.1.1 Potássio

O potássio é um elemento importante no controle de água dentro da planta, pois contribui na abertura e fechamento dos estômatos (“poros”) das plantas. Ele transloca também os açúcares para os frutos (OBERMAIER *et al.*, 2009). A partir dos resultados da Figura 21, notou-se que não ocorreu uma oscilação significativa deste elemento químico.

Figura 21 - Resultados do Potássio (meq/100g de solo).



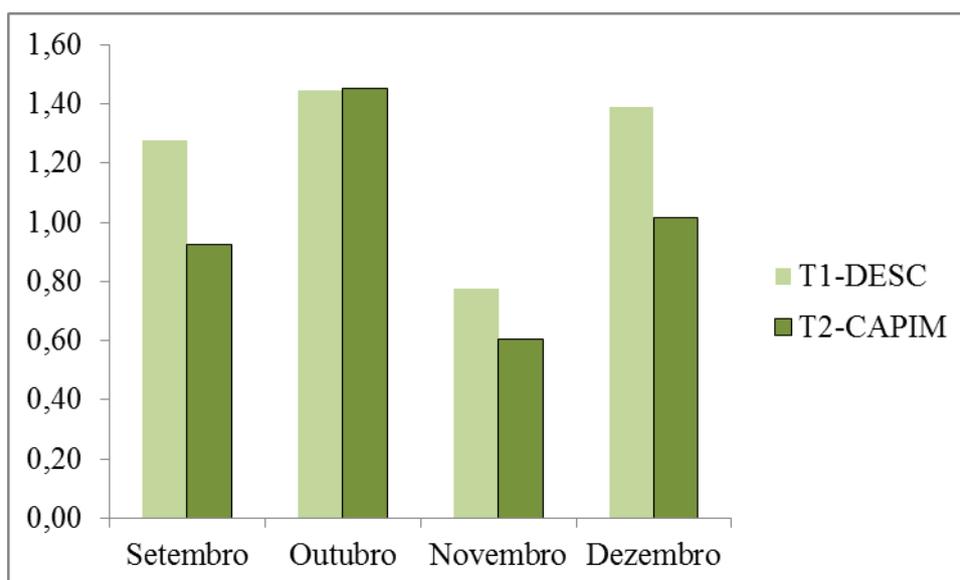
4.2.1.2 Matéria orgânica

Apesar de a Matéria Orgânica ser uma fonte natural de alguns nutrientes, a disponibilidade dos nutrientes não ocorre de imediato, sendo necessária a ação da biomassa microbiana do solo, que é a principal responsável pela decomposição e mineralização da Matéria Orgânica (CHIODINI *et al.*, 2013).

A taxa de mineralização dos nutrientes orgânicos é variável em função de diversos fatores, dentre eles: características edafoclimáticas, práticas de manejo e qualidade do resíduo cultural (Cantarella *et al.*, 2008), tais fatores interferem direta ou indiretamente na atividade microbiológica do solo e conseqüentemente na liberação de nutrientes para as plantas.

No que tange ao nível adequado de matéria orgânica no solo, Chiodini *et al.* (2013) afirmam que o mesmo proporciona maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, além de minimizar os efeitos dos fatores químicos, físicos e biológicos que afetam essa disponibilidade. Nesta pesquisa, na Figura 22 visualiza-se que o nível de matéria orgânica nos últimos dois meses de monitoramento decaiu no tanque 2.

Figura 22 - Resultados da Matéria Orgânica (%).

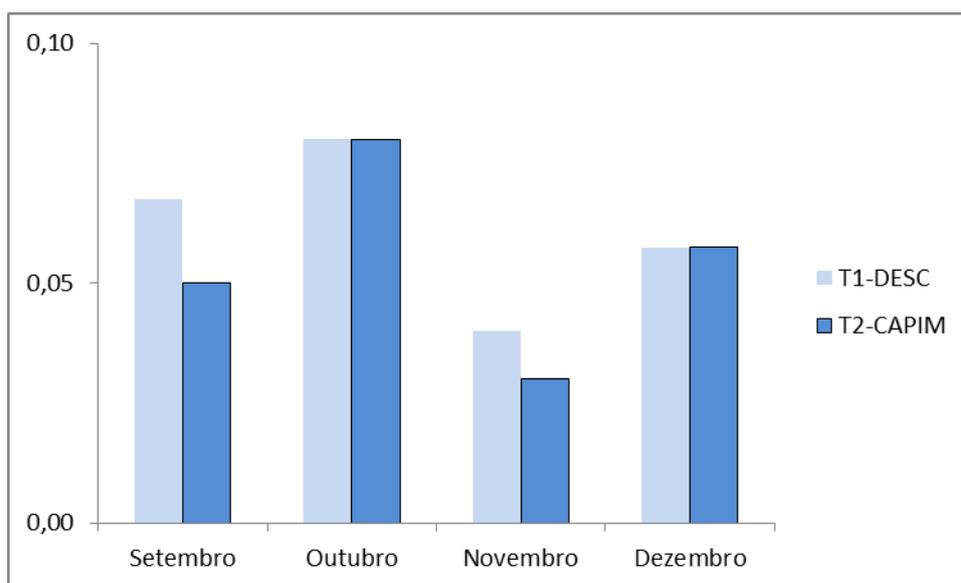


4.2.1.3 Nitrogênio

A matéria orgânica do solo e a fixação biológica de nitrogênio (FBN) são as principais fontes naturais deste nutriente que costuma ser exigido em quantidades superiores aos demais nutrientes minerais. O nitrogênio atua diretamente na produção de açúcares na folha e influencia sobremaneira na produção intensiva de folhas e ramos.

Na Figura 23 observa-se que o nível de nitrogênio manteve-se igualmente em ambos os tanques no final do monitoramento. A ausência do cultivo do capim elefante roxo não provocou no primeiro tanque uma diminuição deste elemento.

Figura 23 - Resultados do Nitrogênio (%).

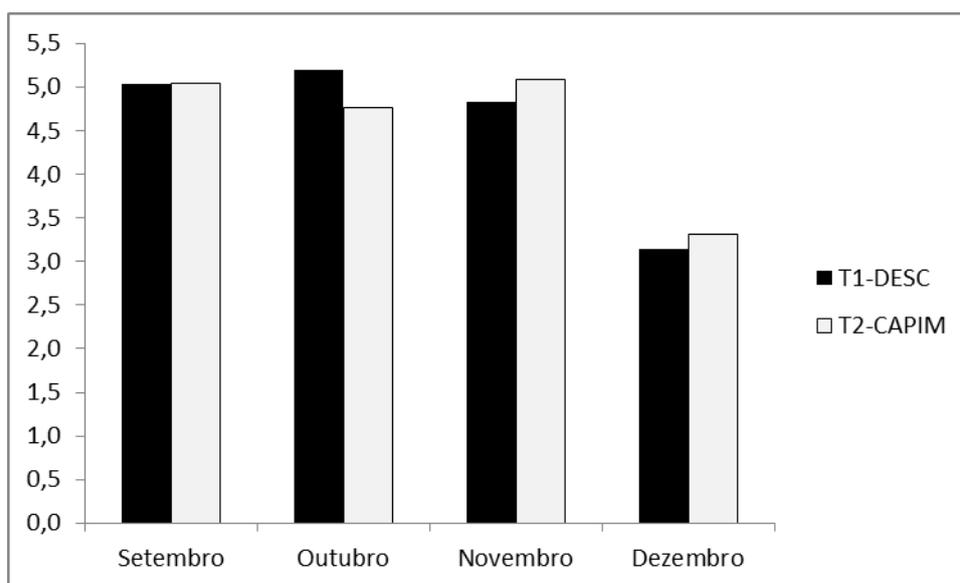


4.2.1.4 Fósforo assimilável

Depois do nitrogênio, o fósforo é o elemento mais frequentemente limitante nos solos brasileiros que são pobres deste nutriente. Assim a planta não consegue se desenvolver e produzir adequadamente. A falta de fósforo é o que mais restringe a produção agrícola no Brasil. O fósforo atua no processo de formação de açúcares, atua para haver uma boa floração e para que a planta cresça mais rapidamente (OBERMAIER *et al.*, 2009).

Nos resultados obtidos (Figura 24), notou-se pouca variação deste elemento químico entre os tanques. Nos últimos meses o tanque 2 prevaleceu com uma maior presença do fósforo assimilável do que no tanque 1.

Figura 24 - Resultados do Fósforo Assimilável (mg/100g).



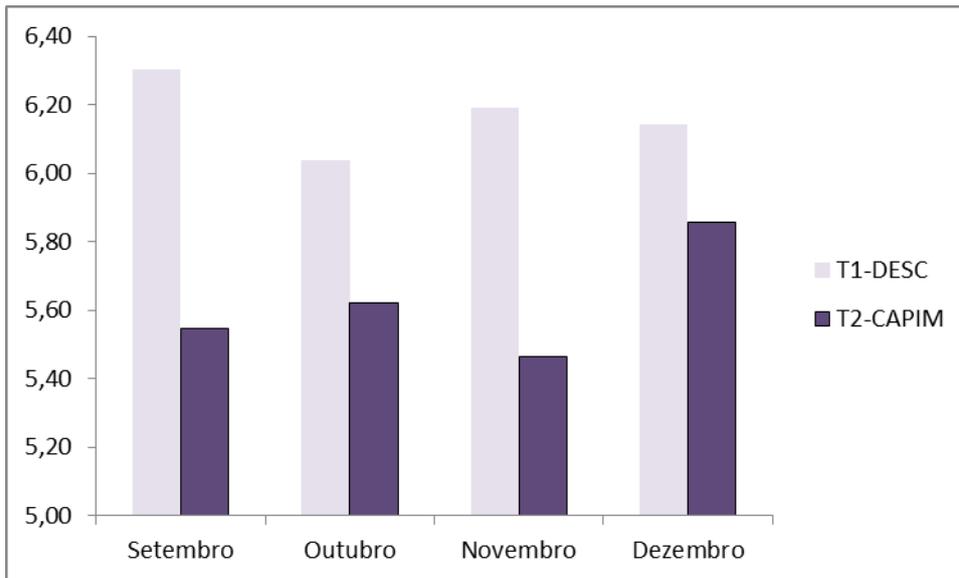
4.2.2 Características químicas – Salinidade do solo

4.2.2.1 pH (Extrato de Saturação)

A literatura afirma que a temperatura do solo influencia o desenvolvimento das plantas através da ação sobre a atividade dos microrganismos, alteração do pH, modificando a disponibilidade de nutrientes, ocorrendo intensificação do desenvolvimento radicular até certa temperatura acima da qual diminui de intensidade, vale ressaltar que baixas temperaturas do solo, podem limitar a absorção de água e se a transpiração superar a absorção, ocorrerá desidratação de tecidos.

De acordo com o resultado representado na Figura 25 o pH manteve valores mais ácidos no tanque 2 enquanto que no tanque 1 obteve-se variáveis com valores maiores o que corrobora com os resultados obtidos por Nascimento (2008). Este autor afirma que o cultivo de *Pennisetum purpureum Schum* promoveu redução do pH do solo de todos os tratamentos em sua pesquisa. Vale salientar que o pH afeta a disponibilidade de praticamente todos os nutrientes do solo.

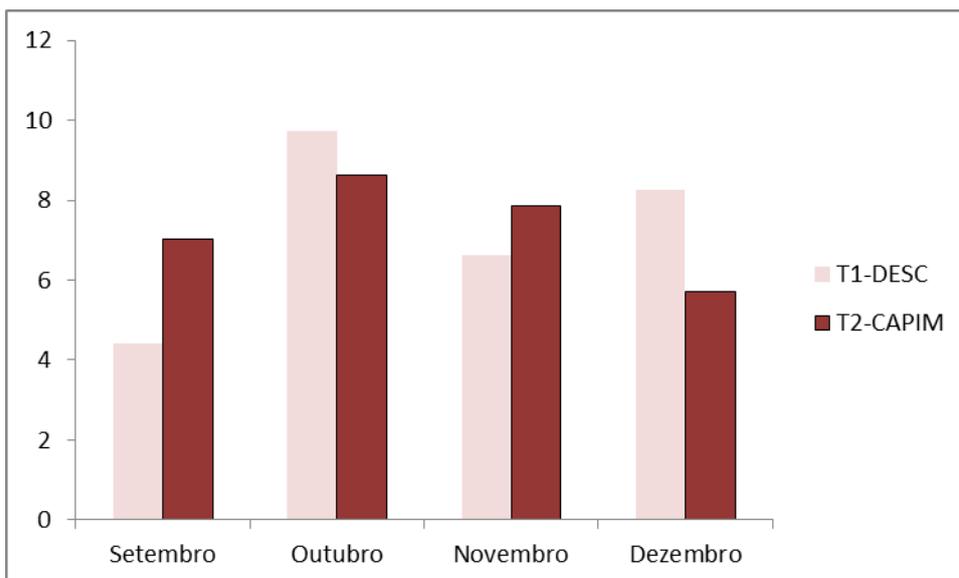
Figura 25 - Resultados do pH (Extrato de Saturação).



4.2.2.2 Condutividade elétrica

Os resultados para a condutividade elétrica (Figura 26) foram favoráveis no desenvolvimento do capim elefante roxo apesar das condições de salinidade, que variou de 5,71 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 8,64 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no tanque 2, em condições de subirrigação com as águas residuárias da lavanderia.

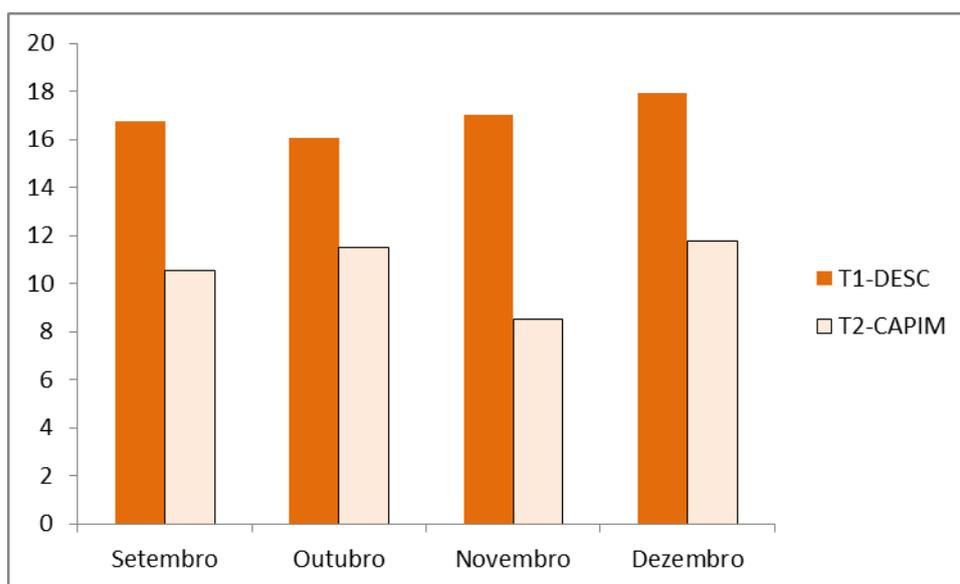
Figura 26 - Resultados da Condutividade Elétrica $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Extrato de Saturação).



4.2.2.3 PSI

Avaliando os resultados obtidos para a porcentagem de sódio intercambiável (Figura 27) do tanque 2 observou-se os valores extremos de $8,51 \text{ dS m}^{-1}$ a $11,75 \text{ dS m}^{-1}$. No tanque 1, a presença de sódio já existia do experimento anterior e assim prevaleceu na respectiva pesquisa.

Figura 27 - Resultados do PSI.



4.3 Perfil Socioeconômico das usuárias da Lavanderia Pública no Distrito de Ribeira, Cabaceiras-PB

As entrevistas foram realizadas apenas com os usuários da lavanderia pública, que totalizaram em seis lavadeiras. Elas lavam as próprias roupas e uma única usuária utiliza a lavanderia pública para lavagem da roupa de outras famílias. Todas residem a mais de dez anos em Ribeira.

Em relação ao nível de instrução apenas uma cursou o ensino médio completo as outras não o concluíram. A renda familiar varia principalmente entre um a dois salários mínimos, porém uma lavadeira ganha apenas um salário mínimo e a outra até três salários mínimos.

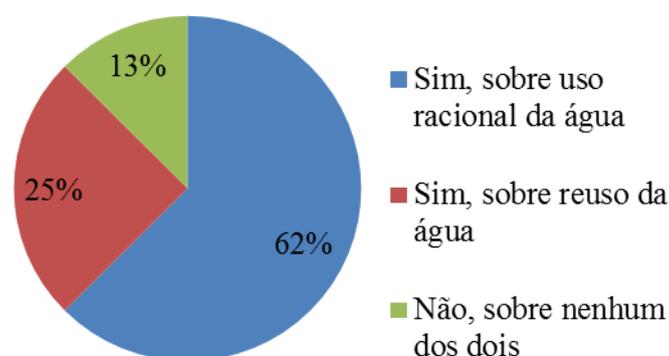
A água que abastece as casas de todas as lavadeiras provém de poço artesiano, apenas duas afirmaram possuir encanação. A maioria apresenta fossa séptica

rudimentar. Os banhos diários são de dois a três com duração máxima de quinze minutos.

Durante a lavagem das roupas ocorre a utilização de diversos tipos de sabão além de água sanitária e amaciantes. Apenas uma lavadeira utiliza a lavanderia pública quatro vezes por semana enquanto que as outras usuárias duas vezes por semana. No que tange ao peso das roupas sujas, o mesmo não ultrapassa de 15 kg. Conforme estes resultados verifica-se a simplicidade de vida das lavadeiras.

De acordo com a figura 28 as lavadeiras possuem maior conhecimento a respeito do uso racional do que em reuso hídrico. As lavadeiras afirmaram que passaram a entender o significado de uso racional da água e reuso de água através dos estudos anteriores realizados na UPAC.

A Figura 28- Aspectos de conhecimento a respeito do uso racional e o reuso de água pelas lavadeiras.



Em relação aos benefícios da lavanderia pública, todas afirmaram em ter sido vantajosa sua instalação. A praticidade de poder pendurar as roupas em um local arejado, seguro, próximo de casa e na sombra já que anteriormente lavavam suas roupas na beira do rio. A lavanderia pública também apresenta boa disponibilidade de água.

A aquisição de tanquinhos em suas residências tem reduzido o número de usuários na lavanderia pública. Algumas lavadeiras não utilizam a lavanderia por questões políticas.

5. CONCLUSÕES

O monitoramento ocorreu com sucesso durante todo o período, as análises em relação às águas cinzas efluentes foram efetuadas entretanto as análises com amostras compostas do solo armazenadas nos recipientes não foram obtidas.

Os resultados em relação às amostras hídricas apresentaram semelhanças com dados da literatura. O mesmo decorreu em relação aos dados no solo que se revelaram com poucas variações durante o processo de monitoramento.

O processo fitorremediador no parâmetro microbiológico em relação a *E.coli* influenciou de forma positiva na redução desta bactéria. Desta forma, obteve-se uma elevação na qualidade hídrica. No decorrer dos quatro meses de monitoramento foi observado que o desenvolvimento do capim elefante roxo persistiu favoravelmente.

Os usuários da lavanderia pública vivem com simplicidade e acreditam que a instalação desta lavanderia pública passou a ser um facilitador diário. Observou-se que em um monitoramento de águas cinzas efluentes deve-se considerar o comportamento dos usuários, já que a concentração de contaminantes podem ser diferentes.

O gerenciamento racional hídrico residuário pode resultar positivamente na economia de água. É de fundamental importância a conscientização do usuário para a promoção da sustentabilidade do meio ambiente. Estudos de tratamentos com águas cinzas sempre serão contribuintes e facilitadores no que consiste ao reuso seguro em unidades habitacionais.

6. REFERÊNCIAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. SIGaesa-web. Disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em: 10 de agosto de 2013.

ALAGOAS. Lei Nº 5.965, de 10 de novembro de 1997. Dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos. Institui o sistema estadual de gerenciamento integrado de recursos hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Alagoas**, 11 de Nov. 1997.

ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, F. P.; LINS NETO, E.M.F. Seleção dos participantes da pesquisa. In: ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, F. P.; CUNHA, L. V. F. C. Métodos e Técnicas na Pesquisa Etnobiológica e Etnoecológica. 1 ed. Recife: Nupeea, p. 23-37. 2010.

ALMEIDA, G. S. **Metodologia para caracterização de efluentes domésticos para fins de reuso: estudo em Feira de Santana, Bahia**. 226 f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) - Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Salvador-BA. 2007.

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.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: informe 2011**. Disponível em: < <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 10 out. 2013.

ANDRADE, J.C.M.; TAVARES, S.R.L.; MAHLER, C.F. Fitorremediação: o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental. São Paulo: **Oficina de Textos**. 2007.

BARRETO, D. Perfil do consumo residencial e usos finais da água. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 23-40, abr./jun. 2008.

BORGES, L. Z. **Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos**. 91 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2003.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo, Pearson Prentice Hall. 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 44, de 13 de fevereiro de 2008. Comitê Gestor Nacional de Produção e Consumo Sustentável, **Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis** - Versão Para Consulta Pública. Set. 2010.

_____. Ambiente Brasil - Ambiente Água: Uso e Reuso da Água. Disponível em< (http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/uso_e_reuso_da_agua/uso_e_reuso_da_agua.html)> Acesso em 2 de outubro de 2013.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Nº 397, de 2008. Altera o inciso II do § 4.º e a Tabela X do § 5.º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente Nº 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008: 2. ed. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Brasília, DF. 2008.

_____. Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei Nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 5 jan. 2007.

_____. Decreto de 22 de Março de 2005. Institui a Década Brasileira da Água, a ser iniciada em 22 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 mar. 2005. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

_____. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução No 54 - Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 9 mar. 2005.

_____. CÍCILIATO, R.; C.; NAGAMINE, R.; C.; CRUZ, K.; T.; S.; PINHEIRO, A.;L.;N. Tratamento eletrolítico de águas cinza utilizando eletrodo de ferro. In: II **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Londrina/PR. 2011.

_____. Lei Nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09 jan. 1997.

CÂMARA MUNICIPAL DE MACEIÓ. Lei No 4.548, de 21 de novembro de 1996. Institui o Código Municipal de Meio Ambiente e dispõe sobre a administração do uso dos recursos ambientais, da proteção da qualidade do meio ambiente, do controle das fontes poluidoras e da ordenação do uso do solo do território do Município de Maceió, de forma a garantir o desenvolvimento sustentável. **Prefeitura Municipal de Maceió**, 04 mai. 1994.

CAMPOS. N.; STUDART. T. Gestão de Águas: Princípios e Práticas. 2.ed- Porto Alegre: ABRH. 2003.

CANTARELLA, H., ANDRADE, C. A., JUNIOR, D. M. 2. Matéria orgânica do solo e disponibilidade de nitrogênio para as plantas. In: SANTOS, G.A. de., SILVA, L.S.da., CANTANELLAS ,L.P., CAMARGO, F.A.O. (Eds) **Fundamentos da Matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Rev. e atual. Porto Alegre: Metrópole. 582p. 2008.

CARNEIRO, L.C. Avaliação de *Escherichia coli* em manipuladores de alimentos da cidade de morrinhos-GO. *Vita et Sanitas*, Trindade/Go, v. 2, n. 02, 2008.

CHIODINI, B.M.; SILVA, A.G.; NEGREIROS, A.B.; MAGALHÃES, L.B. Matéria orgânica e a sua influência na nutrição de plantas. *Cultivando o Saber*. Cascavel, v.6, n.1, p.181-190, 2013.

CLARK, J. Água cinza. 2013. Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/agua-cinza2.htm>>. Acesso em: 12 de novembro de 2013.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992, Rio de Janeiro. **Agenda 21**. Brasília: Senado Federal Subsecretaria de Edições Técnicas. 1996.

COSTA, S. M. S. P. Avaliação do potencial de plantas nativas do Brasil no tratamento de esgoto doméstico e efluentes industriais em “Wetlands” construídos. Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas, 118p. 2004.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual e métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. p. 247 1997.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; MOGENS, H. LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**, Dinamarca, v. 4, n.1, p. 58-104. 2002.

FERREIRA, A. C.; Unidade de produção agrícola irrigada com águas cinzas de lavanderia pública no semiárido paraibano. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2013.

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30. jan./mar. 2006.

FRIEDLER, E.; KOVALIO, R.; GALIL, N. I. On-site greywater treatment and reuse in multi-store buildings. **Water Science & Technology**, Áustria, v. 51, n. 10, p. 187-194. 2005.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento**. 3ª ed., Brasília, Fundação Nacional da Saúde. 2006.

GALBIATI, A. F. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. 38 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande. 2009.

GIACCHINI, M. Uso e reuso da água. In: **Série de Cadernos Técnicos**, CREA-PR. 2009/2011.

GIDEON P. W., *et al.* A study of the microbial quality of grey water and an evaluation of treatment technologies for reuse. **Ecological Engineering**, n. 32, p. 187-197. 2008.

GONÇALVES, R. F. *et al.* (Coord.). Desinfecção de efluentes sanitários. **Projeto PROSAB**. Rio de Janeiro: ABES, RiMa. 2003.

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.

GRATÃO, P.L.; PRASAD, M.N.V.; CARDOSO, P.F.; LEA, P.J.; AZEVEDO, R.A. Phytoremediation: Green technology for the cleanup of toxic metals in the environment. **Braz. J. Plant Physiol.**, 17(1):53-64. 2005.

HARTMANN, Philipp. A cobrança pelo uso da água como instrumento econômico na política ambiental: estudo comparativo e avaliação econômica dos modelos de cobrança pelo uso da água bruta propostos e implementados no Brasil. Porto Alegre: AEBA, 2010.

HENRY, J. R. **An overview of the phytoremediation of lead and mercury**. Washington: EPA, 2000. 51 p. Disponível em: <<http://www.clu-in.gov>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

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). **Reuso de água**. Barueri, SP: Manole, p.37-95. 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro. 2008.

LANNA, A. E. Gestão dos Recursos Hídricos. In: TUCCI, M.E. C. **Hidrologia: ciência e aplicação**. ABRH. 2007.

LINDBLOM, S. D. *et al.* Constitutive expression of a high-affinity sulfate transporter in Indian mustard affects metal tolerance and accumulation. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 35, n. 3, p. 726-733, Apr. 2006.

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.

MACIEL, A. A. *et al.* Projeto casa eficiente: Demonstração de eficiência energética em habitação unifamiliar. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC, 11, 2006, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: ENTAC, 2006.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (Ed.). Reuso de Água. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, ABES. 2003.

MAY, S. & HESPANHOL, I. Tratamento de águas cinzas claras para reuso não potável em edificações. **REGA** – Vol. 5, n^o. 2, p. 15-24, jul./dez. 2008.

MOREIRA, M. D. D. Reciclagem de Águas Servidas em edifícios Residenciais e Similares. Dissertação de Mestrado- Departamento de Engenharia Civil. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2001.

MOTA, S.; AQUINO, M. D.; SANTOS, A. B. Reuso de águas: conceitos; importância; tipos. In: MOTA, S.; AQUINO, M. D.; SANTOS, A. B. (Organizadores). **Reuso de águas em irrigação e piscicultura**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará – Centro de Tecnologia, cap. 1. 2007.

NASCIMENTO, V.S. Avaliação de *Pennisetum purpureum Schum* na Fitorremediação de Zinco e Cádmio em Solo Enriquecido com Resíduo. UFRRJ Instituto de Agronomia, Dissertação. 2008.

NIRENBERG, L.P.; REIS, R. P. A. Avaliação do desempenho de sistema de reuso 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 15/09/2013.

OBERMAIER, M.; KLIGERMAN, D.C.; MAROUN, M.R. Nutrição da Planta. Apostila Técnica. Adapta Sertão: Tecnologias Sociais de Adaptação à Mudança Climática. Rio de Janeiro, Novembro de 2009.

PILON-SMITS, E. Phytoremediation. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2005.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M.; SILVA, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; FERREIRA, L. R. Fitorremediação de solos contaminados por herbicidas. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 335-341. 2003.

PROCÓPIO S.O.; PIRES, F.R., SANTOS, J.B., SILVA, A.A. Fitorremediação de solos com resíduos de herbicidas. Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. 2009.

PULLEMAN, M.M.; MARINISSEN, J.C.Y. Physical protection of mineralizable C in aggregates from long-term pasture and arable soil. **Geoderma**, v.120, p.273-282, 2004.

RIBEIRO, A. J. Efeito do “mulching” com malha de sombreamento no cultivo da alface- Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Engenheiro agrônomo. 2012.

RICHARDS, L. A. (ed). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington D.C.: U.S. Salinity Laboratory. p. 160 (USDA. Agriculture Handbook, 60). 1954.

ROCHA, J. S. M. Manual de projetos ambientais. Santa Maria: UFSM. 446p. 1997.

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, p.203-224. 2001.

SALT, D.E.; SMIT, R.D.; RIKIN, I. Phytoremediation. Annual review of plant physiology. *Plant Molecular Biology: The Netherlands*, v.49, 1998. apud MARTINS, A.P.L.; REISSMANN, C.B.; FAVARETTO, N.; BOEGER, M.R.T.; OLIVEIRA, E.B. Capacidade da *Typha domingensis* na fitorremediação de efluentes de tanques de piscicultura na Bacia do Iraí- Paraná. v.11, n.3, p.324-330. 2007.

SANTOS, D. C.; ZABROCKI, L. Graywater characterization in residential Building to assess its potencial use. Curitiba: UFPR. 2003.

SARAIVA V.M.; KONIG, A. Produtividade do capim-elefante-roxo irrigado com efluente doméstico tratado no semiárido potiguar e suas utilidades. *Revista Holos*, 2013.

SATO, M. Educação para o Ambiente Amazônico. São Carlos: UFSCAR, 1997. 227 p. Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 1997.

SIEGEL, S. & CASTELLAN, N.J. *Nonparametric Statistics for the Behavioural Sciences*. 2nd Edition, New York: **McGraw-Hill**. 1988.

SILVEIRA, G. L. da; FORGIARINI, F. R.; CRUZ, J. C.; MATZENAUER, H. B.; DEWES, R. A participação social no processo de implementação da cobrança pelo uso da água: o caso do comitê da bacia hidrográfica do Rio Santa Maria/RS. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. João Pessoa, PB. 2005.

SINDUSCON. Conservação e reuso de água em edificações. São Paulo. Prol Editora Gráfica. 2005.

SPATA, A.V. Método de pesquisa: ciência do comportamento e diversidade humana. Rio de Janeiro: LTC, p. 247. 2005.

SPERLING, M. V. Princípios básicos do tratamento de esgotos. Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

SUN, Y. *et al.* Phytoremediation for co-contaminated soils of benzo[a]pyrene (B[a]P) and heavy metals using ornamental plant *Tagetes patula*. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 186, n. 3, p. 2075-2082, Feb. 2011.

TAVARES, P. de O. Aplicação do Conceito de Sustentabilidade em Construções Residenciais. 34 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia – UFMG, Belo Horizonte. 2010.

THIOLLENT, Michael. Metodologia da pesquisa ação. 16ª ed. São Paulo: Cortez, 132p. 2008.

TRENTINI, O. Tratamento de Águas Cinzas, 2007. Disponível em <<http://www.aipan.org.br/biblio/aguas-cinzas.pdf>>. Acesso em 9 de jul. de 2013.

TUNDISI, J. G. Recursos Hídricos. São Carlos. **Revista Multiciência**, v.1, out. 2003.

VILELA, H., VILELA, D., BARBOSA F.A., BENEDETTI, E. Quantidade de água suplementar para o capim elefante Paraíso. Veterinária Notícias, ISSN 0104-3463. 2003.

VILELA, H. Produção de briquetes de capim elefante. Portal Agronomia. 2009.

ZABROCKI, L.; SANTOS, D. C. dos. Caracterização da água cinza em edifícios residenciais. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, Campo Grande. **Anais**. Campo Grande; Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2005.

Site consultado:

Disponível em<<http://ambiente.hsw.uol.com.br/agua-cinza2.htm>> Acesso em 10 de julho de 2013.

APÊNDICE A

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS
NÍVEL: MESTRADO

Questionário Socioeconômico aplicado aos usuários da lavanderia pública no
Distrito de Ribeira, Cabaceiras-PB

Número do questionário: _____

Município: Cabaceiras-PB

Entrevistado(a): _____

1. Número total de pessoas na família

1 e 2 3 4 5 6 7 ou mais pessoas

2. Há quanto tempo reside em Ribeira?

1-2 anos 5-10 nativo 2-5 acima de 10 anos

3. Tem alguém na família com menos de 5 anos?

Sim Não

4. Tem alguém na família com mais de 70 anos?

Sim Não

5. Nível de instrução:

Analfabeto _____; Ensino médio incompleto _____; Ensino médio completo

_____; Outro _____

6. Qual o valor da renda familiar?

Até um salário mínimo de 1 a 2 salários mínimos 3 a 4 salários mínimos 4 a

5 salários mínimos acima de 5 salários mínimos

7. Qual é a fonte de água? (consumo doméstico)

Encanada Poço artesiano Cisterna

Açude Rio, cacimba, tanques de pedra Outros _____

8. Número de banhos diários por pessoa:

1 a 2 2 a 3 3 ou mais Outro - _____

9. Tempo média de demora no banho: _____

10. Destino dos dejetos (esgoto)

rede de esgoto fossa séptica eliminação livre Outros _____

11. Que tipo de produto (sabão) você utiliza para lavar as roupas?

Sabão em pó Sabão em barra Água sanitária Amaciante Outro

12. Com qual frequência você lava as roupas? _____

13. Peso da roupa suja? _____ Kg

14. Já ouviu falar sobre o uso racional da água? E sobre Reuso de água?

Sim, sobre uso racional da água.

Sim, sobre o reuso de água.

Não, sobre nenhum dos dois.

15. Você acha que a lavanderia trouxe benefícios? Quais?

APÊNDICE B

Universidade Federal de Campina Grande

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____,
autorizo a Universidade Federal de Campina Grande / Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, a utilizar, para propósitos acadêmicos, os dados oriundos da minha participação na pesquisa abaixo mencionada:

1. **Título da Pesquisa:** “Diagnóstico socioeconômico e análises das águas cinzas em um lavanderia comunitária no distrito de Ribeira-PB”
2. **Objetivo Geral:** O estudo de que você está prestes a participar faz parte de um estudo sobre os benefícios e malefícios além de como é usufruída a lavanderia comunitária.
3. **Descrição da metodologia:** O estudo emprega técnicas de entrevistas semiestruturadas e conversas informais, bem como observações diretas.
4. **Desconfortos e Riscos:** Não se espera qualquer desconforto ou risco aos participantes da pesquisa. Todas as informações serão sigilosas e os entrevistados não serão identificados. A pesquisa será realizada na própria lavanderia. Qualquer risco que possa ocorrer em decorrência da pesquisa será de inteira responsabilidade da equipe responsável.
5. **Benefícios:** Com base nas informações oferecidas, será possível, no futuro, o desenvolvimento de ações que visem melhorar a qualidade da água utilizada.
6. **Informações:** Os participantes receberão respostas a qualquer pergunta e esclarecimento de qualquer dúvida que porventura surjam em decorrência da pesquisa.
7. **Desistência:** O participante pode suspender sua participação a qualquer momento, sem que haja qualquer implicação adicional.
8. **Aspecto Legal:** O presente trabalho segue as normas de pesquisa envolvendo seres humanos, atendendo a Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde - Brasília – DF
9. **Publicação dos resultados:** Os resultados obtidos podem ser apresentados em eventos e em publicações.

Ribeira (município de Cabaceiras/PB), _____ de _____ de 2013.

Assinatura do participante ou impressão dactiloscópica

Orientador: Dr. Jógerson Pinto Gomes Pereira

Pesquisador (a): Verena Schiel Baracuhy

Assinatura do pesquisador

Telefone para contato: (83) 30638311 (83) 91035981

