



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**  
**CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

***KARLA DANIELLE BIZERRA CAVALCANTE***

**O Uso de Águas Residuais e as Vantagens de sua Aplicação na  
Agricultura**

**Campina Grande-PB**

**2015**

***KARLA DANIELLE BIZERRA CAVALCANTE***

**O Uso de Águas Residuais e as Vantagens de sua Aplicação na  
Agricultura**

Trabalho apresentado como requisito  
para obtenção do título de licenciada  
em Biologia, pela Universidade  
Estadual da Paraíba.

**Orientador: Prof. Msc. José Cavalcanti da Silva**

**Campina Grande-PB**

**2015**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C376u Cavalcante, Karla Danielle Bizerra.

O uso de águas residuais e as vantagens de sua aplicação na agricultura [manuscrito] / Karla Danielle Bizerra Cavalcante. - 2015.

39 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2015.

"Orientação: Prof. Me. José Cavalcante da Silva, Departamento de Biologia".

1.Água. 2. Água Potável. 3. Reúso de água. 4.Agricultura. 5.Estação de tratamento. I. Título.

21. ed. CDD 333.91

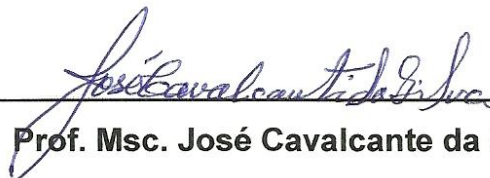
**KARLA DANIELLE BIZERRA CAVALCANTE**

**O Uso de Águas Residuais e as Vantagens de sua Aplicação na  
Agricultura**

Trabalho apresentado como requisito  
para obtenção do título de licenciada  
em Biologia, pela Universidade  
Estadual da Paraíba.

**APROVADO EM 26 / 02 / 2015**

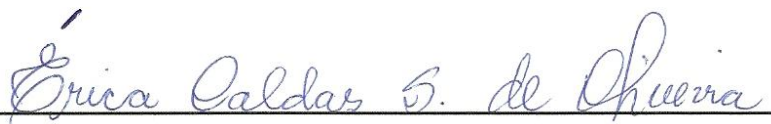
**BANCA EXAMINADORA**



---

**Prof. Msc. José Cavalcante da Silva**

**Orientador**



---

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Érica Caldas Silva de Oliveira**

**Examinador**



---

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Valéria Veras Ribeiro**

**Examinador**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, que permitiu esta conquista.

Ao professor orientador Msc. José Cavalcanti da Silva pela sua colaboração, competência profissional, paciência e confiança depositada em mim desde o início. Sua orientação foi fundamental para a conclusão deste trabalho.

Aos professores que participaram da banca, pelas condições necessárias ao aprimoramento do trabalho.

Aos amigos e colegas, pela força e vibração em relação a esta grande jornada.

Aos professores do curso, pelos inspiradores momentos de convivência.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

E agradeço especialmente a meus pais, Djalma e Jeruza, e ao meu marido Izaque Gomes por seu apoio e incentivos que me foram de extrema importância no decorrer de todo este trabalho.

*Eis que Deus é a minha salvação: eu confiarei e não temerei  
porque o Senhor Jeová é a minha força e o meu cântico,  
e se tornou a minha salvação.*

*Isaias 12:2*

## RESUMO

Diante da importância que a água tem para o desenvolvimento dos seres vivos de modo geral, seriam inimagináveis os desastres que ocorreriam com o esgotamento desse recurso. Com isso faz-se necessário adotar uma postura de racionalizar o uso desta, por parte da população, e que também sejam empregados esforços na melhoria da aplicação desse recurso na sua forma mais escassa, a potável. Uma alternativa para se conseguir uma considerável economia deste recurso é a utilização de águas residuais. O reúso de água consiste na recuperação de efluentes de modo a utilizá-las em aplicações menos exigentes. Para a obtenção de águas residuais é necessário o tratamento dos efluentes. Este tratamento ocorre nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), que são unidades destinadas a dar condições ao esgoto recolhido, antes de ser devolvido à natureza sem prejuízo ao meio ambiente. Portanto, objetiva-se com este trabalho demonstrar o que é reúso da água e como se dá o seu tratamento, bem como as vantagens de sua aplicação na agricultura, considerando que este é o setor em que mais se consome água potável no mundo. Para isso, foi empreendida uma pesquisa para a coleta de dados, além de visitas e entrevistas a Companhia de água e Esgoto da Paraíba para entender como se dá a obtenção de água residual, tendo como base as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) utilizadas em Campina Grande. Desta forma busca-se esclarecer a importância que o reúso de água traz em benefícios diversos, não só para sociedade, mas também para o meio ambiente, fomentando junto à população a conscientização quanto ao uso racional deste recurso tão precioso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água, Água Potável, Reúso de água, Agricultura e Estação de Tratamento.

## **ABSTRACT**

Given the importance that water has for the development of living beings in general, would be unimaginable disaster that would occur with the depletion of this resource. Thus it is necessary to adopt a posture of rationalizing the use of this, by the population, and are also employed on improving the implementation of this feature in its most scantily, drinking. An alternative to achieve considerable savings of this feature is the use of wastewater. The reclaimed water is the recovery of waste in order to use them in less demanding applications. To obtain the wastewater effluent treatment is required. This treatment occurs in Sewage Treatment Plants (WWTP), which are units designed to meet the conditions collected sewage before it is returned to nature without damaging the environment. Therefore, the objective of this study demonstrate that it is water reuse and how is their treatment, as well as the advantages of its use in agriculture, considering that this is the sector where more is consumed drinking water in the world. For this, a search for data collection was undertaken, as well as visits and interviews the Company of water and Paraíba Sewage to understand how to obtain the residual water, based on the Sewage Treatment Plants (STP) used in Campina Grande. In this way we seek to clarify the importance of water reuse brings in many benefits, not only for society but also for the environment, fostering awareness among the population about the rational use of this precious resource.

**KEYWORDS:** Water, Drinking Water, Water Reuse, Agriculture and Treatment Plant.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Padrão Microbiológico Da Água Para Consumo Humano. ....	12
Figura 2 - Distribuição Do Consumo De Água No Mundo .....	17
Figura 3 - Melhorias E Vantagens Do Reúso. ....	18
Figura 4 - Recomendações Da Organização Mundial De Saúde Sobre A Qualidade Microbiológica A Serem Empregadas Na Agricultura (1). ....	20
Figura 5 - Orientações Quanto Aos Riscos E Consequências Sobre A Utilização De Águas Que Recebem Esgotos Sanitários Conforme Os Métodos De Irrigação E Suas Características. ....	21
Figura 6 - Mapa Das Bacias Drenadas Pelo Sistema De Esgotamento Sanitário De Campina Grande. ....	27
Figura 7 - Antigas Lagoas Aeradas. ....	28
Figura 8 - Nova Caixa De Areia Com Grades Mecanizadas. ....	29
Figura 9 - Sistema De Lagoas De Estabilização Em Funcionamento. ....	29
Figura 10 - Detalhe Da Lagoa Facultativa Com Carga.....	30
Figura 11 - Detalhe Do Emissário Que Transporta O Efluente Até As Lagoas Facultativas. ....	30

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
2.1 Objetivo Geral .....	10
2.2 Objetivos Específicos.....	10
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>11</b>
3.1 Caracterização dos Tipos de Água .....	11
3.2 Reúso da Água .....	14
3.3 Vantagens da Aplicação de Águas Residuais na Agricultura .....	16
3.4 Riscos da Aplicação de Águas Residuais .....	19
3.5 Estação de Tratamento de Esgoto Convencional .....	21
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>24</b>
4.1 Coleta de Dados da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba – CAGEPA ....	24
4.2 Sistema de Esgotamento Sanitário.....	25
4.3 Estação de Tratamento de Esgoto da Catingueira .....	27
4.4 Estação de Tratamento de Esgoto da Caiçara .....	28
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>34</b>
<b>ANEXO A – Esquema Do Sistema De Lagoas De Estabilização.</b> .....	<b>35</b>
<b>ANEXO B – Relatório De Ensaio Das Análises De Água Das ETE’S Da Catingueira E Caiçara.</b> .....	<b>37</b>
<b>APÊNDICE A - Entrevista Com A Assessoria De Assistência Técnica.</b> .....	<b>38</b>
<b>APÊNDICE B - Entrevista Com A Subgerência De Controle Operacional.</b> .....	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento exponencial da população e a conseqüente necessidade de aumento da produção agrícola e industrial tem como resultado uma grande demanda de água. E com as irregularidades nos períodos chuvosos que assolam os últimos anos, esse precioso recurso tem alcançado lugar de destaque na mídia nacional, não só pela sua grande importância para o desenvolvimento de qualquer que seja a forma de vida, mas pela sua escassez.

Visto do espaço, é difícil imaginar como um planeta tão azul pode sofrer de escassez de água (POSTEL, 1997). Mas, o Ministério do Meio Ambiente (2007) destaca que apesar de dois terços da superfície da Terra ser coberta por água, menos de 1% dessa água é doce, sendo o restante impróprio para consumo ou o custo para sua exploração é fator limitante. O problema surge da distribuição irregular da precipitação e do mau uso que se faz da água captada. (POSTEL 1992 *apud* MANCUSO; SANTOS, 2003).

Por isso, também é errado, mesmo se com boas intenções, fazer afirmações alarmistas do tipo: a água do mundo está acabando! Não somos capazes nem de criar quantidades significativas de água nem de fazê-la desaparecer. A água torna-se escassa em consequência do aumento da demanda ou do uso inadequado. Ela fica imprópria ao consumo humano e animal devido à poluição, mas é a mesma quantidade de água existente no planeta, há milhões de anos. (MIRANDA, 2007c, p. 21).

Segundo Mancuso *et al.* (2003), no Brasil estão presentes pelo menos 8% da reserva mundial de água doce, sendo que 80% destes encontram-se na Região Amazônica. Se considerar que 65% de toda a água consumida é utilizada pela agropecuária, 25% pelas indústrias e o restante encaminhado para fins urbanos, desperdiça-se água potável em setores em que a qualidade da água não é um fator decisivo. Por isso é necessário uma conscientização em massa da população sobre o uso racional da água, a fim de evitar o desperdício desse recurso.

Uma alternativa eficiente para esse problema é a substituição de água potável por água de reúso, onde essa troca for possível, ajudando a manter a sustentabilidade desse valioso recurso. A utilização de águas residuais<sup>1</sup> não é uma

---

<sup>1</sup>Águas residuais – são os despejos líquidos descarregados nos coletores de esgoto e que tem como origem as residências, os estabelecimentos comerciais e industriais.

prática nova, segundo historiadores na Grécia Antiga eles já faziam uso desse recurso com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. E segundo Rodrigues (2005) o reúso de água atua em dois aspectos: Como instrumento para redução do consumo de água (controle de demanda); e água como recurso hídrico complementar.

São várias as formas de reúso de água: irrigação paisagística; irrigação de campos de cultivo; usos industriais; recarga de aquíferos; usos urbanos não potáveis; aquicultura; dessedentação de animais (CROOK, 1993).

Neste contexto deve-se considerar a água como peça fundamental para o desenvolvimento, não só para o presente, mas principalmente para o futuro, passando a adotar como habitual o uso sem desperdícios e a busca por novas tecnologias para otimização e conservação. Sendo assim, este trabalho busca esclarecer o que é o reúso das águas e mostrar suas diversas áreas de aplicação.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Apresentar em que se fundamenta a utilização de águas residuais e a importância de sua exploração como alternativa para substituir o uso de água potável, tendo como recurso o produto de tratamento de esgotos.

### 2.2 Objetivos Específicos

Demonstrar em que consiste o conceito de reúso de água ou utilização de águas residuais, abordando a importância do uso desse recurso como alternativa para a diminuição do desperdício de água potável;

Expor as vantagens da aplicação da água residual como alternativa, para diminuição do uso de água potável na agricultura;

Mostrar resumidamente como funciona uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), tendo como modelo a ETE da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA) na cidade de Campina Grande – PB.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Caracterização dos Tipos de Água

Considerando a importância da água e sua escassez na forma potável, o aumento da demanda desse recurso, e a forma inconsciente que este é explorado, a água de reúso passou a ser uma alternativa para uso em setores que sejam menos exigentes quanto a total qualidade.

Cada litro de água de reúso utilizado representa um litro de água conservada em nossos mananciais. O assunto é tão importante que faz parte da Estratégia Global para Administração da Qualidade das Águas, proposta pela Organização das Nações Unidas (ONU), para preservação do meio ambiente. É uma maneira inteligente e capaz de assegurar que as gerações futuras tenham acesso a esse recurso tão precioso e essencial à vida.

Mas antes de se considerar o que vem a ser o reúso da água ou utilização de águas residuais, é necessário entender algumas definições a respeito da água, para uma melhor compreensão de todo esse processo, deve-se ter em mente o que vem ser: água potável; água poluída e água contaminada.

Segundo a portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Água potável: é a água para o consumo humano cujos parâmetros microbiológicos (Figura 1), físicos, químicos e radiativos atendem ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde humana. Conforme discorre no artigo 5º da mesma (MS, 2011).

Art. 5º Para os fins desta Portaria são adotadas as seguintes definições:

I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;

II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;

III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria;

IV - padrão organoléptico: conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde;

V - água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade.

Figura 1 - Padrão Microbiológico Da Água Para Consumo Humano.

TIPOS DE ÁGUA		PARÂMETRO		VMP <sup>(1)</sup>
Água para consumo humano		<i>Escherichia coli</i> <sup>(2)</sup>		Ausência em 100mL
Água Tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais <sup>(3)</sup>		Ausência em 100mL
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	<i>Escherichia coli</i>		Ausência em 100mL
		Coliformes Totais <sup>(4)</sup>	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultados positivos.
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100mL em 95% das amostras examinadas no mês.

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Indicador de contaminação fecal.

(3) Indicador de eficiência de tratamento.

(4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Fonte: Anexos da portaria MS N° 2.914/2011

Em detrimento da definição de água potável, pode-se dizer que quando a água não atende aos padrões de potabilidade, defendidos pela portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde, ela passa a oferecer sérios riscos à saúde humana, sendo assim classificada como poluída ou contaminada, dependendo do grau do agente poluidor nela encontrado.

A poluição das águas é devido à adição de substâncias ou formas de energia que diretamente alteram a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dela são feitos. (SPERLING, 1995 *apud* AZZOLINI, 2002).

Pode-se definir como água poluída: aquela cujas características são alteradas, por conter substâncias que interferem em sua qualidade e a torna imprópria para o consumo. Torna-se importante ressaltar a existência dos diferentes tipos de poluição (TUCCI, 1998):

- *Poluição Química:* os agentes poluidores são resíduos tóxicos, que tendem a se acumular por muito tempo no meio ambiente e no corpo dos seres vivos. São exemplos desses poluentes, inseticidas ou herbicidas DDT (diclorodifeniltricloroetano), e os metais pesados (chumbo, cádmio, cromo, mercúrio).

- *Poluição Física:* os agentes alteram as características físicas da água. Divide-se em: poluição térmica e poluição por sólidos.

a) poluição térmica: ocorre quando a água aquecida de processos industriais, como de refrigeração de refinarias, siderúrgicas e usinas termoelétricas, é lançada nos rios.

b) poluição por resíduos sólidos: são provenientes de esgotos industriais e domésticos e da erosão de solos carregados pelas chuvas ou erosão das margens.

- *Poluição biológica:* ligado aos graves problemas sanitários e ao acarretamento de um vasto número de doenças, este ocorre quando micro-organismos patogênicos, como bactérias, vírus, protozoários e vermes, contaminam o manancial.

Já a água é considerada contaminada, quando contém substâncias tóxico-venenosas ou micro-organismos patogênicos, geralmente em concentrações elevadíssimas, e têm a capacidade de causar doenças ou até mesmo a morte. Essa água não deve ser utilizada em hipótese alguma para qualquer que seja o tipo de consumo, principalmente o humano, e não há tratamento que o torne potável novamente. A contaminação pode acompanhar a poluição. E conforme Leme (1984), os agentes da poluição e contaminação podem se classificar em:

- *Impurezas em suspensão:* algas, protozoários, fungos, vírus, vermes, larvas, bactérias, areia, silte e argila;

- *Impurezas no estado coloidal:* corantes, sílica e vírus;

- *Impurezas dissolvidas:* sais de cálcio e magnésio, sais sólidos, óxidos de ferro e manganês, chumbo, cobre, zinco, arsênio, selênio, boro, iodo, flúor, compostos fenólicos, substâncias albuminóides e amoniacais, nitritos, nitratos e gases.



### 3.2 Reúso da Água

Sempre que a água com qualidade requerida para determinado uso torna-se um recurso escasso, são buscadas, de forma sistematizada ou não, alternativa de suprimento ou repressão do consumo, para que seja restabelecido o equilíbrio oferta/demanda (ORNELLAS, 2004).

Para Lavrador Filho (1987) o reúso seria o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, para suprir as necessidades de outros usos, para que se preserve ao máximo esse recurso na sua forma potável, e se tenha uma melhor aplicação.

O reúso de água consiste na recuperação de efluentes de modo a utilizá-las em aplicações menos exigentes. Desta forma o ciclo hídrico tem sua escala diminuída em favor do balanço energético (METCALF; EDDY, 2003).

O artigo 2º da Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH possui as seguintes definições (CNRH, 2005):

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

Então pode-se dizer que o reúso seria uma espécie de reciclagem da água, uma vez que a mesma não teria um destino adequado, ou seria descartada como uma fonte contaminante em reservatórios potáveis. Assim tem-se um duplo benefício com essa medida. Ajudando a manter o volume e a qualidade da água nos mananciais, e evitando que a mesma seja desperdiçada em processos em que a exigência do padrão de qualidade não seja tão específica, quanto os padrões necessários para o consumo humano.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (WHO 1973, *apud* BREGA FILHO; MANCUSO, 2002) o reúso da água pode ser classificado em direto, indireto (intencional e não intencional) e reciclagem interna.

- Reúso direto: é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e potável;

- Reúso indireto intencional: ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico.

- Reúso indireto não intencional: ocorre quando a água, utilizada em alguma atividade humana, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não controlada.

- Reciclagem interna: é o reúso da água internamente às instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle de poluição.

Já a ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental) adota uma classificação defendida por Westerhoff (1984), em duas grandes categorias de reúso: potável e não potável. Sendo essa a classificação mais adotada.

- **Reúso Potável**

- Reúso Potável direto: quando o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável.

- Reúso Potável indireto: caso em que o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como potável.

- **Reúso não Potável**

- Reúso não potável para fins industriais: abrange os usos industriais de refrigeração, águas de processo, para utilização em caldeiras, construções, etc.

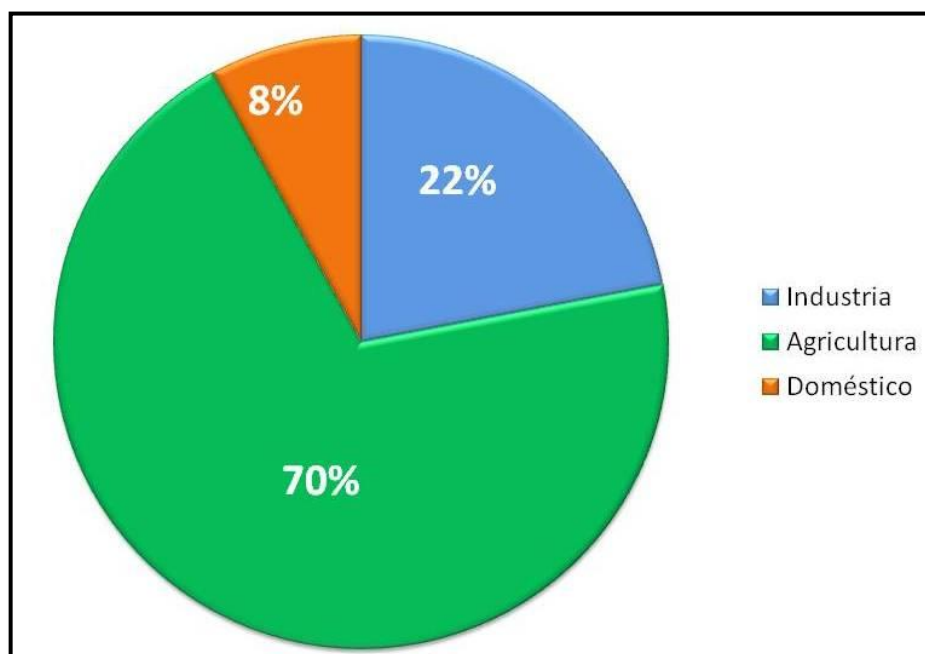
- Reúso não potável para manutenção de vazões: a manutenção de vazões de cursos de água promove a utilização planejada de efluentes tratados, visando uma adequada diluição de eventuais cargas poluidoras a eles carregadas, incluindo-se fontes difusas, além de propiciar uma vazão mínima na estiagem.

- Reúso não potável para fins recreacionais: reservada para enchimento de lagoas ornamentais, irrigação de campos de futebol, campos de golfe, parques de recreação, entre outros.
- Reúso não potável para fins de aquicultura: ocorre tanto na produção de plantas aquáticas, como na produção de peixes.
- Reúso não potável para fins agrícolas: utilizada na irrigação de plantações, pastagens e forrações, cinturões verdes, dessedentação de animais. Na aplicação deste reúso pode ocorrer recarga do lençol subterrâneo, embora esse não seja o principal objetivo.
- Reúso não potável para fins domésticos: pode abranger a irrigação de jardins e gramados residenciais, lavagem de veículos e para as descargas sanitárias; enquanto que em edifícios emprega-se em: reserva contra incêndio e resfriamento de equipamentos de ar condicionados.
- Reúso não potável para fins de recarga de aquíferos subterrâneos: pode ocorrer de forma indireta, utilizando águas superficiais que tenham recebidos descargas de efluentes tratados; e de forma direta, através de injeção sobre pressão.

### 3.3 Vantagens da Aplicação de Águas Residuais na Agricultura

A água é imprescindível para o abastecimento mundial de alimentos e para a irrigação. Dados da ONU revelam que cerca de 70% da água disponível no mundo é utilizada para irrigação (Figura 2) e no Brasil esse índice pode chegar a 72%. Seus relatórios apontam que o uso da água tem crescido a uma taxa duas vezes maior do que o crescimento da população ao longo do último século. A tendência é que o gasto seja elevado em até 50% até 2025 nos países em desenvolvimento; e em 18% nos países desenvolvidos.

Figura 2 - Distribuição Do Consumo De Água No Mundo



Fonte: Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), 2003.

Com base nesses dados averigua-se a importância do investimento em políticas públicas para adoção da prática do uso de águas residuais na agricultura, uma vez que representa uma significativa economia da reserva dos mananciais.

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, na sigla em inglês) uma redução de 10% no desperdício poderia abastecer o dobro da população mundial dos dias atuais.

A Agência Nacional de Águas diz que: “Apesar da agricultura irrigada ser o principal uso no país e por isso requerer maior atenção dos órgãos gestores, visando ao uso racional da água, ela resulta em aumento da oferta de alimentos e preços menores em relação àqueles produzidos em áreas não irrigadas devido ao aumento substancial da produtividade”, pondera o Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. (ANA, 2012, p. 57).

A questão do grande volume utilizado na agricultura do nosso país também vem sendo tema de debate na Subcomissão de Segurança Alimentar da Câmara dos Deputados. Maria Emília Pacheco, presidenta do Conselho Nacional de Segurança Alimentar (CONSEAS), ressalta que o Brasil precisa de uma agricultura que tenha harmonia com o meio ambiente. “A chamada revolução verde não é baseada na especificidade de uma agricultura tropical. Ela usa água em quantidade demasiada, desperdiça água.”.

Hespanhol (1999), afirma que a fixação, operação, e o planejamento correto do reúso trazem uma vasta melhoria. O reúso dos efluentes domésticos, de forma particular, e de águas residuais, de uma forma geral, promove várias vantagens (BERNARDI, 2003). A Figura 3 apresenta as vantagens e melhorias deste recurso.

Figura 3 - Melhorias E Vantagens Do Reúso.

MELHORIAS	VANTAGENS	
<b>Minimização da descarga de esgoto nos corpos hídricos;</b>	Propicia o uso sustentável dos recursos hídricos;	Possibilita a economia de dispêndios com fertilizantes e matéria orgânica;
<b>Preservação dos recursos subterrâneos;</b>	Minimiza a poluição hídrica nos mananciais;	Provoca aumento da produtividade agrícola;
<b>Preservação do solo, com acúmulo de húmus e aumento da resistência à erosão;</b>	Estimula o uso racional de água de boa qualidade;	Gera aumento da produção de alimentos; e
<b>Aumento da produção de alimentos (irrigação agrícola), elevando os níveis de saúde, qualidade de vida e de condições sociais.</b>	Permite evitar a tendência de erosão do solo e controlar processos de desertificação, por meio da irrigação e fertilização de cinturões verdes;	Permite maximizar a infraestrutura de abastecimento de água e tratamento de esgotos pela utilização múltipla da água aduzida.

Fonte: Adaptado de Hespanhol (1999) e Bernardi (2003)

Segundo Pescod (1992) o reúso de forma planejada na agricultura serve tanto como um atenuante para a disponibilidade de água para atividades mais nobres, quanto um meio de acentuar a poluição hídrica, além de uma forma efetiva de repor nutrientes para as plantas, reduzindo ou eliminando o uso de fertilizantes artificiais.

Guidolin (2000) destaca que em efluentes urbanos brutos, são encontrados elementos minerais importantes para o crescimento de culturas agrícolas, como os macronutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), e os micronutrientes Arsênio (As), Cádmiu (Cd), Cromo (Cr), Mercúrio (Hg), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Selênio (Se) e Zinco (Zn).

Van Der Hoek *et al.* (2002) discorre com relação ao aproveitamento da água residuária na agricultura, que as maiores vantagens residem na conservação da água disponível e na possibilidade de aporte e reciclagem de nutrientes, uma vez que reduz a necessidade de fertilizantes químicos o que concorre para a preservação do meio ambiente.

De maneira geral pode-se considerar que a maior vantagem do reúso na agricultura é a grande economia de água potável, sendo que este também promove vantagens como: uso sustentável dos recursos hídricos; gera aumento da produção de alimentos e produtividade agrícola; minimiza a poluição hídrica nos mananciais; possibilita a economia de dispêndios com fertilizantes e matéria orgânica; permite evitar a erosão do solo e controlar processos de desertificação, através da irrigação e dos cinturões verdes; e estimula o uso racional de águas de boa qualidade.

### 3.4 Riscos da Aplicação de Águas Residuais

Quando se trata de reúso da água associa-se imediatamente a utilização do esgoto como fonte do recurso hídrico, o que causa certa repulsa por parte da população mais desinformada. Apesar de saber-se a importância da utilização de águas residuais e saber-se que ao obedecer aos processos necessários para o tratamento desses mananciais, o risco de contaminação é mínimo, não se pode descartá-los totalmente, tendo em vista que dependendo do tipo de fonte utilizada, pode-se apresentar riscos reais para a saúde humana.

Projetos de reúso devem considerar os aspectos de saúde pública e educação ambiental, levando em consideração o planejamento de políticas e à gestão do saneamento, sendo assim imprescindíveis regulações deste tipo de atividade.

Segundo Hespanhol, (2002), os riscos elevados ligados à utilização de esgotos, para fins potáveis, mesmo sendo estes domésticos, devem ser tratados com extrema cautela, a fim de garantir proteção permanente e efetiva dos usuários. Além do tratamento convencional, recomenda-se a retenção de esgotos já tratados em aquíferos subterrâneos, antes de destinar a água para distribuição dos consumidores.

A OMS baseia-se em pesquisas científicas e epidemiológicas para estabelecer diretrizes para o uso seguro de esgotos. Hespanhol (2002) descreve que essas diretrizes são estabelecidas no intuito de apenas orientar e estabelecer uma referência de padrões e normas, a nível nacional, não sendo assim aceita como regra em todos os países.

A utilização de águas residuárias para produção agrícola, somente resultará em risco real (probabilidade de ocorrência de casos de doença), se as seguintes premissas forem satisfeitas:

- a) O organismo patogênico excretado alcançar o meio ambiente em quantidades correspondentes à dose infectante, ou o organismo patogênico se multiplicar no meio ambiente em quantidades correspondentes à dose infectante;
- b) A dose infectante alcançar um hospedeiro humano ou animal;
- c) O hospedeiro se infectar;
- d) A infecção resultar em doença ou transmissão posterior (casos secundários). (Bastos *et al*, 2006 *apud* Gomes, 2012).

A Figura 4 apresenta as recomendações adotadas pela OMS, com base em critérios epidemiológicos.

Figura 4 - Recomendações Da Organização Mundial De Saúde Sobre A Qualidade Microbiológica A Serem Empregadas Na Agricultura (1).

CATEGORIA	TIPO DE IRRIGAÇÃO E CULTURA	GRUPOS DE RISCOS	NEMATÓIDE INTESTINAL (2)	COLIFORMES FECAIS (3)	PROCESSOS DE TRATAMENTO
<b>A</b>	Culturas para serem consumidas cruas	Consumidores, agricultores público em geral	≤1	≤1000(4)	Lagoas de estabilização em série, ou tratamento equivalente em termos de remoção de patogênicos
<b>B</b>	Cereais, plantas forrageiras pastagens, árvores (5)	Agricultores	≤1	Sem recomendação	Lagoas de estabilização com 8-10 dias de tempo de detenção ou remoção equivalente de helmintos e coliformes fecais
<b>C</b>	Irrigação localizada de plantas da categoria B na ausência de riscos para os agricultores	Nenhum	Não Aplicável	Não Aplicável	Pré-tratamento de acordo com o método de irrigação, no mínimo sedimentação primária

Observações:  
 1. Em casos específicos, as presentes recomendações devem ser adaptadas a fatores locais de ordem ambiental, sócio-cultural e epidemiológica. 2. *Ascaris*, *Trichuris*, *Necator* e *Ancylostoma*: média aritmética do número de ovos por litro. 3. Média geométrica do número de CF - coliformes fecais, por 100ml durante o período de irrigação. 4. Para parques e jardins onde o acesso do público é permitido: 2 CF/100ml. 5. No caso de árvores frutíferas a irrigação deve terminar duas semanas antes da colheita e nenhum fruto deve ser apanhado do chão. Irrigação por aspersão, não deve ser empregada.

Fonte: Adaptado de Nuvolari, 2003.

O nível de contaminação da água de reúso depende do sistema de irrigação e do tipo de cultura (Figura 5), das condições climáticas e do tipo de tratamento utilizado (NUVOLARI, 2003).

Figura 5 - Orientações Quanto Aos Riscos E Consequências Sobre A Utilização De Águas Que Recebem Esgotos Sanitários Conforme Os Métodos De Irrigação E Suas Características.

Método	Características	Riscos/Consequências
<b>Inundação</b>	Água estacionada no tabuleiro enquanto infiltra	Mau cheiro e aspecto. Atração e desenvolvimento de moscas e vetores
	Muito contato do irrigante com a água	Risco de contaminação do irrigante
<b>Sulcos</b>	Água caminha lentamente nos sulcos enquanto infiltra	Mau cheiro e aspecto. Atração e desenvolvimento de moscas e vetores
	Contato do irrigante com a água	Risco de contaminação do irrigante
<b>Micro-aspersão</b>	A água é aspergida em pequenos círculos junto ao pé das plantas	Risco de contaminação do irrigante, das plantas e fruto é mínimo
	O Sistema geralmente envolve filtração da água e orifícios com pequenos diâmetros dos emissores	Pode haver entupimentos dos orifícios, devido a sólidos em suspensão e algas exigindo maiores cuidados na manutenção dos filtros
<b>Gotejamento</b>	A água é colocada em gotas, junto ao pé da planta	Risco de contaminação do irrigante, das plantas e fruto é mínimo
	O Sistema envolve filtração da água e orifícios com pequenos diâmetros dos emissores	Prováveis problemas com os filtros e com entupimento dos emissores, prejudicando a distribuição da água
<b>Subterrânea: Elevação do nível do lençol freático</b>	A água caminha lentamente nos canais para elevação do nível da água	Mau cheiro e aspecto. Atração e desenvolvimento de moscas e vetores
	Contato do irrigante com a água de irrigação	Contaminação do irrigante
<b>Subterrânea: Aplicação da água no interior do solo</b>	A água é 'injetada' no solo através de tubulações enterradas porosas ou perfuradas	Praticamente não há riscos de contaminação do irrigante, das plantas e dos frutos. Problemas com fechamento dos poros e furos

Fonte: Adaptado de Nuvolari, 2003.

### 3.5 Estação de Tratamento de Esgoto Convencional

De modo geral, para obter-se água residual a partir de água poluída, é necessário submetê-la a tratamento. E esse processo de tratamento acontece nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Com base em Fernandes (1997) e Nuvolari (2003), são unidades destinadas a dar condições ao esgoto recolhido, antes de ser devolvido à natureza sem prejuízo ao meio ambiente.

O tratamento convencional inicia-se com a coleta do esgoto nos domicílios e nas indústrias e o transporte desse material até uma Estação de Tratamento de Esgoto. E seu objetivo é remover o material sólido, exterminar micro-organismos patogênicos e reduzir as substâncias químicas indesejáveis.

As ETE's imitam o que ocorre na natureza, reproduzido a capacidade que os cursos de água têm naturalmente de decompor a matéria orgânica, em um menor tempo e espaço, sendo executado em várias etapas de tratamento.



- Tratamento Preliminar

Gradeamento: retém o material sólido grosseiro em suspensão no esgoto, para proteger tubulações, válvulas, bombas e outros equipamentos, pode ser constituído por barras metálicas paralelas igualmente espaçadas (de limpeza manual) ou por grades mecanizadas.

Caixa de Areia: dispositivo destinado a reter areia e outros detritos minerais inertes, geralmente presentes no esgoto doméstico, e visam proteger bombas à abrasão, bem como evitar entupimentos das canalizações e a sedimentação desse material nos decantadores ou digestores.

- Tratamento Primário

Decantador Primário: este processo retira grande parte da matéria orgânica, por meio dos tanques de decantação onde os esgotos fluem lentamente para que os sólidos presentes possam se sedimentar no fundo, devido sua densidade ser maior do que a do líquido, formando uma massa denominada lodo primário bruto.

- Tratamento Secundário

Tanque de Aeração: a matéria orgânica que restou do processo anterior é retirada através de reações bioquímicas, realizadas por microrganismos aeróbios (bactérias, protozoários, fungos, etc.) no tanque de aeração. Esse processo biológico dar-se através do contato entre os micro-organismos e o material orgânico contido nos esgotos, convertendo a matéria orgânica em gás carbônico, água e material celular.

Decantador Secundário e Retorno do Lodo: o efluente do tanque de aeração é submetido à decantação, para separação do lodo ativado, e volta para o tanque de aeração. Esse retorno é necessário para suprir o tanque com uma quantidade suficiente de microrganismos e manter uma relação alimento/micro-organismo capaz de decompor com maior eficiência o material orgânico. O efluente líquido oriundo desse processo é descartado diretamente para o corpo receptor ou passa por tratamento para que possa ser reutilizado internamente ou oferecida ao mercado para usos menos nobres, como lavagem de ruas e rega de jardins.

- Tratamento do Lodo

Adensamento do Lodo: processo para aumentar o teor de sólidos do lodo e reduzir o volume de água. Com isso, as etapas subsequentes (digestão, desidratação e secagem) se beneficiam desta redução. Os tipos mais comuns de adensamento são:

- *Adensamento por Gravidade*: tem por princípio o funcionamento de sedimentação por zona. O lodo adensado é retirado do fundo do tanque, similar aos decantadores convencionais.

- *Adensamento por Flotação*: é introduzido ar na solução através de uma câmara de alta pressão. Após a despressurização, o ar dissolvido na solução forma micro-bolhas, arrastando para a superfície flocos de lodo para serem removidos.

Digestão Anaeróbia: é realizada com as seguintes finalidades: Destruir ou reduzir os micro-organismos patogênicos; Estabilizar parcial ou totalmente as substâncias instáveis e matéria orgânica presentes no lodo fresco; Reduzir o volume do lodo através dos fenômenos de liquefação, gaseificação e adensamento; Permitir a sua utilização, quando estabilizado convenientemente, como fonte de húmus ou condicionador de solo para fins agrícolas; As bactérias anaeróbias aproveitam o oxigênio combinado; As bactérias acidogênicas degradam os carboidratos, proteínas e lipídios transformando-os em ácidos voláteis, e as bactérias metanogênicas convertem grande parte desses ácidos em gases, predominando a formação de gás metano.

Filtro Prensa de Placas: neste processo a desidratação é feita ao forçar a água do lodo sob alta pressão. Esse processo tem como vantagens: a alta concentração de sólidos da torta, baixa turbidez do filtrado e alta captura de sólidos.

Secador Térmico: nesse processo a redução da umidade se dá através da evaporação de água para a atmosfera com a aplicação de energia térmica, podendo-se obter teores de sólidos da ordem de 90 a 95%. Com isso, o volume final do lodo é reduzido significativamente.

- Lagoas de Estabilização: com a finalidade de tratar esgotos domésticos, seu principal objetivo é remover matéria orgânica. São classificadas em três tipos:

- *Lagoas Aeradas*: são lagoas com profundidades da ordem de 3 a 5 metros, cujo objetivo é minimizar ao máximo a presença de oxigênio para que a estabilização da matéria orgânica ocorra estritamente em condições anaeróbias.

- *Lagoas Facultativas*: são lagoas com profundidade de 1,5 a 3 metros. Neste tipo de lagoa, ocorrem 02 processos distintos:

Aeróbios: ocorre na superfície, através da fotossíntese e é realizado pelas algas onde há liberação de oxigênio no meio.

Anaeróbio: ocorre no fundo quando a matéria orgânica tende a sedimentar.

- *Lagoas de Polimento*: São lagoas com profundidades de 0,8 a 1,5 m e sua principal função é remover patógenos devido a boa penetração de radiação solar, elevado pH e elevada concentração de oxigênio dissolvido.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 4.1 Coleta de Dados da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba – CAGEPA

Para o desenvolvimento da pesquisa foram feitas visitas à sede administrativa da Borborema da CAGEPA, localizada na cidade de Campina Grande - PB, no intuito de levantar informações, sobre o tipo de tratamento de efluentes adotados por essa companhia.

Essas visitas ocorreram no período de novembro de 2014 a fevereiro de 2015, e foram destinadas aos setores de:

*Assessoria Técnica da Gerência*: onde foram obtidas informações técnicas a respeito do funcionamento da ETE, tais como estrutura (Anexo A), suporte, capacidade do volume de esgoto recebido, entre outros.

*Subgerência de Controle Operacional*: para esclarecimento quanto à demanda da operação da estação, e a quantidade de esgoto recebido mensalmente pela Empresa e o volume recuperado no final do processo de tratamento.

*Subgerencia de Tratamento e Controle de Qualidade:* neste setor obtive-se as referências da qualidade final do esgoto tratado, e se estão dentro dos padrões estabelecidos pelas entidades reguladoras (Anexo B).

Coordenação de cadastro: destinado à coleta dos arquivos, mapas fotos e plantas de todos os setores da cidade de Campina Grande.

Todas as informações foram colhidas com base em entrevistas (Apêndices A e B) com os responsáveis (Subgerentes, coordenadores e assessores) pelos setores especificados anteriormente.

#### 4.2 Sistema de Esgotamento Sanitário

O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) adotado pela CAGEPA na cidade de Campina Grande – PB é do tipo Sistema Separador Absoluto. Este tipo de sistema comporta apenas o recolhimento de esgoto, seja este, doméstico industrial ou comercial, portanto não abrange o escoamento de águas pluviais pelos seus emissários. Esses sistemas sanitários são constituídos de vários acessórios e segundo Fernandes (1997) e Nuvolari (2003), têm-se as seguintes definições:

- **Rede Coletora:** Conjunto de tubulações constituídas por ligações domiciliares, coletores de esgoto, coletores troncos e seus órgãos acessórios. Tendo como função receber as contribuições dos domicílios, prédios e economias, promovendo o transporte até os interceptores e emissários;

- **Coletor de Esgoto:** Tubulação subterrânea da rede coletora que recebe contribuição de esgotos em qualquer ponto ao longo de seu comprimento;

- **Ligação Domiciliar:** Trecho do coletor predial compreendido entre o lote e o coletor público;

- **Coletor Principal:** Coletor de maior extensão dentro de uma mesma bacia de esgotamento;

- **Coletor Tronco:** Geralmente é o coletor de maior diâmetro que recebe apenas contribuição de outros coletores, em determinados pontos (Poços de Visita);

- **Poço de Visita (PV):** Câmara visitável que permitir inspeção e trabalhos de manutenção preventiva ou corretiva nas tubulações, sendo construída em pontos

estratégicos da rede, como início dos coletores ou reunião de coletores, mudança de direção e declividade;

- **Interceptor:** Canalização que recolhe contribuições de uma série de coletores de modo a evitar que deságüe em uma localidade;

- **Emissário:** destina-se apenas ao transporte das vazões reunidas anteriormente;

- **Estação Elevatória de Esgotos (EEE):** Conjunto de equipamentos destinados a promover o recalque das vazões de esgoto coletadas a montante;

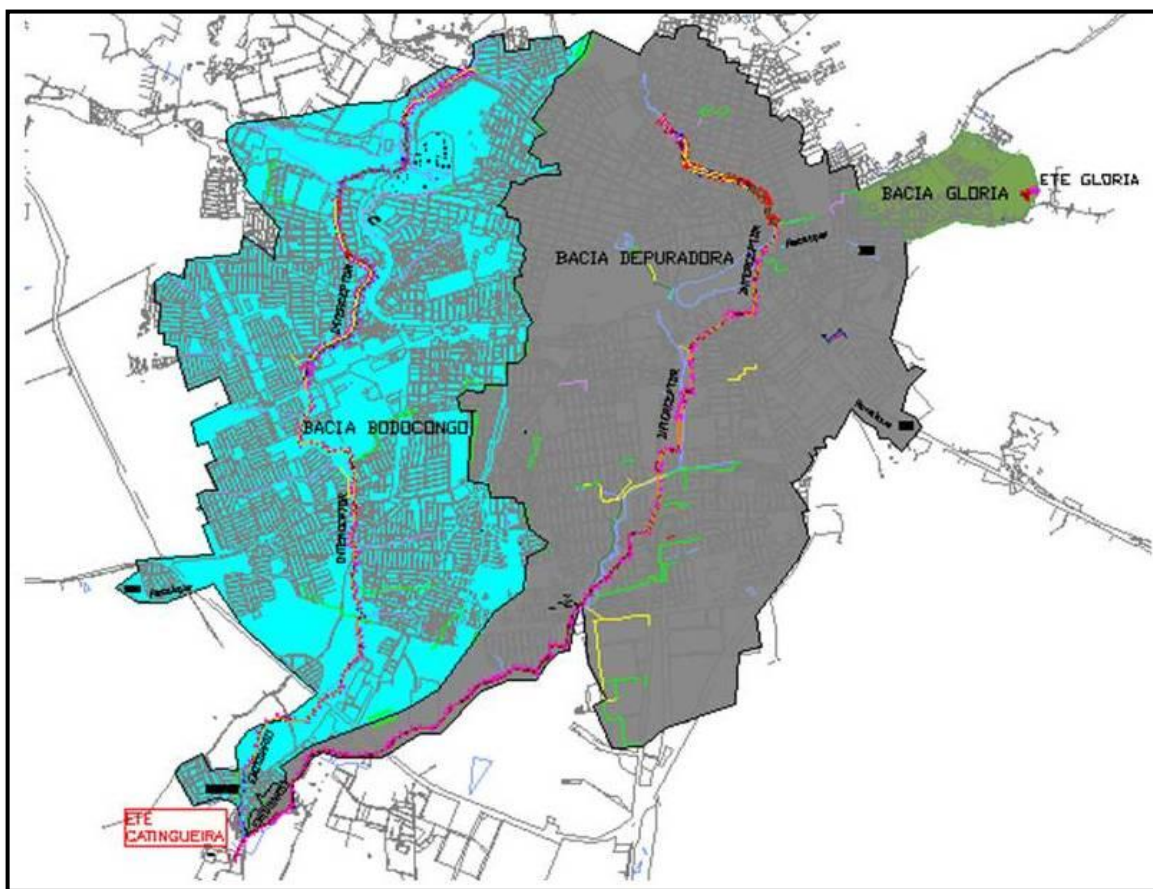
- **Estação de Tratamento de Esgotos (ETE):** Unidade destinada a dar condições ao esgoto recolhido de ser devolvido à natureza sem prejuízo ao meio ambiente.

O sistema adotado por esta, é dividido em grandes bacias coletoras, que são as bacias do Glória, Depuradora e Bodocongó (Figura 06). Essas duas últimas recebem a maior parte do volume de esgoto das quase 89.702<sup>2</sup> ligações domiciliares cadastradas e através de seus emissários, os direciona por gravidade para a ETE da Catingueira, para posteriormente ser bombeado para ETE da Caiçara, que foi construída com previsão para o crescimento da cidade na ordem de aproximadamente 500.00 habitantes.

---

<sup>2</sup> Dados de Janeiro de 2015, fornecidos pela CAGEPA.

Figura 6 - Mapa Das Bacias Drenadas Pelo Sistema De Esgotamento Sanitário De Campina Grande.



Fonte: Adaptado CAGEPA, 2012.

#### 4.3 Estação de Tratamento de Esgoto da Catingueira

A ETE da Catingueira é composta por tratamento preliminar (Grade de barras, Caixa de Areia com calha Parshall) e um sistema de duas Lagoas aeradas em série (Figura 07). Porém, com o crescimento da cidade esse sistema se tornou ineficiente, e com a construção novo sistema de tratamento de esgoto, passou a operar apenas complementando a ETE da Caiçara.

As grades de barras, caixa de areia com calha Parshall foram desativadas, e as lagoas aeradas hoje funcionam como anaeróbias, de onde recalca o efluente para a nova estação.

Figura 7 - Antigas Lagoas Aeradas.



Fonte: *Google Earth*, 2015.

Caixa de areia desativada  
(Antigo sistema de tratamento preliminar).

#### 4.4 Estação de Tratamento de Esgoto da Caiçara

Em 2012 a nova ETE passou a operar, recebendo o efluente recalcado do antigo sistema de tratamento. Essa estação conta com nova caixa de areia com grade de barras mecanizadas (Figura 08) e como sistema de lagoas de estabilização (Figura 09).

Segundo Gomes (2013), o sistema de lagoas de estabilização é composto por três módulos em série, sendo que cada módulo possui duas lagoas facultativas (Figura 10) e uma de polimento, com capacidade de tratar a vazão média de 643,70 L/s. Estas lagoas são alimentadas pelo efluente que sai do tratamento preliminar através de um emissário de 700 mm (Figura 11).

Figura 8 - Nova Caixa De Areia Com Grades Mecanizadas.



Fonte: Gomes, 2013.

Figura 9 - Sistema De Lagoas De Estabilização Em Funcionamento.



Fonte: Google Earth, 2015.



Figura 10 - Detalhe Da Lagoa Facultativa Com Carga.



Fonte: Gomes, 2013.

Figura 11 - Detalhe Do Emissário Que Transporta O Efluente Até As Lagoas Facultativas.



Fonte: Gomes, 2013.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo da pesquisa foi levantar várias informações, na ânsia de descobrir respostas para as indagações sobre o fato estudado, proporcionando mais conhecimentos acerca de um assunto ou problema ainda não esclarecido.

A pesquisa tem como finalidade tentar conhecer e explicar os fenômenos que ocorrem nas suas mais diferentes manifestações e a maneira como se processam os seus aspectos estruturais e funcionais, a partir de uma série de interrogações. Ele afirma ainda que, “pesquisar significa planejar cuidadosamente uma investigação com as normas da Metodologia” (Oliveira, 1999).

Para a realização do presente estudo, se empreendeu uma pesquisa com o objetivo inicial de ressaltar a importância da utilização de águas residuais, devido à crescente demanda de água e a diminuição dos reservatórios de água potável no mundo e do grande valor que esse recurso tem sobre qualquer que seja a forma de vida.

Desta forma teve-se como foco esclarecer o que é o reúso de água, e as suas distintas formas a serem consideradas, tanto do ponto de vista de como são classificados o reúso, quanto às diversas áreas de aplicação das águas residuais.

Para entender o que são as águas residuais, necessitasse compreender que as águas de reúso são provenientes dos processos de tratamento de esgotos, sejam estes domiciliares, comerciais ou industriais, que ocorrem nas Estações de Tratamento (ETE). Portanto, essa pesquisa utilizou como base o modelo da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) adotado pela Companhia de Água de Esgoto da Paraíba na cidade de Campina Grande – PB. Com isso necessitou-se previamente compreender o que é um Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), já que a ETE é parte integrante desse sistema.

Para a compreensão de como acontece o processo de tratamento de esgoto essa pesquisa englobou tanto a parte teórica, através de entrevistas (Apêndices A e B), discussão e questionamentos, com os responsáveis por cada setor que tivesse em consonância com a pesquisa na CAGEPA. Como também foram feitas visitas em campo para se constatar *in loco* como se dá esse processo.

Tendo como base as respostas da Entrevista com a Assessoria Técnica da CAGEPA (Apêndices A), compreendeu-se o passo a passo do funcionamento do

Sistema de Esgotamento Sanitário adotado pela Empresa na Cidade de Campina Grande, desde como é feito o recolhimento de esgoto nas residências até o destino final na Estação de tratamento. Levando-se em consideração as estruturas físicas, materiais utilizados, classificação de cada etapa de destino do esgoto, funcionamento das ETE's e detalhamentos dos processos que ocorrem em cada ponto de tratamento do esgoto.

Com relação à Entrevista com Subgerência de Controle Operacional (Apêndices B), pode-se esclarecer as indagações quanto a forma de como é operado todo o Sistema de Esgotamento Sanitário em uso em Campina Grande, desde a previsão mensal de entrada de esgoto, e o volume que é tratado nas Estações de Tratamento, quanto a estrutura necessária para recalcar todo efluente produzido nesta.

Contudo cabe ressaltar que essa pesquisa foi apenas de caráter explicativo e exploratório sobre a temática do reúso, uma vez que pouco se debate sobre esse tema que é de grande importância não só para a preservação e cuidado quanto ao uso da água potável, mas também da preservação do meio ambiente como um todo.

## **6 CONCLUSÃO**

Mediante o exposto, torna-se clara a necessidade da ampliação de estudos que apontem novas alternativas que diminua ou aperfeiçoem o uso de água potável. E da prática de utilização de águas de reúso, tendo em vista os grandes benefícios que esta trás para a preservação tanto dos mananciais como do meio ambiente.

Para isso é necessário que sejam adotadas políticas públicas para o incentivo da ampliação do uso de água residuais, tendo em vista que o investimento em saneamento gera diretamente economia em saúde pública. Também são necessárias contrapartidas para a adoção dessa técnica na agricultura, onde a qualidade não é fator decisivo e são comprovadas vantagens significativas quanto ao aumento da produção agrícola. Já que esta é uma alternativa economicamente viável, onde na maioria das cidades tem-se um aporte para sua aplicação de forma real e diretiva.

Todavia deve-se buscar atrelar a utilização de águas residuais à conscientização do uso da água como um todo, pois se a água for vista apenas como um recurso natural inesgotável, este chegará o quanto antes ao seu fim, trazendo consigo uma problemática insolúvel.

## REFERÊNCIAS

AZZOLINI Jose Carlos *Contribuição Da Poluição Física, Química E Bioquímica Nas Águas Do Rio Do Peixe Pelo Afluente Rio Do Tigre*. Florianópolis 2002.

BASTOS, R. K. X; AISSE, M.M. *Tratamento e utilização de esgotos sanitários*. In: SANTOS, M. L. F. (Coord.). Rio de Janeiro, ABES, 2006. 247p. (PROSAB 4).

BERNARDI, C.C. *Reuso de água para Irrigação*, 2003. Disponível em: <<http://www.iica.org.br/docs/publicacoes/publicacoesiica/cristinacosta.pdf>>. Acesso em: 15 de novembro 2014.

BREGA FILHO D.; MANCUSO P.C.S. *Conceito de reúso de água*. In: Mancuso PCS, dos Santos HF. Reúso de água. Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental-ABES. São Paulo, 2002.

CAGEPA. *Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Conclusão das Obras de Implantação do Sistema de Tratamento de Esgotos Sanitários da Cidade de Campina Grande-PB*. João Pessoa-PB, 2007.

CNRH. *Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005*. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências.

FAO. *Organização Das Nações Unidas Para Alimentação E Agricultura*. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/>>. Acesso em: 11/01/2015.

FERNANDES, C. *Esgotos Sanitários*. Ed. Univ./UFPB, João Pessoa, 1997, 435p. Reimpressão Jan/2000.

GOMES, Emanuele Ferreira. *Perdas da vazão e seus efeitos na operação do sistema de esgotamento sanitário de Campina Grande, Paraíba*. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

GOOGLE. *Google Earth*. Disponível em: <[www.google.com.br](http://www.google.com.br)>. Acesso em: 20 jan, 2015.

HESPANHOL, Ivanildo. *Esgotos como Recurso Hídrico. Parte I: Dimensões Políticas, Institucionais, Legais, Econômico-financeiras e Sócio-culturais*. Engenharia, São Paulo: Instituto de Engenharia de São Paulo, v. 55, n. 523, 1999.

HESPANHOL, I.(2002). *Potencial de reuso de água no Brasil – Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos*. RBRH- Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.7, n.4, p.75- 95. Out./Dez.2002.

LEME, F.P.. *Engenharia de Saneamento Ambiental*, 2ª Edição, Livros Técnicos e Científicos. Editora S.A., Rio de Janeiro, 1984.

LAVRADOR FILHO, J. *Contribuição para o entendimento do reúso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil*. São Paulo, 1987. 198p. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica de São Paulo/USP.

MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. *Reúso de Água – Coleção Ambiental*. São Paulo: Manole, 2003.

METCALF; EDDY. *Wastewater engineering treatment disposal reuse*. 4. ed. Revised by G. Tchobanoglous, F. Burton e D. Stensel. New York: McGraw Hill Book, 2003.

NUVOLARI, A. *Esgoto Sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola*. São Paulo: Blucher, 2003.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. *Tratado de metodologia científica: projetos, de pesquisa, TGI, TCC, monografia, dissertação e teses*. 1. ed. São Paulo: Thomson, 1999.

ONU. *Organização Das Nações Unidas* Disponível em: <<http://nacoesunidas.org/>>. Acesso em: 15/01/2015.

ORNELAS, P. *Reuso de água em edifícios públicos: o caso da Escola Politécnica da UFBA*. 2004. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2004.

POSTEL, Sandra. In: MANCUSO, P. C.S. e dos SANTOS, H. F. *A escassez e o reúso de água em âmbito mundial*. São Paulo: Manole, 2003.

POSTEL, S. and S. Carpenter. 1997. Freshwater Ecosystem Services. In G. C. Daily, ed., *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems* (Washington, D.C.: Island Press).

RODRIGUES, Raquel dos Santos. *As Dimensões Legais e Institucionais de Reúso de Água no Brasil: Proposta de Regulamentação do Reúso no Brasil*, 2005. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

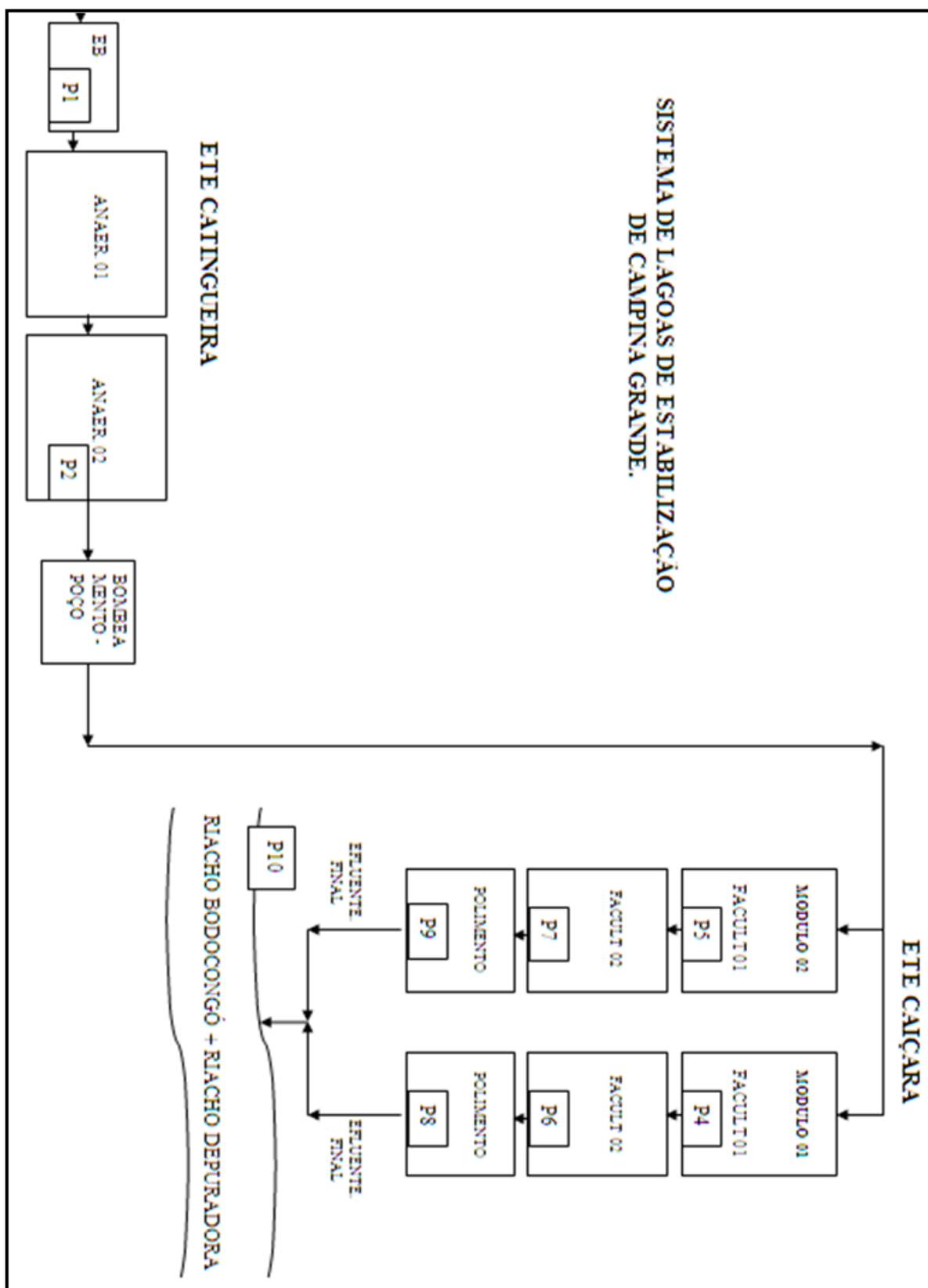
SANTOS FILHO, D.F. S. dos. *Tecnologia de tratamento de água*. São Paulo; Livraria Nobel. 1981.

SILVA, A.K.P.; FLORES, L.C.; GALDEANO, M.M.; VAL, P.T. *Reúso da água e suas implicações jurídicas*. São Paulo: Editora Navegar, 2003.


TUCCI, C. E. M. *Modelos Hidrológicos*. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS/ABRH, 1998.

VAN DER HOEK, W. *Urban wastewater: a valuable resource for agriculture*. A case study from Horoonabad, Pakistan. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2002. 29p.

## ANEXO A – Esquema Do Sistema De Lagoas De Estabilização.



## ANEXO B – Relatório De Ensaio Das Análises De Água Das ETE'S Da Catingueira E Caiçara.

REGIONAL DA BORBOREMA ETE CATINGUEIRA / CAIÇARA		RELATÓRIO DE ENSAIO		MODOS DE TRATAMENTOS		CORPO RECEPTOR		RESOLUÇÕES DE REFERÊNCIA		
PARÂMETROS	UNIDADE	ESGOTO BRUTO	LAGOA ANAERÓBIA	LAGOAS DE MATURAÇÃO		EFICIÊNCIA DA ETE		R. BOD. + DEP. CLASSE 3 (MONTJ)	RIO PARAIBA CLASSE 2 (JUS)	RESOLUÇÕES DE REFERÊNCIA
				EFF1	EFF2	MÓDULO I	MÓDULO II			
TEMPERATURA DA AMOSTRA (CAMPO)	°C	28,0	NC	25,0	26,0			27,0	29,0	PARA CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES, CONSULTAR RESOLUÇÃO CONAMA N 430/2011
PH		7,3	NC	10,1	9,0			7,6	8,8	
TEMPERATURA	°C	24,3	NC	24,3	24,3			24,2	24,7	PARA CONDIÇÕES E PADRÕES DE CORPOS RECEPTORES, CONSULTAR RESOLUÇÃO CONAMA N 357/2005
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	uS.cm <sup>-1</sup>	2.300,0	NC	2.460,0	1.968,0			2.340,0	3.920,0	
SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS	mL.L <sup>-1</sup>	3,0	NC	<0,1	<0,1			<0,1	<0,1	
DBO <sub>520</sub>	mg.L <sup>-1</sup>	249,7	NC	14,8	24,9	94,1%	90,0%	50,4	15,8	
DAO	mg.L <sup>-1</sup>	531,6	NC	87,8	58,6	83,5%	89,0%	NR	NR	
O <sub>2</sub> DISSOLVIDO	mg.L <sup>-1</sup>	NA	NC	6,7	5,1			AUSENTE	9,0	
ÓLEOS E GRAXAS	mg.L <sup>-1</sup>	NR	NC	NR	NR			NR	NR	
NITROGÊNIO AMONÍACAL	mg.L <sup>-1</sup>	NA	NC	NR	NR			NR	NR	
FÓSFORO TOTAL	mg.L <sup>-1</sup>	NA	NC	NR	NR			NR	NR	
COLIFORMES TERMO TOLERANTES	Colif./100mL	2,1E+07	NC	3,0E+01	2,0E+02	99,9999%	99,9999%	2,9E+06	3,2E+02	
SÓLIDOS TOTAIS	mg.L <sup>-1</sup>	1.476,0	NC	1.539,0	1.258,0	-4,3%	14,8%	1.204,0	2.685,0	
TOTAIS FIXOS	mg.L <sup>-1</sup>	1.156,0	NC	1.276,0	1.006,0	-10,4%	13,0%	1.052,0	2.237,0	
TOTAIS VOLÁTEIS	mg.L <sup>-1</sup>	320,0	NC	263,0	252,0	17,8%	21,3%	152,0	448,0	
<b>Observações:</b> NA - NÃO SE APLICA À AMOSTRA; NR - NÃO REALIZADO; NC - NÃO COLETADO; RIO SEM VAZÃO										
Os resultados apresentados neste relatório têm significação restrita e referem-se exclusivamente à amostra analisada nas condições específicas não sendo extensiva a qualquer outra amostra.										
 Michele Mendonça Fonseca Química Responsável										



GERÊNCIA REGIONAL DO LITORAL - GR LI  
SUBGERÊNCIA DE TRATAMENTO - ST LI



LABORATÓRIO DE ANÁLISE E  
MONITORAMENTO DE  
EFLUENTES DA CAGEPA

REGIONAL DA BORBOREMA  
ETE CATINGUEIRA / CAIÇARA

RELATÓRIO DE ENSAIO

MODOS DE TRATAMENTOS

Data da coleta: 18/12/2014 às 09:15  
Vazão da ETE (L/s): -



## **APÊNDICE A - Entrevista Com A Assessoria De Assistência Técnica.**

- Como é classificado o Sistema de Esgotamento Sanitário que foi adotado em Campina grande – PB pela CAGEPA.
- Como funciona o esse Sistema de Esgotamento Sanitário.
- Como funciona as Estações de Tratamento de Esgoto da CAGEPA.
- Quais são os processos de tratamento de esgoto adotados nas ETE's da Catingueira e da Caiçara.
- Qual é a composição da estrutura física da Estação de Tratamento da Catingueira e da Caiçara.

## **APÊNDICE B - Entrevista Com A Subgerência De Controle Operacional.**

- Do ponto de vista operacional como funciona o Sistema de Esgotamento Sanitário que foi adotado em Campina grande – PB pela CAGEPA.
- Qual é a previsão mensal de recebimento de esgoto na Estação de Tratamento.
- Qual é a previsão mensal de esgoto tratado que sai da Estação de Tratamento.
- Quais são os problemas estruturais enfrentados na operação do Sistema de Esgotamento Sanitário.
- Como funciona a operação das ETE's da Catingueira e Caiçara.