



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG**  
**CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES – CFP**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS SOCIAIS – UACS**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA**

**WALESCA PEREIRA DE CASTRO**

**SANEAMENTO BÁSICO: abastecimento de água da cidade de  
Aurora – CE**

**CAJAZEIRAS – PB**  
**2014**

**WALESCA PEREIRA DE CASTRO**

**SANEAMENTO BÁSICO: abastecimento de água da cidade de  
Aurora– CE**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Licenciatura em Geografia da Unidade Acadêmica de Ciências Sociais da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Geografia.

**Orientador:** Prof. Dr. Marcelo Henrique de Melo Brandão

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)  
Denize Santos Saraiva Lourenço - Bibliotecária CRB/15-1096  
Cajazeiras - Paraíba

C355s Castro, Walesca Pereira de

Saneamento básico: abastecimento de água da cidade de  
Aurora - CE . / Walesca Pereira de Castro. Cajazeiras, 2014.

56f. : il.

Bibliografia.

Orientador(a): Marcelo Henrique de Melo Brandão.

Monografia (Graduação) - UFCG/CFP

1. Administração de recursos hídricos – Aurora - CE. 2.

Abastecimento de água. 3. Saneamento básico – Aurora - CE.

I. Brandão, Marcelo Henrique de Melo. II. Título.

UFCG/CFP/BS

CDU –556.18(813.1)

**WALESCA PEREIRA DE CASTRO**

**SANEAMENTO BÁSICO: abastecimento de água da cidade de  
Aurora– CE**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do curso de Licenciatura em  
Geografia da Unidade Acadêmica de Ciências  
Sociais da Universidade Federal de Campina  
Grande, como requisito parcial à obtenção do  
título de Licenciado em Geografia.

Aprovada em: 08/09/2014

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Marcelo Henrique de Melo Brandão (Orientador)  
Universidade Federal de Campina Grande

---

Prof.Ms. Marcos Assis Pereira de Souza  
Universidade Federal de Campina Grande

---

Prof.Ms. Henaldo Moraes Gomes  
Universidade Federal de Campina Grande

*Aos meus familiares pelo apoio e colaboração ao longo de minha formação acadêmica e em especial a minha irmã (gêmea) Valéria pela força e intenso companheirismo nos momentos decisivos da minha vida.*

*As minhas sobrinhas Maria de Fátima e Maria Isabele por terem me dado a alegria e a esperança nos momentos difíceis.*

*Aos professores e amigos que durante todo o curso me auxiliaram e orientaram, servindo de inspiração.*

*Ao meu orientador Marcelo Brandão, pelo seu comprometimento e responsabilidade na condução deste trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível tornar-se realidade, graças à contribuição de pessoas especiais as quais sou muito grata.

A Deus, primeiramente, pelo dom da vida, pela força, saúde, sabedoria e coragem para atingir os objetivos os quais me propus, e está sempre ao meu lado não deixando que eu desistisse diante das dificuldades.

Agradeço aos meus pais **João** e **Rita** pela educação que me proporcionaram em toda a minha vida, pelo incentivo, força, dedicação e também por me apoiarem nessa caminhada de estudos.

Aos meus irmãos: **Roberto César**, **Verônica**, **Valéria**, e especialmente a minha irmã **Vanusa** por estar sempre ao meu lado me apoiando e me ajudando, estando sempre disposta a me estender a mão para ajudar.

Às sobrinhas **Maria de Fátima** e **Maria Isabele** que sempre me serviram como fonte de inspiração para vencer.

À minha cunhada **Cícera Alteniza** pelos incentivos e conselhos que sem dúvida foram e serão imprescindíveis para minha vida pessoal e profissional.

A minha ex-professora **Neide Aquino**, uma pessoa que admiro. Recordo quando fui aluna dela no Ensino Médio e sem dúvida seus ensinamentos me instigaram e fomentaram minhas reflexões e despertaram meus anseios adormecidos na caminhada formativa à aprendizagem e ao desenvolvimento profissional. Sou grata pela gentileza e colaboração nas correções gramaticais desse trabalho, também pela atenção e carinho.

A minha aluna **Yonara Káise** pela força e motivação a todo o momento.

Ao professor **Ronaldo Santos**, pela disposição em avaliar este trabalho e também pelas sugestões valiosas que foram de suma importância.

A minha colega da Geografia **Vanessa Magalhães** que compartilhou e contribuiu com a construção do trabalho.

Ao meu Orientador Professor **Dr. Marcelo Henrique de Melo Brandão**, não tenho palavras para agradecer tudo que aprendi, e pelo crescimento que me proporcionou durante a orientação. Agradeço pela confiança desde o primeiro contato e por ter acreditado em minhas possibilidades e pelo empenho no trabalho e

principalmente a compreensão e incentivo que me permitiram concluir com êxito esta monografia

Ao curso de Geografia como um todo, pela bagagem adquirida durante a minha passagem pela Universidade.

Aos colegas da turma 2009.1 **Gilvania, Marília, José Avelino, Adriana, Mariana, Aparecida Alípio, Jessé**, especialmente as minhas amigas de curso: **Maria Joseilda e Maria José**, com as quais pude desfrutar momentos de descontração, aprendizado, motivação, amizade e por dividirem comigo diversos momentos difíceis durante o curso, e pela parceria durante certos trabalhos acadêmicos.

A minha amiga de faculdade, companheira de caminhada **Aparecida Rodrigues**, pelo apoio e amizade construída ao longo do curso, sempre estávamos juntas nos momentos bons e ruins de nossa vida acadêmica.

Aos professores **Henaldo Gomes e Marcos Assis**, por participarem de minha banca examinadora.

Agradeço de forma especial a todos os professores que sempre nos auxiliara e marcaram nossas vidas na UFCG: **LUCIANA MEDEIROS, RODRIGO PESSOA, MARCELO BRANDÃO, MARIA LUIZA, JOSIAS DE CASTRO, HENALDO GOMES, MARCOS ASSIS, FRANCISCO AUGUSTO** (in memoriam) ...; enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho monográfico de conclusão de curso.

*“Se você quiser alguém em quem confiar, confie em si mesmo. Quem acredita sempre alcança...”*

Renato Russo



## RESUMO

O presente trabalho tem como temática de estudo o saneamento básico e o abastecimento de água na cidade de Aurora – CE. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os aspectos do abastecimento de água, desde a sua captação até os problemas identificados na distribuição da água no perímetro urbano de Aurora. Observa-se que a partir do crescimento urbano da cidade de Aurora, o serviço de abastecimento de água não consegue suprir de forma adequada todos os bairros da cidade, visto que em algumas localidades a água só chega à noite, desta forma toda a população urbana precisa se prevenir no período em que a água está disponibilizada para a sua área. Esse problema não afeta apenas os bairros afastados; na cidade, o problema também é frequente. Às vezes passa mais de três dias sem água por problemas de tubulações estouradas atingindo toda a cidade ou bombas da ETA estão com algum problema. A metodologia utilizada para a execução da monografia constou das seguintes etapas: pesquisas bibliográficas em artigos científicos, teses, relatórios e entre outras, coletas de dados a partir da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) e uma visita na Estação de Tratamento de água (ETA). A pesquisa mostra que foram identificados vários problemas em relação ao abastecimento de água na cidade de Aurora, desta forma, propõem-se alternativas para minimizar os problemas identificados das seguintes maneiras: a adequação às normas técnicas do sistema de abastecimento de água da CAGECE e principalmente o controle de vazamentos na rede de abastecimento de água, além da sensibilização da população sobre a necessidade de racionalizar o uso da água em seu dia a dia, desta forma, procura-se contribuir para a melhoria de vida da população local.

**Palavras chaves:** Abastecimento – Saneamento – Aurora.

## **ABSTRACT**

The present work has as its theme the study of sanitation and water supply in the city of Aurora-CE. This study was to evaluate aspects of water supply, from its source to the problems identified in the distribution of water within the city limits of Aurora. It is observed that from the urban growth of the city of Aurora, the service water supply cannot meet adequately all the neighborhoods, since in some places the water only comes at night, this way the entire urban population need to prevent the period in which the water is made available for your area. This problem not only affects the other boroughs; in the city, the problem is also common. Sometimes spends more than three days without water problems burst pipes reaching across town or bombs ETA are in trouble. The methodology used for the implementation of the monograph consisted of the following steps: bibliographic research papers, theses, reports, and among others, data collection from the Water and Sewage Company of Ceara (CAGECE) and a visit at the Treatment Plant water (ETA). The Research shows that several problems were identified in relation to water supply in the city of Aurora, in this way, it proposes alternatives to minimize the problems identified in the following ways: adaptation to technical standards of the water supply system and especially CAGECE control of leaks in the water supply network and public awareness about the need to rationalize the use of water in their daily lives, thus, seeks to contribute to improving the lives of local people.

Key words: Supply – Sanitation – Aurora.

## LISTA DE FIGURA

**Figura 1** – Esquema da coleta, tratamento e distribuição de água.....29

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

<b>Foto 1</b> Flocodentador.....	30
<b>Foto 2</b> Decantação.....	31
<b>Foto 3</b> Filtros.....	31
<b>Foto 4</b> O laboratório de Análise da ETA em Aurora – CE.....	32

## LISTA DE MAPAS

<b>Mapa 1</b> Mapa das mesorregiões do Ceará.....	34
<b>Mapa 2</b> Mapa das microrregiões do Ceará.....	35
<b>Mapa 3</b> Localização do município de Aurora em relação aos domínios sedimentares e cristalino do estado do Ceará.....	39
<b>Mapa 4</b> Bacia do Rio Salgado – CE.....	46

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> População Residente na cidade de Aurora – CE.....	36
<b>Tabela 2</b> O consumo de água.....	48

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Precipitação da cidade de Aurora- CE/ 2000 a 2009 (Mensal).....	40
Gráfico2 Precipitação da cidade de Aurora- CE/ 2000 a 2009 (Anual).....	41

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- ANA:** Agência Nacional das Águas
- CAGECE:** Companhia de Água e Esgoto do Ceará
- ETA:** Estação de Tratamento de Água
- FUNCEME:** Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
- OMS:** Organização Mundial de Saúde



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>1 REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO</b> .....	19
1.1 A METODOLOGIA.....	28
<b>2 ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DA ÁGUA NA CIDADE DE AURORA</b>	29
2.1 PROBLEMAS IDENTIFICADOS.....	33
<b>3 AURORA: ASPECTOS DEMOGRÁFICOS, HISTÓRICOS E GEOAMBIENTAIS</b> .....	34
3.1 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	34
3.2 HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO E USO DO SOLO.....	36
3.3 ASPECTOS GEOAMBIENTAIS.....	38
3.3.1 Aspectos Geológicos.....	38
3.3.2 Aspectos Climáticos.....	39
3.3.3 Cobertura Vegetal.....	42
3.3.4 Aspectos Pedológicos.....	43
3.3.5 Hidrografia.....	44
<b>4 OS RECURSOS HÍDRICOS EM AURORA</b> .....	47
4.1 O USO DOMÉSTICO.....	47
4.2 A ÁGUA NA AGRICULTURA.....	48
4.3 FORMAS DE ATENUAR O PROBLEMA DE ABASTECIMENTO EM AURORA.....	49
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	50
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	52

## INTRODUÇÃO

A água é considerada o mais valioso recurso natural da humanidade; sem ela não existiria vida no planeta, no entanto, este bem não está sendo preservado pela humanidade. A água tem várias utilidades como: Na irrigação, no uso doméstico, industrial, para a navegação, turismo e principalmente na geração de energia.

A água é um recurso necessário para a existência do homem, mas pelo seu descaso se faz ameaçada, atingindo-o diretamente. Outro problema que com aumento da população, esse recurso está sendo degradado rapidamente. Com isso, várias intervenções provocadas pela ação antrópica, ou seja, devastação das florestas, o lançamento de resíduos poluentes na água pelas atividades urbanas e rurais, conseqüentemente coloca em risco as gerações futuras.

Além disso, as águas são disputadas pelos esgotos e pelas indústrias, que nelas jogam seus detritos. Portanto a água potável vai tornando-se cada vez mais escassa.

Atualmente, a preservação do meio ambiente é um assunto que vem sendo discutida por todo o planeta, principalmente, a questão dos recursos hídricos, que a cada dia vêm sofrendo um processo de poluição e com isso pode causar a redução da sua disponibilidade.

Vivemos numa época marcada pelas preocupações com o meio ambiente, por causa das transformações que o ser humano tem provocado na natureza. Por isso, torna-se necessário repensar as conseqüências ocasionadas pelo uso das águas de forma inconsciente, através do grande desperdício, sem pensar que esse recurso natural, é o responsável pela vida no planeta e pode chegar um dia o fim. É importante, que a população tenha a consciência que o futuro também é importante e não só o presente, isto é, as gerações futuras também têm o maior direito de beneficiar-se de água de boa qualidade.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo despertar o interesse para a importância da água e saneamento básico na cidade. Identificar os problemas na distribuição de água e apresentar propostas de atenuá-los.

Com o crescimento urbano da cidade de Aurora o serviço de abastecimento de água não consegue abastecer de forma adequada todos os bairros da cidade, em

alguns bairros a água só chega à noite ou passam três dias para chegar às residências.

Outro problema enfrentado na cidade de Aurora por causa do crescimento urbano é o saneamento precário, ou seja, toda a água utilizada pelos moradores pode ser água de esgoto doméstico ou industrial é descartada sem nenhum tratamento em galerias pluviais que levam as águas de esgotos para o rio Salgado que corta a cidade. Por causa desse problema a cidade não é abastecida pela água do rio Salgado, no entanto, apesar do Rio Salgado ser poluído, a população ciente desse problema ainda utiliza a água para promover lazer, como a prática de banho na margem do espelho d'água e também podendo destacar a lavagem de roupas, pelas lavadeiras que atribuem essa prática como um trabalho, gerando, assim, renda familiar. Mas o uso de produtos de limpeza ao contato com a água do rio prejudica a qualidade da água e o meio ambiente.

Portanto com a poluição dele, surgiu uma demanda para mudar o abastecimento de água, ou seja, com um projeto do Governo do Estado do Ceará foi construído um açude de grande porte, no Sítio Cachoeira para abastecer a cidade.

Para tanto, inicia-se com a análise da água como um bem público, essencial à vida de todos os seres humanos, animais e vegetais, que fazem parte do patrimônio do planeta, tem que ser protegida para que se possa preservar e conservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações.

Há pontos negativos na falta de um abastecimento de água de qualidade, como de saneamento básico, com isso pode ocasionar várias doenças graves e também prejudicar o meio ambiente. A maioria da população mundial não tem acesso ao saneamento básico. A humanidade precisa ter a consciência de utilizar a água de forma prudente e principalmente com responsabilidade.

Portanto, deve-se levar em consideração que este recurso natural é vital para a vida. Desta forma, faz-se necessária a implantação de algumas medidas para diminuir os gastos de água, pela população do município como políticas públicas por parte do governo municipal, tendo como meta a mudança de atitude no uso e exploração dos recursos hídricos. As atividades econômicas, industriais e a agricultura é que poluem mais os recursos hídricos, porque lança os seus resíduos nos rios sem nenhum tratamento.

Por fim, a falta de acesso à água de boa qualidade e ao saneamento pode ocasionar milhões de doenças na questão hídrica e muitas mortes a cada ano. O

motivo é a falta de serviços básicos, uma vez que a população tem o maior direito mais não é disponibilizado, com isso prejudica a saúde.

Esta monografia está organizada da seguinte forma: Introdução, Referencial Teórico e em quatro capítulos, no primeiro capítulo serão descritos a contextualização da temática.

Na Introdução, capítulo primeiro, apresenta e descreve a importância do abastecimento de água de uma forma geral e especificamente no município de Aurora – CE.

O segundo capítulo aborda o Referencial teórico–metodológico usado na pesquisa e também apresenta os conceitos básicos sobre saneamento básico, abastecimento e distribuição de água, as definições e o funcionamento de elementos pertencentes a um sistema de abastecimento de água.

O terceiro capítulo trata sobre o abastecimento de água, como é realizada a captação e a distribuição, aborda também, sobre o tratamento de água na cidade de Aurora e quais são os principais problemas enfrentados pela população da cidade com relação a esse serviço.

No quarto capítulo descreve os aspectos Geoambientais, ocupação e uso do solo da área de estudo, descrevendo os aspectos históricos e demográficos da cidade de Aurora.

No quinto Capítulo trata dos recursos hídricos da cidade de Aurora, também tratado uso da água nas atividades domésticas e na agricultura e aborda as soluções para atenuar os problemas identificados em relação ao abastecimento em Aurora.

As considerações finais são apresentadas no sexto capítulo, onde são apresentadas propostas e formas para atenuar os problemas identificados nos capítulos anteriores.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO

A água potável, própria para o consumo humano, para ser assim considerada, deve atender aos padrões de potabilidade. Se ela contém substâncias que desrespeitam estes padrões, ela é considerada imprópria para o consumo humano. As substâncias que indicam esta poluição por matéria orgânica são compostos nitrogenados, oxigênio consumido e cloretos. De acordo com Barros et al.(1995), o Sistema de Abastecimento de Água representa o "conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável de uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos".

A água constitui elemento essencial à vida. O homem necessita de água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para atender às suas necessidades, para proteção de sua saúde e para propiciar o desenvolvimento econômico. Para o abastecimento de água, a melhor saída é a solução coletiva, exceto no caso das comunidades rurais que se encontram muito afastadas.

As partes do Sistema Público de Água são: captação; adução (transporte); tratamento; preservação (armazenamento) e distribuição (LEAL, 2008).

Nosso planeta contém um volume fixo de aproximadamente 1,3 bilhões de km<sup>3</sup> de água. Deste volume 97,5% é água salgada e 2,5% é água doce, sendo que cerca de 2/3 estão contidos em geleiras, neves, gelos e solos congelados; logo, indisponível ao homem. Menos de 1/3 da água doce está disponível e é de fácil acesso estando nas águas superficiais como rios, lagos, umidade do solo e do ar, zonas úmidas, plantas, animais e aquíferos subterrâneos (CLARKE; KING, 2005).

A distribuição no mundo dessa pequena fração de água doce e de fácil acesso é irregular, seja, devido a fatores geográficos, demográficos, hidrográficos, geológicos, climáticos, entre outros. Segundo a Agência Nacional das Águas - ANA, em um dos Componentes da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil - GEO BRASIL (2007) a distribuição da água doce superficial no mundo ocorre da seguinte forma: as Américas possuem 46% do total (12% pertencem ao Brasil), a Europa 7%, a Austrália e Oceania 6%, a Ásia 32%, a África 9%. Os recursos hídricos renováveis internos podem ser classificados em vazões anuais per capita. Através dessa classificação verifica-se que mais de um terço da população mundial não dispõe de água.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social.

A importância do saneamento e sua relevância à saúde humana vêm desde as antigas culturas, isto é, na antiguidade. O desenvolvimento do saneamento sempre esteve ligado à evolução das civilizações, pois sem saneamento as pessoas podem ficar doentes, o saneamento básico é muito importante porque significa bem-estar da população.

Conforme Santana e Batista (2012, p. 25),

Saneamento é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doença e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e à produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica. No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei nº. 11.445/2007 como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais.

Saneamento básico é indispensável à qualidade de vida. Sanear é controlar os fatores do meio físico do homem, que exerçam ou possam exercer efeito prejudicial ao seu bem-estar físico, mental ou social (LOPES, 2004). E os reflexos das ações de saneamento ou de sua carência são notórios sobre o meio ambiente em particular os recursos hídricos, sendo essencial à vida humana e desempenhando um papel fundamental de substrato à vida em diferentes ecossistemas, por meio do ciclo hidrológico e da circulação atmosférica global, é fundamental para a regulação térmica do planeta (NASCIMENTO, HELLER, 2005).

A humanidade ao longo dos anos vem tentando desenvolver algumas formas de amenizar o problema com a falta de saneamento, com os debates nas questões ambientais tem levado as pessoas refletir sobre as suas práticas em relação ao meio ambiente, como não jogar lixo nas ruas, com essa ação suja a cidade e traz muitos prejuízos, por exemplo, provocando enchentes.

Em uma localidade que não dispõe do serviço de saneamento básico as pessoas que moram neste local vão enfrentar vários problemas, como animais dos

mais variados, ratos, baratas que causam doenças aos seres humanos sem falar nas doenças relacionadas à água contaminada.

O serviço de saneamento básico em áreas rurais constitui numa dívida histórica que as políticas públicas têm com essas comunidades, bem como com os segmentos excluídos que residem nas periferias dos centros urbanos (TEIXEIRA, 2010). Diversas iniciativas vêm sendo implementadas pelo Governo Federal, com destaque para o Plano Nacional de Saneamento que estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico presentes na Lei nº 11.445/2007. Neste sentido, Teixeira destaca que:

A nova política nacional de saneamento básico, por meio da Lei nº 11.445/2007 e todo o arcabouço legal recente, conquista dos setores organizados da sociedade civil e dos profissionais da área, trazem esperança para estes segmentos sociais que ainda não tiveram acesso aos serviços de saneamento. Atualmente já está consolidado, apesar de ainda não universalizado na sociedade brasileira, de que o saneamento básico é forte fator de melhoria das condições de vida das famílias nos campos da moradia, construção e preservação do meio ambiente, promoção e resgate da saúde pública (2010, p. 275).

Os recursos hídricos do nosso planeta são utilizados em várias atividades como: beber, cozinhar, higiene, na agricultura, produção de energia elétrica e até para o lazer. Os mais utilizados são os rios, lagos e os aquíferos este último principalmente para o abastecimento da população.

De acordo com Júnior (2004, p. 03),

Parcela renovável de água doce da Terra é de cerca de 40.000 km<sup>3</sup> anuais, correspondendo à diferença entre as precipitações atmosféricas e a evaporação de água sobre a superfície dos continentes. Nem todo esse volume, entretanto, pode ser aproveitado pelo homem. Quase dois terços retornam rapidamente aos cursos de água e aos oceanos, após as grandes chuvas. O restante é absorvido pelo solo, permeando suas camadas superficiais e armazenando-se nos aquíferos subterrâneos, os quais, por sua vez, serão as principais fontes de alimentação dos cursos de água durante as estiagens. A parcela relativamente estável de suprimento de água é, portanto, de pouco menos de 14.000 km<sup>3</sup> anuais. Essa parcela de água doce acessível à humanidade no estágio tecnológico atual e a custos compatíveis com seus diversos usos é o que se denomina “recursos hídricos”.

A água é o recurso mais importante para a sua sobrevivência, na atualidade o sistema de abastecimento principalmente nas áreas urbanas é essencial para um bem-estar das pessoas que vivem nas cidades. A água não é encontrada pura na natureza. Ao cair em forma de chuva, já carrega impurezas do próprio ar. Desta forma são necessários os sistemas de tratamento e abastecimento para livrar esta água das impurezas.

Segundo Santana e Batista (2012, p. 25),

O sistema de abastecimento de água pode ser concebido e projetado para atender a pequenos povoados ou a grandes cidades, variando nas características e no porte de suas instalações. Caracteriza-se pela captação da água da natureza, adequação de sua qualidade ao padrão potável, transporte até os aglomerados humanos e fornecimento à população em quantidade compatível com suas necessidades.

Para que haja bem-estar em uma população, é importante que o abastecimento de água de qualidade, que ele atenda toda a população. Portanto a água tem que estar livre das impurezas encontradas na maioria dos reservatórios.

A importância da implantação do sistema de abastecimento de água, dentro do contexto do saneamento básico, deve ser considerada tanto nos aspectos sanitário e social quanto nos aspectos econômicos, visando atingir os seguintes objetivos:

- ✓ Nos aspectos sanitários e sociais: Melhoria da saúde e das condições de vida de uma comunidade;
- ✓ Como tratamento de água, previne o aparecimento de doenças de veiculação hídrica, protegendo a saúde da população. Aumento da esperança de vida da população;
- ✓ Possibilidade de proporcionar conforto e bem-estar: Ter a possibilidade de viver bem.
- ✓ Nos aspectos econômicos: Aumento da vida produtiva dos indivíduos economicamente ativos;



- ✓ Garantir qualidade, responsabilidade e a saúde da população em relação à água: Diminuição dos gastos particulares e públicos com consultas e internações hospitalares;

De acordo com Tsutiya (2006), os sistemas de abastecimento de água têm sua estrutura variada de acordo com características locais e particulares. Mas em geral são constituídos das seguintes partes:

Manancial:

É o corpo de água superficial ou subterrâneo, de onde é retirada a água para o abastecimento. Deve fornecer vazão suficiente para atender a demanda de água no período de projeto, e a qualidade dessa água deve ser adequada sob o ponto de vista sanitário (TSUTIYA, 2006, p. 09).

Os principais fatores que alteram a qualidade da água dos mananciais são:

- ✓ urbanização;
- ✓ erosão e assoreamento;
- ✓ recreação e lazer;
- ✓ indústrias e mineração;
- ✓ resíduos sólidos;
- ✓ córregos e águas pluviais;
- ✓ resíduos agrícolas;
- ✓ lançamento de esgotos.

De acordo com a citação acima os mananciais vêm sofrendo degradações em suas bacias hidrográficas, devido ao avanço das áreas urbanas, a ocupação das áreas de proteção e a carência de coleta e tratamento de esgotos, com isso ocorre deterioração da qualidade da água de captação, aumentando o consumo de produtos químicos para o seu tratamento e causando alterações na qualidade da água.

Para que sejam evitados tais transtornos devem-se implantar medidas de controle dos mananciais, que podem ser de dois tipos:

- ✓ Caráter corretivo;
- ✓ Caráter preventivo.

As medidas de caráter corretivo visam corrigir uma situação existente, buscando a melhoria da qualidade das águas. Segundo Mota (1995) apud Tsutiya (2004), são exemplos destas medidas:

I- implantação de estação de tratamento de esgoto nas fontes poluidoras existentes (cidades, indústrias e outras), visando reduzir a carga de poluentes;

II- Medidas aplicadas aos próprios mananciais tais como:

- ✓ eliminação de microrganismos patogênicos, através da aplicação de desinfetantes, como cloro e outros;
- ✓ remoção de lodo do fundo, por sistemas de drenagem;

III- Instalação de estação de tratamento de água dotada de tecnologia compatível com a qualidade da água bruta, de modo a produzir água de qualidade desejada para o abastecimento humano, uso industrial e outros.

As medidas preventivas são aquelas que evitam ou minimizam o lançamento de poluentes nos mananciais, estas medidas têm sido as preferidas, por serem as mais eficientes e econômicas. O planejamento adequado do uso e ocupação do solo tem sido apontado como a melhor forma de prevenir a poluição dos mananciais.

Segundo Mota (1995) apud Tsutiya (2004), são exemplos destas medidas:

I- Implantação de sistema de coleta e tratamento de esgotos domésticos, industriais, ou de outros tipos. Na implantação de um sistema de esgotos deve-se considerar:

- ✓ Lançamento dos afluentes dos tratamentos a jusante da tomada d'água;
- ✓ Tipo de grau de tratamento a ser aplicado, em função da carga poluidora, da capacidade de autodepuração do corpo receptor e da qualidade desejada para o manancial.

II- Planejamento do uso e ocupação do solo visando a preservação dos mananciais. São exemplos de medidas de prevenção dos mananciais adotados através do planejamento do uso e ocupação do solo:

- ✓ zoneamento: definição de usos para as diversas áreas de uma bacia hidrográfica, compatível com a infraestrutura sanitária e com capacidade do meio de absorver as cargas poluidoras;
- ✓ definição de áreas especiais de proteção: estabelecimento de restrições quanto à ocupação, Como por exemplo, áreas de vegetação abundante, encostas, áreas de recarga de aquíferos, alagados, pântanos, etc;
- ✓ estabelecimento de faixas sanitárias de proteção: disciplinamento dos usos do solo localizados às margens dos mananciais, visando à sua preservação;

- ✓ controle da ocupação do solo: definição de índices urbanísticos como: taxas de ocupação de terreno, densidades, áreas mínimas dos lotes, percentuais de áreas livres, etc., compatíveis com a infraestrutura sanitária.

III- Controle da erosão, do escoamento superficial da água, e da vegetação. O aumento da erosão do solo como consequência do desmatamento e das alterações no escoamento superficial, pode causar mudanças na qualidade de água.

IV- Controle da qualidade da água das represas. As principais medidas de controle são as seguintes:

- ✓ limpeza do terreno a ser inundado;
- ✓ controle do assoreamento;
- ✓ controle das fontes externas de poluição;
- ✓ disciplinamento dos usos das margens;
- ✓ controle dos usos da água represada.

As Etapas do Tratamento da água:

I) Captação:

Segundo Tsutiya (2006), captação de água é o conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto ao manancial, para a retirada de água destinada ao sistema de abastecimento. As obras de captação devem ser projetadas e construídas de forma que, em qualquer época do ano, sejam asseguradas condições de fácil entrada de água e, tanto quanto possível, da melhor qualidade encontrada no manancial em consideração. Deve-se também ter sempre em vista, ao desenvolver um projeto, facilidades de operação e manutenção ao longo do tempo.

II) Estação elevatória:

Um sistema de recalque ou elevatório é o conjunto de tubulações, acessórios, bombas e motores necessário para transportar certa vazão de um reservatório inferior para um reservatório superior. Em geral é composto por três partes (TSUTIYA, 2006):

- ✓ Tubulação de sucção.
- Canalização que liga o reservatório inferior à bomba;
- ✓ Conjunto elevatório.

Constituído por uma ou mais bombas e respectivos motores;

✓ Tubulação de recalque.

Canalização que liga a bomba ao reservatório superior.

III) Adução:

Adutoras são canalizações do sistema de abastecimento e destinam-se a conduzir água entre unidades que precedem a rede de distribuição. Não distribuem a água aos consumidores, mas podem existir derivações que são as subadutoras.

Quanto à natureza da água transportada, as adutoras podem ser classificadas em adutoras de água bruta e adutoras de água tratada. Entretanto, segundo Tsutiya(2006), sob o ponto de vista hidráulico, existem os seguintes tipos de adutoras:

✓ adutoras por gravidade:

Transportam a água de uma cota mais elevada para a cota mais baixa;

✓ adutoras por recalque:

Transportam a água de um ponto a outro com cota mais elevada, através de uma estação elevatória e podem ser:

a) único recalque;

b) recalque múltiplo.

✓ adutoras mistas: trechos por gravidade e trechos por recalque.

IV) Estação de tratamento de água:

É o local em que realiza a purificação da água captada de alguma fonte para torná-la própria para o consumo e assim utilizá-la para abastecer uma determinada população.

V) Reservatório:

Segundo Tsutiya (2006), os reservatórios de distribuição de água dependendo da sua configuração e sua posição com relação à rede de distribuição, podem ser classificados em:

✓ Enterrados, semienterrados, apoiados ou elevados;

✓ enterrado (quando completamente embutido no terreno);

✓ semienterrado ou semiapoiado (altura líquida com uma parte abaixo do nível do terreno);

✓ apoiado (laje de fundo apoiada no terreno);

✓ elevado (reservatório apoiado em estruturas de elevação).

Os tipos mais comuns são os semienterrados e os elevados. Os elevados são projetados para quando há necessidade de garantia de uma pressão mínima na rede e as cotas do terreno disponíveis não oferecem condições para que ele seja apoiado ou semienterrado, isto é, necessita-se de uma cota piezométrica de montante superior a cota de apoio do reservatório no terreno local.

A Distribuição da Água:

A Rede de Distribuição: Segundo Tsutiya (2006), rede de distribuição é a unidade do sistema constituída por um conjunto de tubulações que conduz a água para os pontos de consumo. Na rede de distribuição distinguem-se dois tipos de condutos:

- a) condutos principais;
- b) condutos secundários.

Os condutos principais são as canalizações de maior diâmetro, responsáveis pela alimentação de condutos secundários, e são dispostas obedecendo a diferentes traçados, tais como:

- a) Redes ramificadas: Caracterizam-se por apresentar uma tubulação principal com várias derivações;
- b) Redes malhadas: São aquelas cujos condutos formam verdadeiras malhas, nos quais a água se desloca ora num sentido, ora em outro, em função das solicitações de consumo. Constituem-se na sua maioria de vários condutos principais, formando vários anéis a depender da conformação e, sobretudo, do tamanho da cidade;
- c) Redes mistas: Parte da alimentação da rede de distribuição é feita diretamente pela rede pública de abastecimento e parte pelo reservatório superior da edificação.

Os condutos secundários de menor diâmetro, abastecem os consumidores a serem atendidos pelo sistema, Tsutiya (2006).

- ✓ Bombas: A classificação geral mais significativa para as bombas é aquela apresentada pelo “*Hydraulic Institute*”, segundo a qual as bombas são subdivididas em dois grandes grupos:

a) bombas volumétricas: Segundo Carvalho (1992), as bombas volumétricas (que podem ser alternativas ou rotativas) caracterizam-se por produzir, em uma ou mais de suas câmaras, variações do volume interno, o que acarreta ou provoca as variações de pressão responsáveis pela aspiração e recalque do fluido;

b) Turbo bombas ou bombas dinâmicas: São aquelas que se caracterizam pela existência de um rotor dotado de palhetas em contato com o fluido, de maneira tal que, acionado por uma fonte externa de energia, a ação da força centrífuga e ou a força de sustentação produzida pelo escoamento do fluido em torno da palheta (perfil aerodinâmico) provocam uma depressão à entrada do rotor que aspira o fluido e uma sobre pressão à saída deste, responsável pelo recalque do fluido (CARVALHO, 1992).

## 1.1 A METODOLOGIA

A metodologia usada para a elaboração deste estudo seguiu as seguintes etapas:

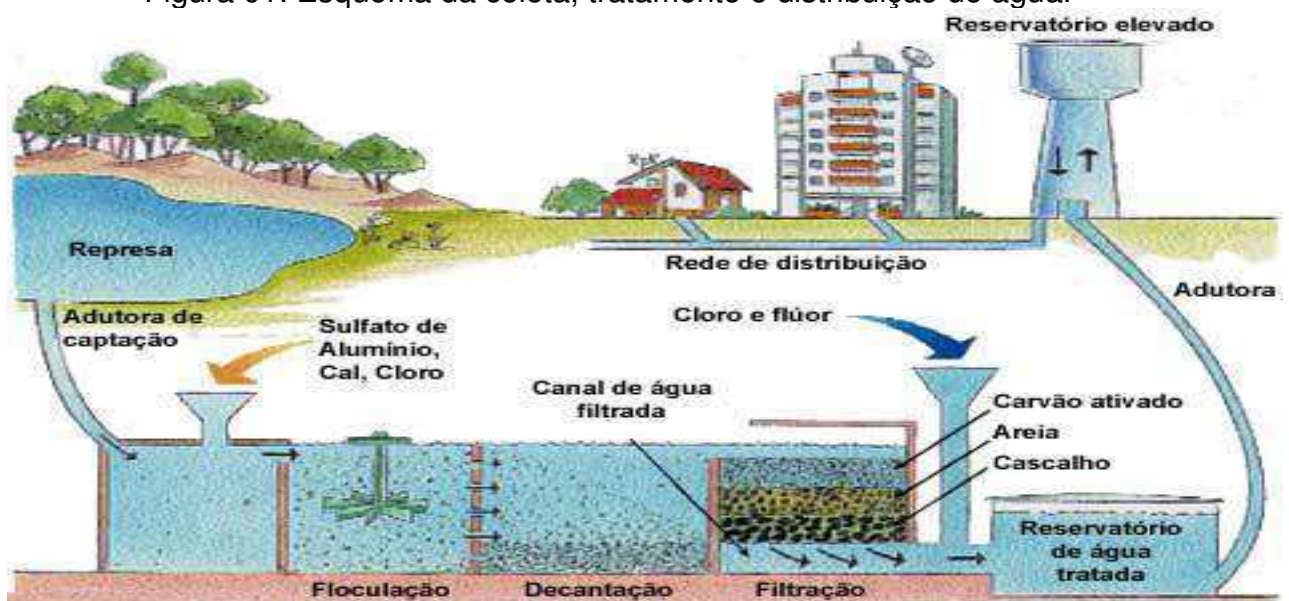
- ✓ Os levantamentos bibliográficos a partir de artigos científicos, teses, relatórios e entre outros;
- ✓ A descrição da realidade local foi elaborada a partir das observações realizadas *in loco*;
- ✓ A pesquisa documental como: levantamentos cartográficos (mapas), fotos e a legislação;

## 2 ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DA ÁGUA NA CIDADE DE AURORA

Um sistema de abastecimento de água é uma solução coletiva para o abastecimento de água de uma comunidade. Caracterizando-se pela retirada de água da natureza, adequação de sua qualidade, transporte até os aglomerados humanos e fornecimento à população em quantidade compatível com suas necessidades.

Os sistemas de abastecimento de água têm como finalidade melhorar a qualidade de vida dos moradores de uma cidade, pois contribuem para a preservação da saúde e o melhoramento das condições de vida dessas pessoas, pois essa água passa por um sistema de tratamento de suas impurezas para que possa ser usada pela população nas mais diversas atividades. Conforme a figura 01, observa-se a ilustração de todo o processo do sistema de abastecimento de água desde a captação, tratamento até a distribuição.

Figura 01: Esquema da coleta, tratamento e distribuição de água.



Fonte: Santana e Batista (2012).

Segundo Dias e Pereira (1999, p.215),

O abastecimento de água pode ser de caráter individual ou coletivo, este último, na forma de sistema de abastecimento público, destinado a atender as demandas de áreas urbanas. Nesta seção são priorizados os sistemas coletivos, ressaltando que as soluções individuais se aplicam às zonas rurais, mas ainda são muito utilizadas sem cidades, devido à inexistência de sistemas coletivos, o que tem resultado, muitas vezes, em problemas sanitários, pois nem sempre é garantida a qualidade indispensável ao consumo humano.

O sistema de abastecimento da cidade de Aurora passa por várias etapas como: Captação que consiste no processo realizado adequadamente da coleta da água do rio através de uma bomba, a Adução que é uma tubulação do ponto de captação até a ETA (Estação de Tratamento de Água) e da ETA até os reservatórios de distribuição e o Tratamento o processo que consiste em melhorar suas características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas, a fim de que se torne adequada ao consumo humano.

Todo o processo de melhorias na qualidade da água é realizado pela CAGECE na ETA na cidade de Aurora, que consiste em várias etapas como:

- ✓ Floccodentador – É fase inicial do tratamento, quando água na sua forma natural (bruta) entra na ETA, passa primeiramente por um tanque, ou seja, floccodentador. É colocado um produto químico coagulante, é adicionado para juntar as partículas suspensas presentes na água bruta;

FOTO 1 –Floccodentador



Fonte: Walesca Pereira

- ✓ Decantação – Em outro tanque, por ação da gravidade, os flocos com as impurezas e partículas ficam depositados no fundo do tanque, separando-se da água.



Foto 2 – Decantação



Fonte: Walesca Pereira

- ✓ Filtração- É quando a água passa por filtros formados por carvão, areia e pedra de diversos tamanhos. Esta etapa consiste na remoção de materiais em suspensão e substâncias coloidais assim como também na redução de bactérias presentes.

Foto 3 – Filtros



Fonte: Walesca Pereira

- ✓ Desinfecção é a aplicação do cloro na água cuja função precípua consiste na inativação dos microrganismos patogênicos, com a utilização dele são eliminadas todas as formas de vida microscópica.

Na ETA há um laboratório de Análise, ou seja, para fazer as análises físico-químicas, durante as várias etapas do tratamento, possibilita o acompanhamento da eficiência dele e determina a necessidade, ou não, da implementação de medidas

preventivas e/ou corretivas. Além disto, serve para monitorar os principais parâmetros relativos à potabilidade da água. Para cada etapa, distintas análises são feitas na:

- ✓ Água Bruta: Normalmente, são realizadas as seguintes análises: temperatura, cor, turbidez, PH, odor, alcalinidade, matéria orgânica, oxigênio dissolvido, dióxido de carbono, ferro, manganês e dureza. Esta bateria de análises é realizada a cada turno de trabalho e tem como objetivo monitorar a qualidade da água bruta que chega à ETA e detectar alterações nela;
- ✓ Água Coagulada: Analisam-se ph, alcalinidade, cor, turbidez e alumínio;
- ✓ Água Decantada: Cor, turbidez, pH, alcalinidade;
- ✓ Água Tratada: Na água tratada são analisados os mesmos parâmetros avaliados na água bruta. Além disto, a cada duas horas, são efetuadas análises de pH, turbidez, cor, flúor, cloro residual livre e alumínio residual. Diariamente, análise bacteriológica.

Foto 4 – O laboratório de Análise da ETA em Aurora – CE



Fonte: Walesca Pereira

Segundo Dias e Pereira (1999, p. 216), “A água para ser utilizada para consumo humano deve ter qualidade, ou seja, não conter impurezas em níveis superiores aos padrões de potabilidade, os quais foram fixados, no Brasil, pela Portaria nº 036/90, do Ministério da Saúde”.

Para que a água seja utilizada em diversos usos ela é captada do rio e depois passa por um sistema de tratamento que consiste em várias etapas citadas anteriormente, para tentar melhorar sua qualidade e ficar adequada para a

população da cidade consumi-la. Durante estes processos existe muita perda de água no sistema, seja, em um cano estourado ou vazamentos no próprio sistema de abastecimento.

O serviço de abastecimento de água possui uma natureza mista. Por um lado, caracteriza-se por ser essencial à sociedade e aos indivíduos que a compõe, dando-lhe uma nota de compulsoriedade na sua utilização, como medida de saneamento e preservação da saúde coletiva.

## 2.1 PROBLEMAS IDENTIFICADOS

O abastecimento de água no Município de Aurora é feito através do açude da Cachoeira que corresponde a um potencial de armazenamento de 34.330.000 de metros cúbicos de água. O sistema de abastecimento de água da cidade de Aurora é realizado pela CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará) e o responsável pelo tratamento e distribuição da água é a ETA (Estação de Tratamento de Água), mas apresenta algumas falhas na distribuição da água na cidade em algumas ruas ou vilas como: *Alto da Cruz, Vila Mororó, Vila Freire, Rua General Tibúrcio*, a água só chega a partir das 18:00 horas e em dias alternados quando o sistema está funcionando de maneira normal, pois nestes locais a falta d'água é frequente. Esses problemas não aparecem somente nos bairros afastados na cidade é frequente a falta d'água na cidade também, às vezes, passa mais três dias sem água por problemas de tubulações estouradas atingindo toda a cidade ou quando bombas da ETA estão com algum problema. Isso é um transtorno para os moradores, pois eles têm que armazenar água em caixas d'água. Para que nos dias de falta de água tenham um estoque em suas residências para suprir suas necessidades básicas.

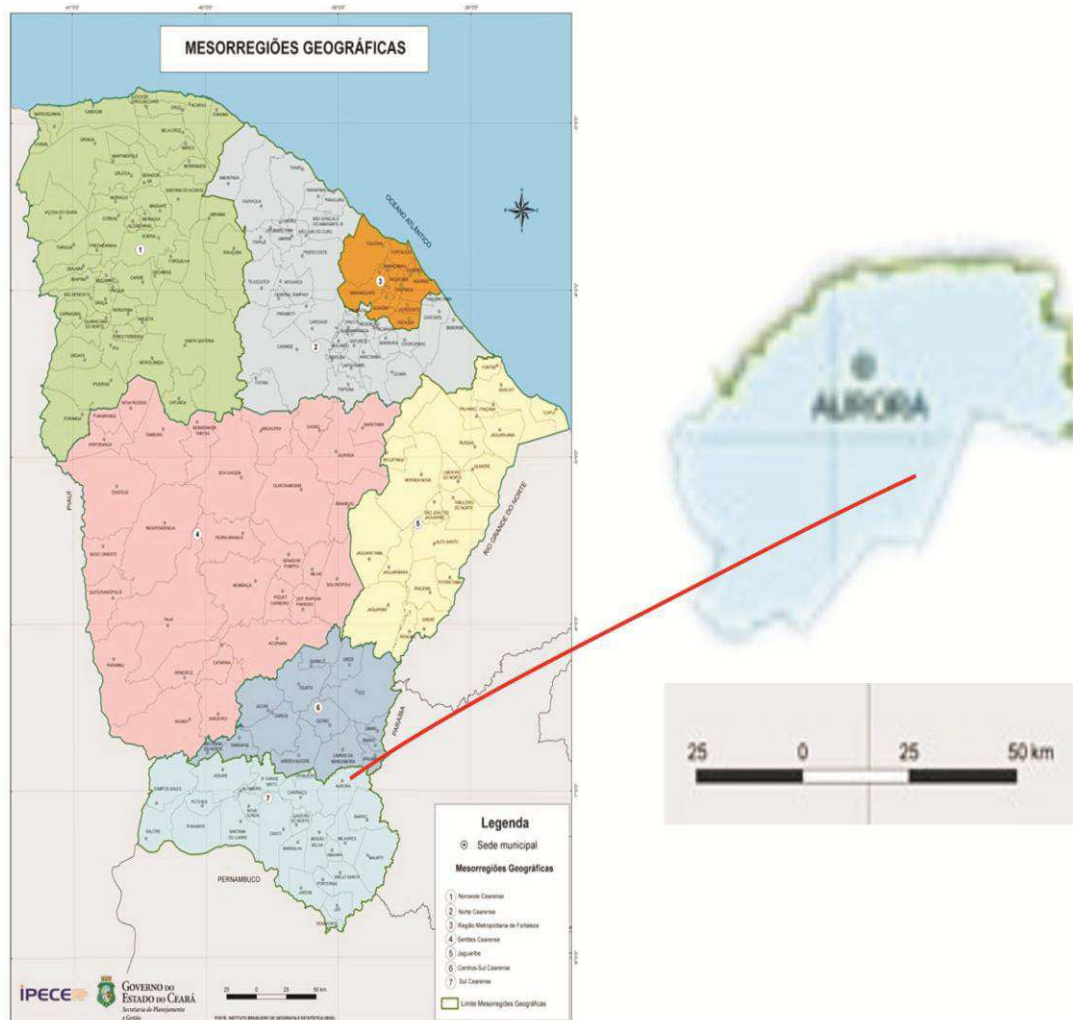
O sistema de abastecimento de água da cidade de Aurora foi projetado no ano de 1998, sua construção foi iniciada no mesmo ano, porém esse sistema só começou a funcionar em 2000. Demonstrando que é um sistema de abastecimento conservado e sempre passa por reformas para melhoria de suas instalações e melhorar no processo de distribuição da água para a população da cidade de Aurora, mesmo assim tem falhas na questão de abastecimento de água.

### 3 AURORA: ASPECTOS DEMOGRÁFICOS, HISTÓRICOS E GEOAMBIENTAIS

#### 3.1 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

O presente trabalho foi realizado no município de Aurora, localizado na região sul do estado do Ceará. A área de estudo apresenta a microrregião do Barro, pertencente à mesorregião Sul Cearense. (Ver Mapa 1)

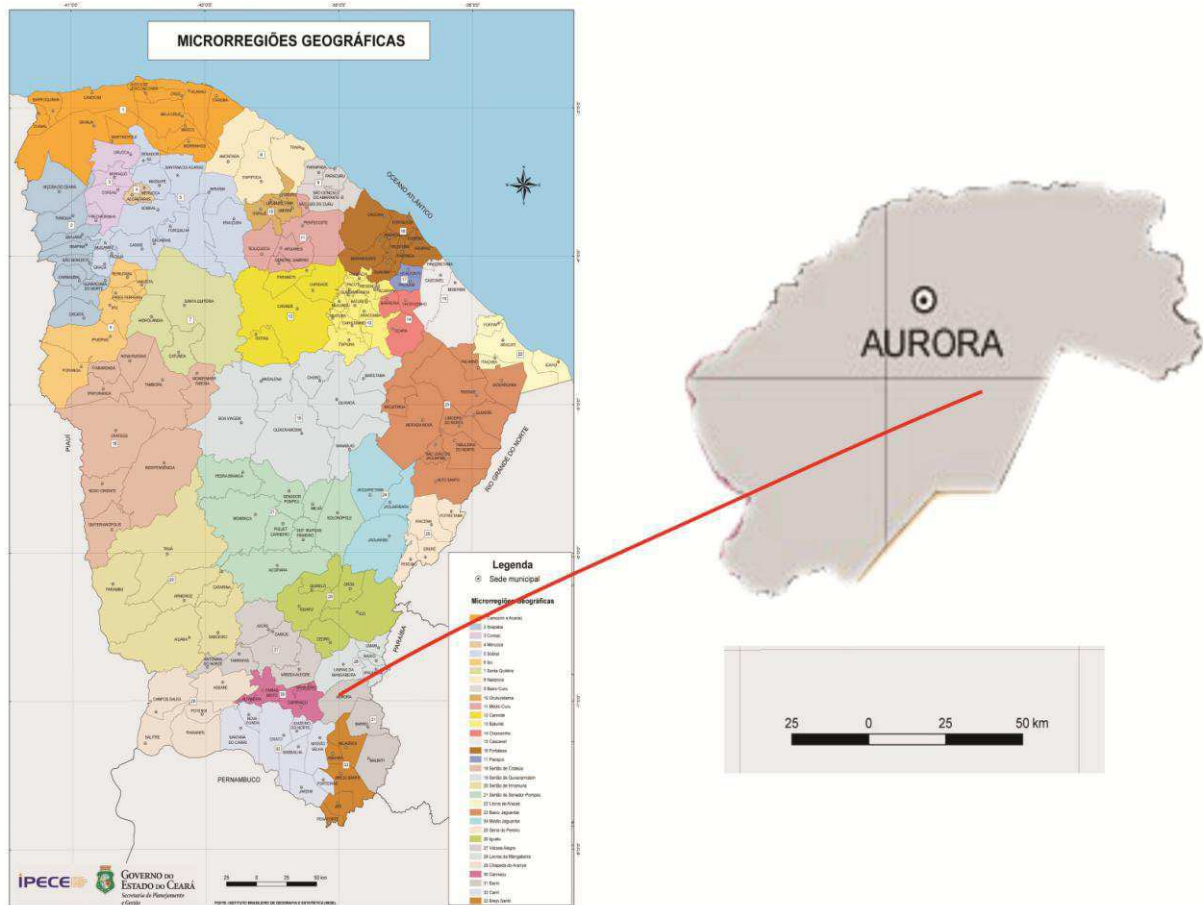
Mapa 1: Mapa das mesorregiões do Ceará



Fonte: IPECE (2007) Adaptado por Jonnas Oliveira.

A microrregião do Barro está dividida em três municípios, Aurora, Barro e Mauriti, de acordo com o IBGE (2005) sua população é estimada em 90.188 habitantes. Possuindo uma área total de 2.707,338 km<sup>2</sup>. (Ver Mapa 2).

Mapa 2: Mapa das microrregiões do Ceará



Fonte: IPECE (2007) Adaptado por Jonnas Oliveira

Aurora é uma cidade bastante antiga do estado do Ceará, possuindo uma área de 885,83 km<sup>2</sup>, o que representa 0,60 % da superfície total do Estado, localiza-se nas coordenadas de 6° 56' 33" (S) e 38° 58' 03" (WGr). Ela limita-se ao norte com os municípios de Ipaumirim, Lavras da Mangabeira, ao sul com Caririçu, Missão Velha, Milagres, Barro, a leste com Barro, e oeste com o Estado da Paraíba. Está localizada a uma altitude de 283 metros.

O município apresenta uma taxa de crescimento anual de 0,613%, caracteriza-se como o 127º IDH do Ceará, a expectativa de vida chega a média de 65anos. Possuindo 6.670 domicílios residenciais e 114 estabelecimentos comerciais.

A economia é dominada pela agricultura, o setor industrial se limita a pequenas fábricas de doce, de queijo, de material de construção e de manufaturados de madeira. O setor terciário, ou de prestação de serviços, aponta 114 empresas entre estabelecimentos comerciais, oficinas mecânicas etc.

Tabela 1: População Residente na Cidade de Aurora – CE

Aurora	População	Zona Urbana	Zona Rural	Homens	Mulheres
Total	24.566	11.825	12.741	12.224	12.342
Porcentagem %	100	48,14	51,86	49,76	50,24

Fonte: IBGE – Censo Demográfico 2010.

A tabela acima mostra a população residente na cidade de Aurora, observa-se que esta possui 24.566 habitantes dentre os quais 11.825 (48,14 %) são da zona urbana e 12.741 (51,86 %) na zona rural. Sendo 12.224 (49,76 %) homens e 12.342 (50,24%) mulheres.

### 3.2 HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO E USO DO SOLO

O primeiro sinal de ocupação teve origem na antiga fazenda Logradouro, do Pe. Antônio Leite de Oliveira, em sua morte ficou pertencendo aos herdeiros, Alferes João Luís Tavares e Daví Cardoso dos Santos. Por volta de 1831, Francisco Xavier de Souza cearense de Aracati chega à região e casa-se com Maria dos Santos Xavier, filha do citado Daví Cardoso dos Santos, por morte deste, a parte que tinha da fazenda foi transmitida, por herança, ao genro Francisco Xavier, que para cumprir o voto da sua esposa, mandou edificar na sua fazenda uma capela dedicada ao Senhor Menino Deus.

A povoação que deu origem à cidade, chamada de “Venda”, denomina-se pelo fato de que no local da Aurora Velha, existia uma taberna de comestíveis e bebidas, cuja dona se chamava Aurora. Construída à beira da estrada que ligava o Icó ao Cariri, a Venda se tornou um ponto estratégico para pousada e reabastecimento de tropeiros, vindos de várias regiões.

O nome Venda é anterior à chegada do Francisco Xavier de Sousa, a primeira referência à Venda foi dada no século XVIII, quando o Pe. Antônio Leite de Oliveira já era proprietário do sítio Logradouro, na Venda do Salgado, que ele havia comprado a Antônio Lopes de Andrade, pela quantia de cem mil réis.

Com o surgimento da capela de São Benedito, formou-se em seu entorno o núcleo urbano, chamou-se Venda e posteriormente, passando a se chamar “Aurora Velha”. Assim, contribuindo para a taberna de dona Aurora, existente nas proximidades. A capela de São Benedito tem grande significado histórico, considerando que “o povoado evoluiu do patriarcado do oratório para o exercício religioso num templo comunitário”.

Quando uma “Comissão Científica de Exploração” por ali passou, em dezembro de 1859, integrando o povoado a capela de São Benedito e as casas adjacentes, ou seja, a Aurora Velha. Da referida capela, que se erguia entre o rio e a estrada, restam o sino, que se encontra na Igreja-Matriz e duas imagens de santos.

A venda ficava na margem direita da estrada de almocreve, com frente para o rio Salgado, nas proximidades do riachinho que separa a cidade do bairro Aurora Velha. Sendo o primeiro ponto de diversão do lugarejo. Os solteiros diziam que iam para Aurora, isto é, para a taberna de dona Aurora.

Como vimos, dois fatores foram fundamentais para a formação do núcleo urbano: um de natureza religiosa - o oratório e a capela; o outro sócio econômico, representado pela taberna de dona Aurora.

A cidade de Aurora surgiu às margens do Rio Salgado, a ocupação dessa área vem da necessidade de ocupar áreas planas, não só para ficar próximos aos corpos de água, mas também pela apropriação de solos férteis. Traz uma alteração visivelmente observada de implicações ao meio ambiente.

### 3.3 ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

#### 3.3.1 Aspectos Geológicos

O município de Aurora está inserido na denominada “Depressão Sertaneja”, fazendo parte da paisagem característica do semiárido Nordestino com predominância de um relevo suave a ondulado. Possui elevações residuais, sofrendo intensa erosão nessa região.

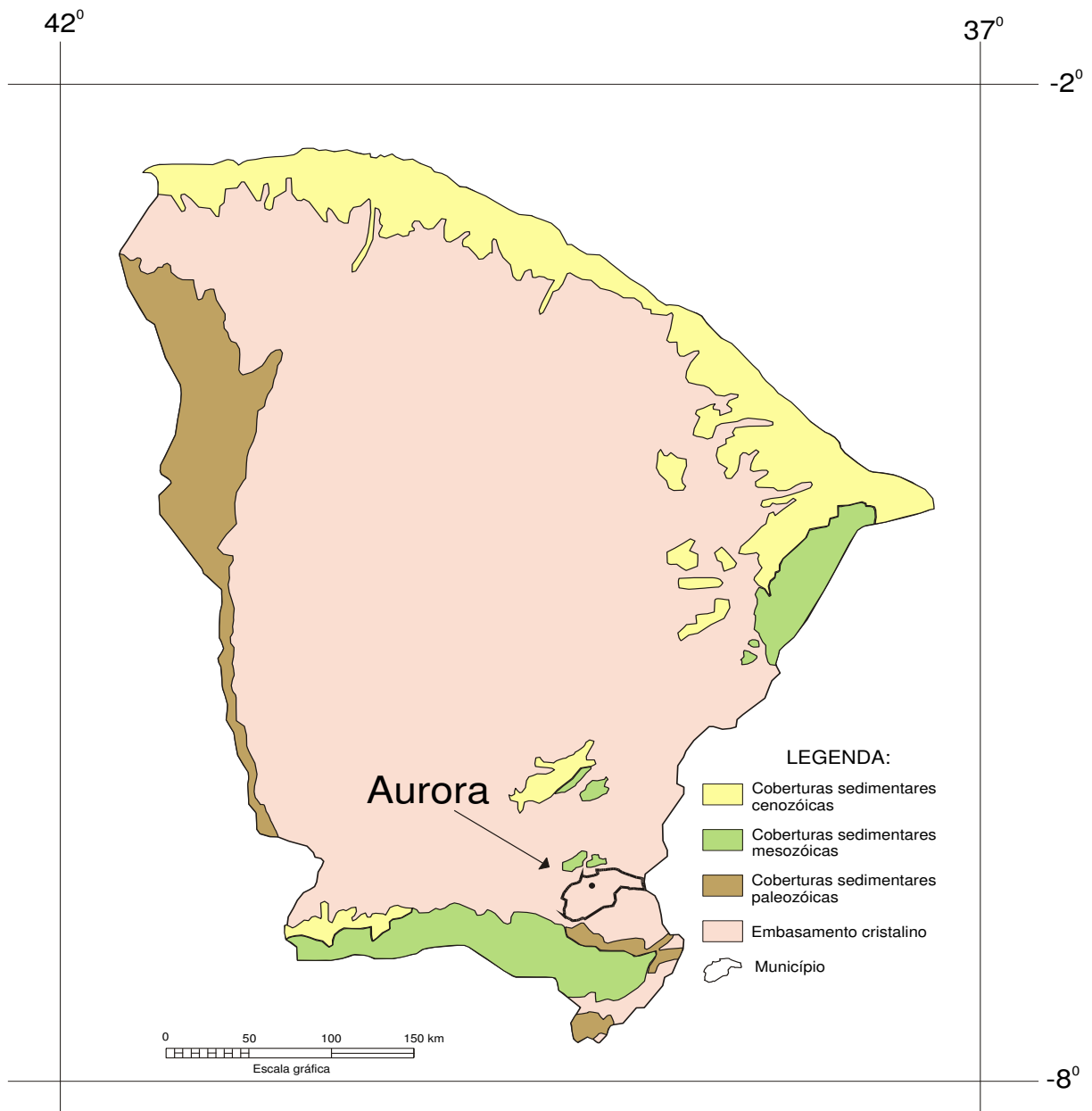
Apresenta um quadro geológico onde predominam rochas do embasamento cristalino pré-cambriano, representadas por gnaisses e migmatitos diversos, xistos, filitos, quartzitos e metacalcários, além de rochas plutônicas e metaplutônicas de composição predominantemente granítica. Ocorrem também coberturas aluvionares, de idade quaternária, formadas por areias, siltes, argilas e cascalhos, que se distribuem ao longo dos principais cursos d’água que drenam o município.

O Serviço Geológico do Brasil – CPRM (1998). O município de Aurora – CE:

Formas suaves e pouco dissecadas compõem o relevo regional, fazendo parte da denominada Depressão Sertaneja, com altitudes próximas dos 300-400 metros. Nota-se, no limite oeste do território, a presença de maciços residuais, elevados acima dos 500 metros. São registrados na região solos litólicos, bruno não-cálcicos e, secundariamente, podzólicos, sobre os quais se estabelece a típica caatinga arbustiva densa do sertão, ocorrendo também porções onde ela se torna mais arbórea.



Mapa 3: Localização do município de Aurora em relação aos domínios sedimentares e cristalino do estado do Ceará.



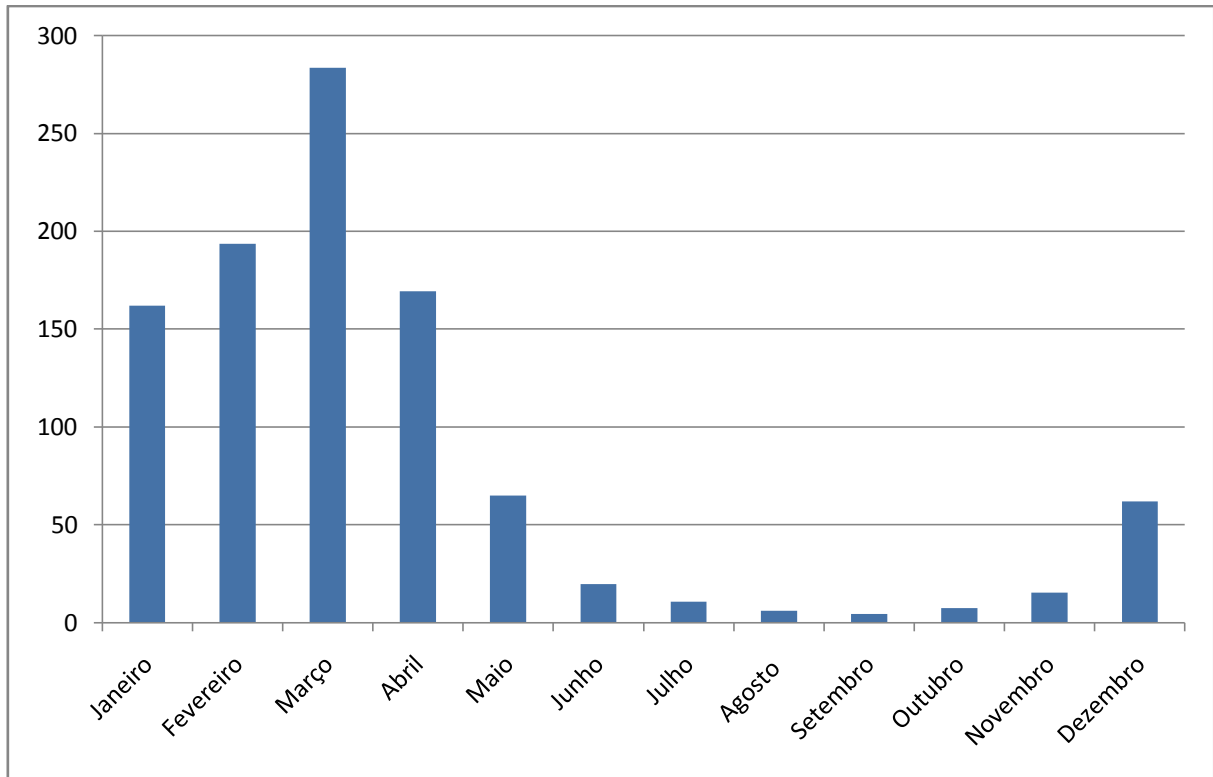
Fonte: Serviço Geológico do Brasil-CPRM (1998)

### 3.3.2 Aspectos Climáticos

Em termos climáticos o município acha-se inserido no denominado “Polígono das Secas”, constituído por um clima predominantemente Tropical Quente Semiárido. O regime pluviométrico é irregular com médias anuais de 884,9 mm/ ano,

contendo valores mínimos e máximos de 342,7 e 1837,7 mm/ ano respectivamente. No geral caracteriza-se pela presença de dois períodos sazonais: a seca (verão) cujo clímax é de setembro a dezembro e a chuvosa (inverno) restrito a um período de 3 a 4 meses (fevereiro a abril) por ano. (Ver gráfico 1) – comportamento mensal.

Gráfico 1: Precipitação da cidade de Aurora- CE / 2000 a 2009 (Mensal)



Fonte: FUNCEME (2010).

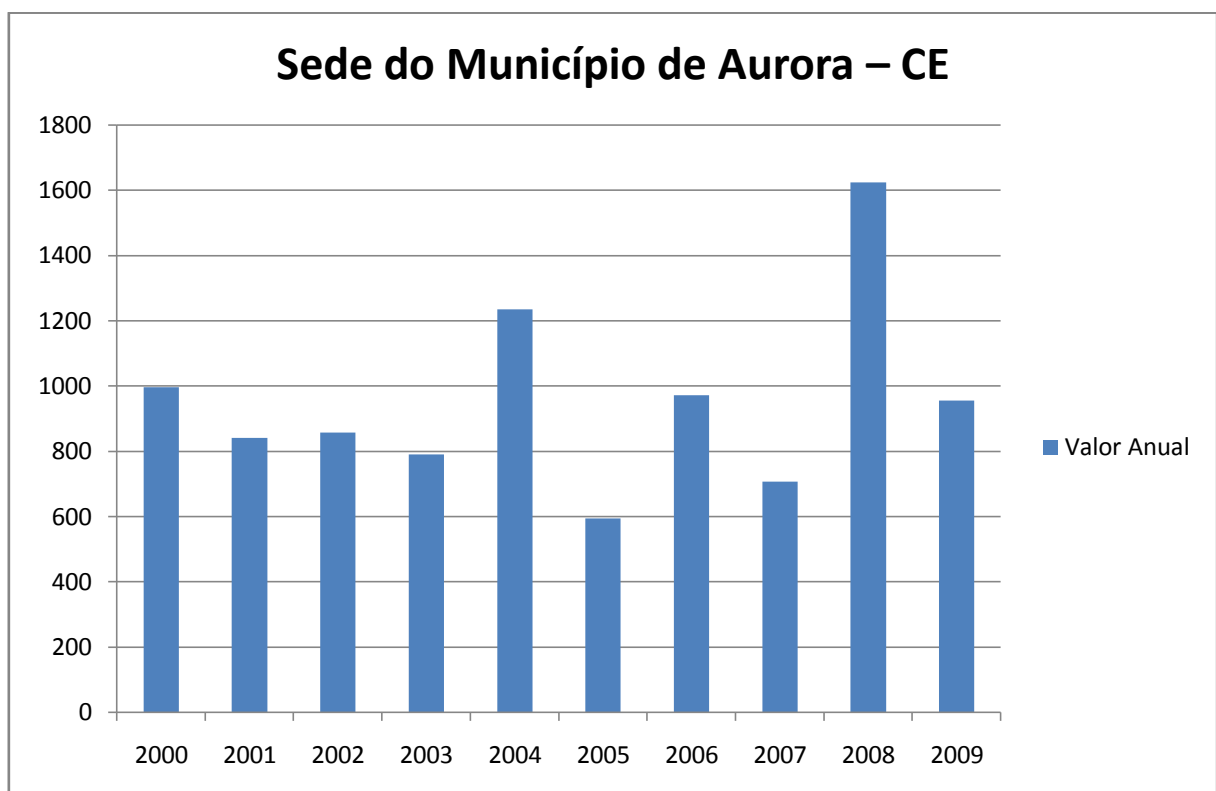
O gráfico a acima, está representado pela precipitação da cidade de Aurora – CE, os dados do ano de 2000 a 2009 foram fornecidos pela FUNCEME da referida cidade. Observa-se que os meses de Fevereiro e Março apresentam a maior precipitação destes anos. Onde Fevereiro choveu precisamente 193,6 mm e Março 283,7 mm em terceiro e quarto lugar ficam os meses de Abril com 169,4 mm e Janeiro com 162mm. Reduzindo nos meses de Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro.

Nos atlas do IPLANCE (1997) e da SRH–CE (Plano Estadual dos Recursos Hídricos, 1992) verifica-se que o clima desse município é condicionado por uma pequena amplitude de temperaturas, variando desde 23 °C a 29 °C, médias das

mínimas e máximas, respectivamente. A insolação de 2.800 horas/ ano. A umidade relativa do ar é de 50%, sua evaporação fica em torno de 2.000 mm por ano.

De acordo com o CADERNO REGIONAL DA SUB-BACIA DO SALGADO (2009) Nos Sertões da Depressão Periférica Meridional do Ceará, há um decréscimo sensível das chuvas e a média anual não ultrapassa a 800 mm, à exceção dos sertões de Aurora/ Granjeiro, onde ocorre a média de 884 mm no posto de Aurora. (Ver gráfico 2) – Comportamento anual.

Gráfico 2: Precipitação da cidade de Aurora- CE / 2000 a 2009 (Anual).



Fonte: Funceme (2010).

O gráfico acima, está representado pela precipitação da cidade de Aurora – CE, os dados do ano de 2000 a 2009 foram fornecidos pela FUNCEME da referida cidade. Observa-se que os anos de 2008 e 2004 apresentam a maiores precipitações. Nos anos de 2000, 2006 e 2009 foram registrados grandes volumes de água. Já os anos de 2001, 2002, 2003, 2005 e 2007 apresenta uma redução nos totais pluviométricos.

### 3.3.3 Cobertura Vegetal

A caatinga é a única grande região natural brasileira, é predominante na área do semiárido nordestino. Compreende uma área aproximada de 800.000 km<sup>2</sup>, sendo o terceiro maior ecossistema brasileiro, representando 70% da região nordeste e 11% do território nacional (CASTELLETTI et al., 2003). A caatinga, que significa “mata branca”, é o único sistema ambiental exclusivamente brasileiro. Este nome decorre da paisagem esbranquiçada apresentada pela vegetação durante o período seco. A vegetação é de pequeno porte, típica de caatinga xerofítica, ou seja, adaptadas ao clima seco e a pouca disponibilidade de água.

A caatinga é constituída de pequenas árvores ou arbustos, geralmente espinhosos, densos e é frequente um estrato herbáceo efêmero. As espécies mais frequentes nas Caatingas Arbustivas são:

- ✓ jurema (*Mimosa hostile*);
- ✓ catingueira (*Caesalpinabracteosa*);
- ✓ sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*);
- ✓ marmeleiro-preto (*Cróton sonderianus*);
- ✓ mandacaru (*Cereus jamacaru*).

Apesar de estar muito alterada, ocorrem na caatinga em menor proporção, esta vegetação e contém uma grande diversidade de plantas e animais. Com áreas preservadas e com um elevado número de táxons raros e endêmicos.

Segundo Schnell (1961) define a caatinga como um tipo de vegetação arborescente e xerófila, espinhenta, apresentando as características gerais seguintes: árvores e arbustos em sua maioria espinhentos, desfolhados na estação seca, durante a qual ela se apresenta com um aspecto triste e cinzento muito característico; Aubrèville (1961) afirma:

A vegetação da caatinga, em virtude da aridez edáfica e climática, deveriam ter um nítido caráter de pobreza e de uniformidade; mas, apesar do número relativo de espécies, os aspectos fisionômicos variam de acordo com as condições edáficas, de modo que as paisagens mudam a tal ponto que deveria se dizer “caatingas”.

Rougerie(1982) afirma que a caatinga é marcada pelo “polimorfismo”. Segundo o autor, os fatores que determinam as várias formas da caatinga é o climático e edáfico. Quanto ao fator antrópico, ele não é totalmente responsável pela transformação dessa vegetação, ele apenas retoca.

Outro tipo de vegetação predominante no município de Aurora: As Matas Ciliares. Essa vegetação desempenha um papel de preservação e manutenção garantindo a proteção do principal recurso natural: a água, mantendo o equilíbrio natural das espécies da fauna e flora do local.

A mata ciliar é um termo usado para definir a vegetação que ocorre nas margens dos rios, mananciais, lagos, lagoas, riachos, córregos agindo como uma barreira física. Pelo fato de servir como proteção aos cursos de água aos processos erosivos, como o assoreamento. “As matas ciliares são formações vegetais que ocorrem ao longo dos cursos d’água e também recebem o nome de ripárias, ribeirinhas ou galerias” (Botelho, 2009). Essa vegetação ocorre em vários biomas brasileiros, apresentando diferentes formas e tamanhos adaptados para ambientes de cada região

De acordo com Ab’ Saber (2000) o conceito de mata ciliar:

A expressão florestas ciliares envolve todos os tipos de vegetação arbórea vinculada à beira de rios. É um conceito que se confunde com o amplo sentido de matas [...] de beiras de rios, [...] independente de sua área ou região de ocorrência de sua composição florística.

Nesse contexto, a mata ciliar abrange todos os biomas brasileiros. Nas áreas ribeirinhas, servindo de proteção para a fauna e flora de cada localidade.

### **3.3.4 Aspectos Pedológicos**

Os solos brasileiros apresentam várias características diferenciadas a partir de cada localização. Vários fatores ocorrem para a formação do solo como: Clima,

Material de origem, Tempo, Organismos e Relevo. Esses agentes externos trabalham para a transformação da paisagem.

Os solos encontrados na cidade de Aurora são:

- ✓ Bruno não Cálcico, de acordo com a FUNCEME (2008) esta classe compreende a solos com horizonte B textural, não hidromórficos e com argila de atividade alta. São de alta fertilidade natural, com alta saturação e soma de bases, reação moderadamente ácida e, praticamente, neutra, ou mesmo moderadamente alcalina, bem como conteúdo mineralógico que encerra quantidade significativa de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas.
- ✓ Solos Litólicos, de acordo com a FUNCEME (2010) compreendem a solos pouco desenvolvidos, rasos a muito rasos, possuindo, apenas, um horizonte A assente, diretamente, sobre a rocha (R), ou sobre materiais desta rocha em grau mais adiantado de intemperização, constituindo um horizonte C, com muitas matérias primários e blocos de rocha semi-intemperizados, de diversos tamanhos, sobre a rocha subjacente, muito pouco intemperizada ou compacta (R).
- ✓ Podzólico Vermelho-Amarelo, de acordo com a FUNCEME (2010) Esta classe compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos e com argila de atividade baixa. Diferem da classe Podzólico Vermelho - Amarelo essencialmente, por apresentar, além de média a alta saturação de bases, baixa saturação com alumínio, menor acidez, bem como conteúdo mineralógico que encerra, comumente, quantidade significativa de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas.

### **3.3.5 Hidrografia**

A bacia do rio Salgado está localizada na posição meridional do estado, limita-se ao oeste com a sub-bacia do Alto Jaguaribe, ao sul com o estado de Pernambuco, e a leste com o estado da Paraíba e ao norte com a sub-bacia do médio Jaguaribe. Sobre a sua formação, ela se inicia na confluência dos riachos

Porcos e Rio Batateiras. O trajeto do principal rio o “Salgado” vai ao sentido sul-norte, até se encontrar com o rio Jaguaribe. Possui uma área de 12.623,89 Km<sup>2</sup>, o equivalente a 9% do território cearense.

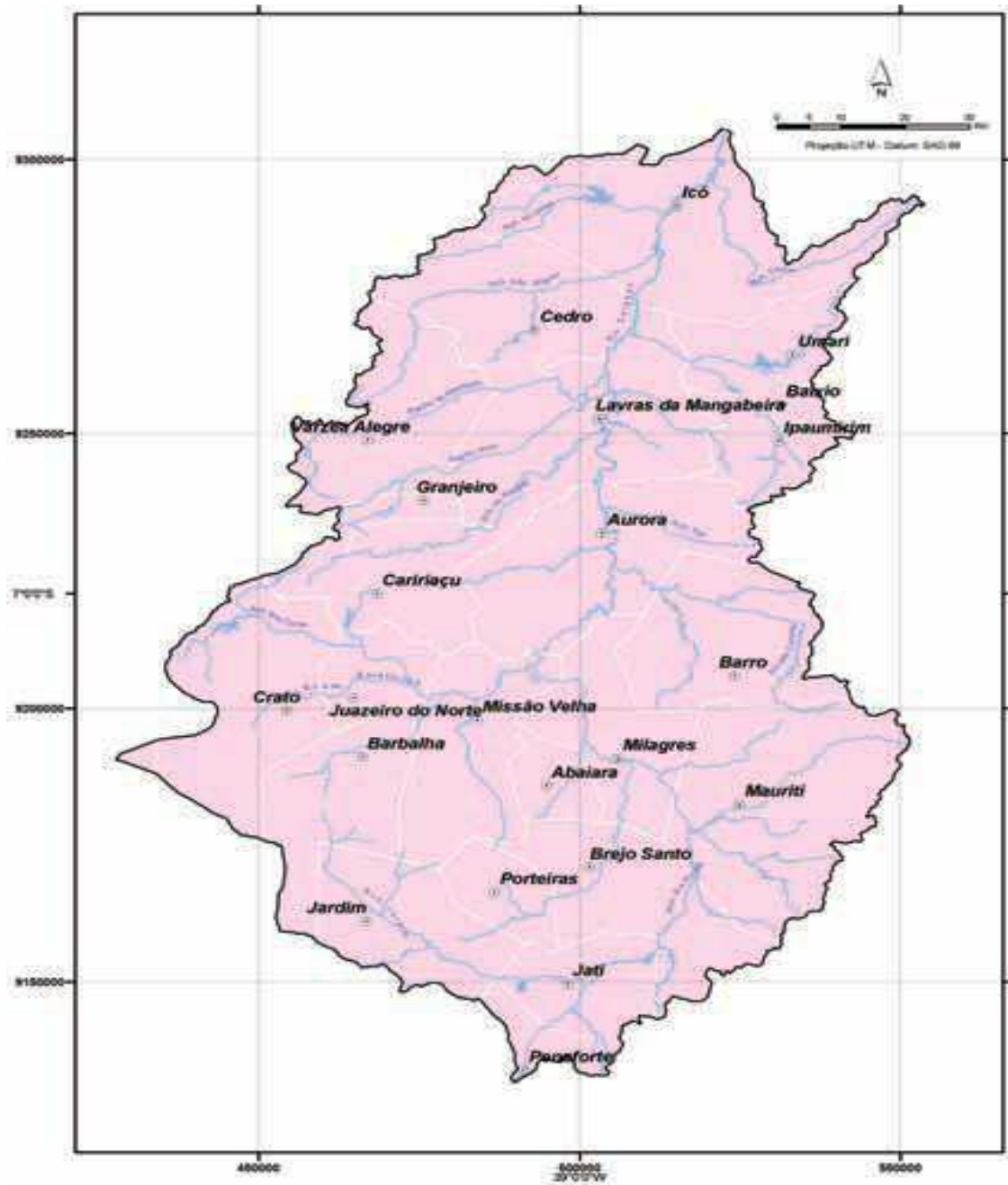
A sub-bacia hidrográfica do rio Salgado, afluente da Bacia do rio Jaguaribe, está situada na porção sudeste do Estado do Ceará, Nordeste brasileiro, inscrita em um macropolígono cujas coordenadas abrangem 6°00’ a 7°50’ de latitude Sul e 38°30’ a 39°45’ de longitude Oeste (COGERH, 2007).

A sub-bacia do Salgado compreende 24 municípios: Abaiara, **Aurora**, Baixio, Barbalha, Barro, Brejo Santo, Caririaçu, Cedro, Crato, Granjeiro, Icó, Ipaumirim, Jardim, Jati, Juazeiro do Norte, Lavras da Mangabeira, Mauriti, Milagres, Missão Velha, Penaforte, Porteiras Umari, Várzea Alegre e pequena parte do município de Orós. (Ver Mapa 4)

De acordo com o CADERNO REGIONAL DA SUB-BACIA DO SALGADO (2009):

Esta sub-bacia é constituída de rochas do embasamento cristalino pré-cambriano (58,96%), representado por rochas do Arqueano ao Proterozóico Superior. Sobre esse substrato repousam depósitos sedimentares (41,04%) como os da Bacia Sedimentar do Araripe, que apresenta uma diversificação litológica caracterizada por sequências alternadas de arenitos, siltitos, calcários, argilitos e folhelhos.

Mapa 4: Bacia do Rio Salgado – CE



Fonte: CADERNO REGIONAL DA SUB-BACIA DO SALGADO (2009).



## **4 OS RECURSOS HÍDRICOS EM AURORA**

Os recursos hídricos são compreendidos como fontes de valor econômico essencial para a sobrevivência e desenvolvimento dos seres vivos.

Os recursos hídricos na cidade de Aurora são utilizados pela sociedade para diversas atividades como: o consumo humano, o saneamento e o abastecimento doméstico e público, a irrigação agrícola, a produção industrial, a navegação e a recreação.

A água mundial é gasta da seguinte maneira: 70% é destinada ao plantio de alimentos, isto é, à agricultura, é a atividade que mais consome água. As indústrias, por sua vez, utilizam 22% do total e os 8% restantes são destinados ao uso doméstico.

Água é o suporte da maioria das atividades econômicas e sociais da cidade de Aurora, como abastecimento público, agricultura, indústria, pecuária, recreação, transporte e turismo, isto é, a disponibilidade de água em Aurora é reduzida em função do desperdício da água.

Aurora é abastecida pelo açude Cachoeira localiza-se na zona rural, a sua acumulação hídrica, com mais ou menos 34,3 milhões de metros cúbicos de água. Esse açude foi construído no ano de 2000, como parte do Projeto governo Federal, com a finalidade de abastecer a cidade de Aurora.

### **4.1 O USO DOMÉSTICO**

A água para uso doméstico na cidade de Aurora de acordo com Tsutiya, (2006): A água para uso doméstico pode ser utilizada em diferentes utilizações: para bebida, preparo de alimentos, lavagem de roupas, higiene pessoal, limpeza em geral, rega de jardins, piscinas, lavagem de carros, etc.

O consumo doméstico de água varia muito conforme o país em estudo. O padrão típico em um país industrializado no ano de 2003 é o seguinte: 30% descarga em vaso sanitário, 5% limpeza, 10% cozinha e água de beber, 20%

lavagem de roupa e 35% higiene pessoal (CLARKE; KING, 2005). Observe a tabela abaixo sobre o consumo de água.

Tabela 2 – O consumo de água doméstico

Tipos de uso da água	Porcentagem
Descarga em vaso sanitário	30%
Limpeza	5 %
Cozinha e água de beber	10%
Lavagem de roupa	20 %
Higiene pessoal	35 %
Total	100 %

Fonte:(CLARKE; KING, 2005).

Em Aurora existem vários problemas em relação à água, o primeiro é a questão da falta d'água, que se tornou constante, pois toda semana a distribuição é suspensa durante dois ou três dias. Também existe outro problema que prejudica no uso doméstico é a questão do cloro que é colocado na água, este é tão forte que não dá para consumir. Por fim, o desperdício de água no quesito uso doméstico, pode ser na lavagem de roupa, higiene pessoal ou limpeza em geral. E um dos problemas que se identifica é causado pelo desconhecimento, falta de orientação e informação dos cidadãos.

## 4.2 A ÁGUA NA AGRICULTURA

A atividade de irrigação é a maior consumidora de água entre os diversos usos desse recurso natural. Na cidade de Aurora a agricultura é o setor que consome água em maior quantidade.

Nos dias de hoje, mananciais de água doce começam a ser uma limitação para a manutenção e o crescimento populacional, pois cerca de 70% da água consumida pelo homem já é utilizada na agricultura. Assim, fica evidente que os agricultores precisarão empregar um novo método de irrigação (MENDONÇA, 2004).

O uso da água na agricultura utilizando a água subterrânea através de sistemas de bombeamento é o que já ocorre em determinadas áreas na cidade de Aurora. Consiste em bombear a água de um reservatório diretamente para o campo a ser irrigado. É uma alternativa bastante viável para o desenvolvimento da agricultura, uma vez que as plantações se encontram em áreas distantes e muitas vezes não são atendidas pela rede de distribuição de energia elétrica. Portanto na agricultura, a quase totalidade de água utilizada vai para a irrigação.

O problema que se observa, é que na cidade de Aurora – CE, boa parte da água utilizada para produzir alimentos é perdida na evaporação, o que exige uma maior captação do recurso em rios e lagos. Destacando que a utilização de agrotóxicos pela agricultura também colabora para a diminuição dos recursos hídricos. Esses insumos contaminam o solo, além de mananciais, diminuindo a disponibilidade de água, não apenas no meio rural, mas também nas cidades.

### **4.3 FORMAS DE ATENUAR O PROBLEMA DE ABASTECIMENTO EM AURORA**

Para atenuar o problema de abastecimento de Aurora, a participação da sociedade deve ser constante no processo de gerenciamento e controle dos recursos hídricos. É necessário que a população entenda e participe dos esforços para racionalização do uso da água e preservação de sua qualidade.

De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento, para que nossa população não chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração de qualidade das reservas atualmente disponíveis no município de Aurora.

O controle de vazamentos na rede de abastecimento de água (CAGECE) é uma alternativa de gerenciamento da demanda a fim de minimizar o problema de abastecimento de água na cidade de Aurora.

Uma boa alternativa para amenizar o problema é uma melhoria no abastecimento de água para que a população tenha uma boa qualidade de vida, pois é um serviço essencial e de primeira necessidade para os seres humanos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água, como elemento indispensável não só para os seres humanos como também para os seres animais e vegetais, é um bem público, de uso comum do povo. Além disso, é considerada como um direito fundamental, em face da sua estreita relação com os direitos básicos como a vida e a saúde.

Portanto, há a necessidade de constante proteção e preocupação com os recursos hídricos, em vista de que a água está se tornando um recurso escasso, em consequência dos fenômenos naturais ou por efeito da ação predatória do homem sobre o meio ambiente. Todos esses fatos estão ocasionando sérios problemas que atingem a humanidade, principalmente com relação à saúde.

A variedade dos usos diversos da água e o desenvolvimento econômico produziram inúmeras pressões sobre os recursos hídricos do planeta. Na cidade de Aurora, esse bem fundamental para a vida não é tratado de maneira responsável pela sua população, pois desde a captação até a sua distribuição existe muito descaso com a água como desperdício no sistema e também contaminação da fonte de água por sua população. O ponto negativo com relação à água na cidade de Aurora é a falta de consciência da população, observam-se moradores da cidade lavando a sua calçada, carros, irrigando seu jardim com mangueiras, e enquanto estão lavando deixam o registro aberto, com isso desperdiça a água.

A cidade de Aurora conta com um sistema de abastecimento de água que deixa a desejar em muitos pontos como em vários bairros a água só chega no começo da noite deixando muitas residências prejudicadas, sem falar na falta de água na cidade periodicamente principalmente por tubulações estouradas.

Algumas alternativas para amenizar parte desses problemas seriam de fundamental importância como o desenvolvimento de uma consciência ambiental através de uma educação ambiental como, por exemplo, não jogar lixo nas ruas, não derramar produtos químicos nos ralos, usar os defensivos agrícolas de forma correta, pois estes vão diretamente para o rio contaminando suas águas e também de uma sensibilidade ambiental por parte de seus moradores e as autoridades da cidade a respeito desse bem fundamental para a sobrevivência que é a água. Não desperdiçar água quando estiver lavando o carro, desligar a torneira durante o processo de passar o sabão, lavar a calçada com vassoura em vez de utilizar a

mangueira. Desta forma será possível um uso racional dos recursos hídricos que abastecem o município de Aurora – CE, assim, os recursos atuais podem dar suporte ao abastecimento municipal por maior tempo e com maior segurança hídrica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A.N. **O suporte geológico das florestas beiradeiras (ciliares)**. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, EDUSP, 2000.p.15-24, ISBN: 853140567X.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Relatório de Atividades da ANA**: exercício de 2006. Brasília: ANA, 2007

AUBRÉVILLE, **A.Principes d'une systématique des formations végétales tropicales**. Adansonia 5(2): 165-196, 1965. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/viewFile/266/667> Acesso: Junho de 2014.

BARROS, R. T. V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios – volume 2).

CADERNO REGIONAL DA SUB-BACIA DO SALGADO / **Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará**; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza: INESP, 2009.

CASTELLETTI, C.H.M.; et al. **Quanto ainda resta da caatinga? Uma estimativa preliminar**. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife, Ed. Universitária da UFPE. 2003. p.719-734.

CLARK, Robin; KING, Jannet. **O Atlas da água**. São Paulo: Publifolha, 2005. LOPES, Denise Maria dos Santos. **Saneamento do Meio**. GeFAM/DVS/SÉS, fev., 2004.

DIAS, Marilza do Carmo (Coord) e PEREIRA, Mauri César Barbosa (Coord). **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produzidas**. ETENE/Banco do Nordeste do Brasil. Fortaleza, 1999. 297p.

LEAL, F. C. T. Juiz de Fora. 2008. **Sistemas de saneamento ambiental. Faculdade de Engenharia da UFJF. Departamento de Hidráulica e Saneamento**. Curso de Especialização em análise Ambiental. 4 ed. 2008. Notas de Aula.

LOPES, DMS. **Saneamento do Meio**. GeFAM/DVS/SÉS, fev., 2004

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (2010). Disponível em: <http://www.funceme.br/index.php/areas/tempo/grafico-de-chuvas-dos-postos-pluviometricos> Acesso em: Junho de 2014

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (2010). Disponível em: <http://www.funceme.br/index.php/areas/meio-ambiente/solos/101> Acesso em: Junho de 2014

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (2010). Disponível em: <http://www.funceme.br/index.php/areas/meio-ambiente/solos/103> Acesso em: Junho de 2014

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (2008). Disponível em: <http://www.funceme.br/index.php/areas/meio-ambiente/solos/99> Acesso em: Junho de 2014

[HTTP://www.atlas.srh.ce.gov.br](http://www.atlas.srh.ce.gov.br). Acesso em: Junho de 2014.

JÚNIOR, José de Sena Pereira. **Recursos Hídricos – Conceituação, Disponibilidade e Usos**. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Brasília, 2004. 25p.

MENDONÇA, S.; **Estudo do uso da água e danos ambientais causados pelo sistema de irrigação – Segurança Ambiental**. São Paulo, 2004

NASCIMENTO, Nilo de Oliveira. HELLER, Lia. **Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento**. v.10. n.1, jan/mar., 2005. 36-48. [www.scielo.br](http://www.scielo.br).

\_\_\_\_\_. Lei n. 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis n.ºs 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 n.º 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, DF, 2006.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação** / organizadores Aldo da Cunha Rebouças, beneditobraga, José Galizia Tundisi. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. - See more at: <http://followscience.com/content/512431/adriana-santos-reis-acessos-universidade-estadual-de-feira-de#sthash.XBoKIOMt.dpuf>

ROUGERIE, G. Géographie de la biosphère. Paris: Armand Colin, 1980. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/viewFile/266/667> Acesso em: Junho de 2014

SANTANA, Agenilson (Coord) e BATISTA, Mônica (Coord). **Manual do Saneamento Básico: Entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica**. Instituto Trata Brasil. São Paulo, 2012. 62p.

SCHELL, R. Le problème des homologues phytographiques entre l'Afrique et l'Amérique tropicales. Mém. Mus. D' Nat. Nouv. Série, Paris, v. 11, p. 137-241, 1961. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/viewFile/266/667> Acesso em: Junho de 2014

TEIXEIRA, J. B. **Saneamento rural no Brasil: perspectivas**. In: REZENDE, S.C. (org.). Cadernos temáticos. (Vol. 7). In: HELLER, L.; MORAES, L. R. S.; BRITTO, A. L. N. P.; BORJA, P. C.; REZENDE, S. C. (coord.). Panorama do saneamento básico

no Brasil. Brasília: Ministério das Cidades, 2010. Disponível em: [http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/PANORAMA\\_vol\\_7.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/PANORAMA_vol_7.pdf). Acesso em 20 de junho 2014

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**.1.ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. 643 p.