



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS CARAÚBAS
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

DANIELY PALONY TARGINO DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE ALTO
SANTO-CE.**

Caraúbas - RN

2018

DANIELY PALONY TARGINO DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE
ALTO SANTO-CE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal Rural do Semiárido -
UFERSA, Campus Caraúbas, para a obtenção
do Título de Bacharel em Ciência e
Tecnologia.

Orientadora: Profa. Edna Lúcia da Rocha
Linhares - UFERSA.

Caraúbas - RN

2018

DANIELY PALONY TARGINO DOS SANTOS

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

TT185 Targino dos Santos, Daniely Palony.
C CARACTERIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO
MUNICÍPIO DE ALTO SANTO-CE / Daniely Palony
Targino dos Santos. - 2018.
58 f. : il.

Orientadora: Edna Lúcia Rocha Linhares.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2018.

1. Água. 2. Sistema de Abastecimento. 3. Alto
Santo. 4. Ceará. I. Rocha Linhares, Edna Lúcia
, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

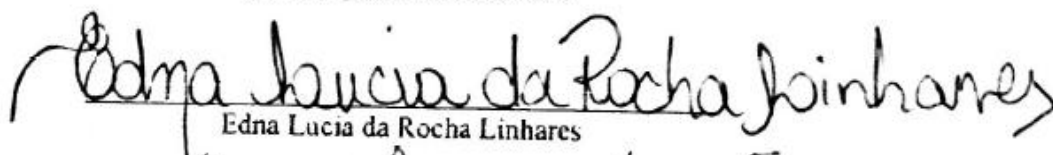
DANIELY PALONY TARGINO DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE
ALTO SANTO-CE.**

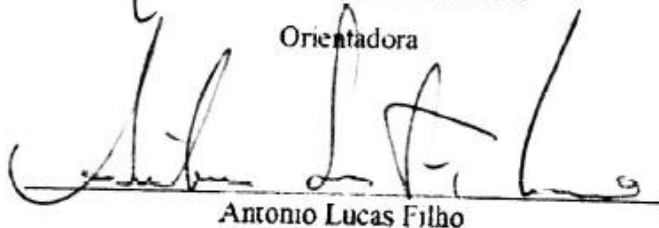
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal Rural do
Semiárido - UFERSA, Campus Caraúbas,
para a obtenção do Título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

APROVADO EM :

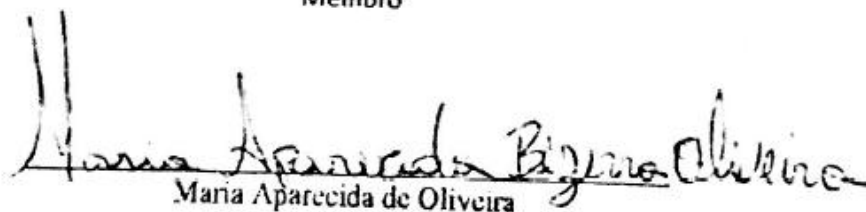
BANCA EXAMINADORA


Edna Lucia da Rocha Linhares

Orientadora


Antonio Lucas Filho

Membro


Maria Aparecida de Oliveira

Membro

DEDICATÓRIA

A Deus, pela misericórdia e fonte de Fé que me deu forças para concluir esse curso.

A Francisco Edmar Targino, meu pai e Ana Maria dos Santos, minha mãe, que sempre sonharam e torceram por esse momento.

A Suyanne de Moraes Tavares, melhor amiga e companheira.

A Débora Paola Targino e Delano Targino dos Santos, meus irmãos, pelo carinho e amor.

A Edna Lúcia da Rocha Linhares, minha orientadora, pelo carinho e atenção.

A tios e primos pelo incentivo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, coragem e proteção durante todas as viagens e estadia na cidade de Caraúbas, para concluir esse curso.

Aos meus pais Francisco Edmar Targino e Ana Maria dos Santos que me apoiaram na decisão de voltar a estudar e me incentivaram durante todos os momentos da minha formação.

A Débora Paola Targino e Delano Targino dos Santos meus irmãos, pelo incentivo, carinho e amor.

A Suyanne de Moraes Tavares melhor amiga e companheira, presença de fundamental importância nesta conquista.

A Edna Lúcia da Rocha Linhares, minha orientadora, que se dispôs a ajudar, orientando-me de maneira eficiente e pela simplicidade de ser uma excelente profissional, meu muito obrigado e a minha sincera amizade.

Aos meus tios, tias, cunhados e primos que me incentivaram e sempre torceram para que eu conseguisse alcançar meu objetivo.

Aos meus amigos Mônica Monalisa, Matheus Dantas, Fernanda Yamaguchi, Carlos Junior, Miriam, Rita de Cássia e Bruna Costa pela amizade e companheirismo durante todos esses anos na universidade.

.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

Albert Einstein

RESUMO

A água é um recurso natural indispensável à vida, é essencial para o desenvolvimento de praticamente todas as atividades realizadas pelo homem sobre a Terra; no entanto é um recurso limitado e sua distribuição é desigual. O objetivo deste estudo é realizar o diagnóstico do abastecimento de água no município de Alto Santo - CE. A pesquisa foi realizada com visitas *in loco* ao Sistema de Abastecimento de Água (SAA) do município. Foram realizadas análises de amostras de água dos mananciais da CAGECE e Prefeitura Municipal, através de ensaios físico-químicos e microbiológicos nos laboratórios da CAGECE e Universidade Regional Jaguaribana, respectivamente, seguindo os procedimentos padrões estabelecidos pela portaria 508 do Ministério da Saúde e monitoramento da pressão realizado na rede de distribuição com a instalação de aparelho datalogger. Foram levantados dados junto aos moradores, por meio de entrevistas, sendo aplicada em população finita, com amostra de 100 residências. Mediante diagnóstico, conclui-se que o abastecimento de água no município de Alto Santo apresenta vários problemas relacionados à quantidade e à qualidade, tendo em vista não atender a demanda atual existente. A CAGECE não tem conseguido universalizar o serviço, e grande parte dos usuários vêm criando sistemas alternativos de abastecimento de água (perfuração de poços e carros pipas). As análises da qualidade da água distribuída pela CAGECE apresentaram resultados fora dos padrões de potabilidade exigidos pela portaria nº 2.914/2011; os resultados dos laudos físico-químicos apresentaram índices de não conformidades; e o resultado das análises bacteriológicas das amostras coletadas na saída do tratamento e a rede de distribuição do SAA apresentaram índices de não conformidade com presença de coliformes totais (NMP/100ml) em uma das amostras. A água distribuída gratuitamente pelo governo municipal não passa por nenhum tipo de tratamento: conforme pesquisa, detectou-se que 100% das amostras se mostraram em desconformidade com a legislação vigente, no que concerne a Turbidez, cor aparente, PH e cloro residual; no bacteriológico, 100% das análises realizadas nas amostras do PT 01 apresentaram não conformidade para coliformes totais e 100% das análises realizadas nas amostras do PT 02 mostraram conformidade com os padrões estabelecidos pela Portaria MS 2.914/11 do MS.

Palavras-Chave: Água. Sistema de Abastecimento. Alto Santo. Ceará.

ABSTRACT

Water is an indispensable natural resource for life, it is essential for the development of practically all the activities carried out by man on Earth; however it is a limited resource and its distribution is uneven. The objective of this study is to perform the diagnosis of water supply in the municipality of Alto Santo - CE. The research was carried out with on-site visits to the Water Supply System (SAA) of the municipality. Analyzes of water samples from the CAGECE and City Hall sources were carried out through physicochemical and microbiological tests in the CAGECE and Jaguaribana Regional University laboratories, respectively, following the standard procedures established by Ministry of Health 508 and pressure monitoring carried out in the distribution network with the installation of a datalogger. Data were collected from the residents, through interviews, being applied in a finite population, with a sample of 100 residences. By means of a diagnosis, it is concluded that the water supply in the municipality of Alto Santo presents several problems related to quantity and quality, in order to not meet current demand. CAGECE has not been able to universalize the service, and most of the users have been creating alternative systems of water supply (well drilling and car pipes). The analyzes of the water quality distributed by CAGECE presented results outside the potability standards required by ordinance no. 2,914 / 2011; the results of physical-chemical reports presented nonconformity indexes; and the results of the bacteriological analyzes of the samples collected at the exit of the treatment and the SAA distribution network showed non-compliance with the presence of total coliforms (NMP / 100ml) in one of the samples. The water distributed by the municipal government does not go through any type of treatment: according to research, 100% of the samples were found to be in disagreement with the current legislation, regarding turbidity, apparent color, PH and residual chlorine; 100% of the analyzes carried out on PT 01 samples showed noncompliance for total coliforms and 100% of the analyzes performed on PT 02 samples showed compliance with the standards established by Ordinance MS 2,914 / 11.

Keywords: Water. Supply Sistem. Alto Santo. Ceará.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SAA - Sistema de Abastecimento de Água
CAGECE - Companhia de Águas e Esgotos do Ceará
COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
PA - Poço Amazonas
PT - Poço Tubular
APA – Adutora de Poço Amazonas
APT - Adutora de Poço Tubular
EEAB - Estação Elevatória de Água Bruta
EEAT - Estação Elevatória de Água Tratada
EELF – Estação Elevatória de Lavagem de Filtros
EECS – Estação Elevatória de Captação Superficial
ETA - Estação de Tratamento de Água
REL - Reservatório Elevado
REDE - Rede de Distribuição
IANF – Índice de Água Não Faturada
RAP - Reservatório Apoiado
RASO - Relatório de Análise da Situação Operacional
RECOP - Relatório de Controle Operacional
ETA - Estação de Tratamento de Água
FUNAI - Fundação Nacional do Índio
FUNASA - Fundação Nacional de Saúde
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IND - Economia de Natureza Industrial I
IPD - Índice de Perda na Distribuição
OMS - Organização Mundial de Saúde
Siscope - Sistema de Controle de Perdas

LISTA DE SÍMBOLOS

% - Porcentagem

“P” - Pública

BP - Bica Pública

DN - Diâmetro nominal

Fofo - Ferro fundido

L - Comprimento

l/s - Litros por segundos

m³/h - Metros cúbicos por hora

mca - Metro de coluna d'água

°, ', " - Graus, minutos e segundos

Q - Vazão

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo hidrológico	20
Figura 2 - Modelo de um sistema de abastecimento de água.....	26
Figura 3 - Configurações dos tipos de vazamentos.....	28
Figura 4 - Localização do município de Alto Santo.....	29
Figura 5 - Distribuição da CAGECE.....	33
Figura 6 - Unidades operacionais - CAGECE	34
Figura 7 - Kit padrão de ligação Cagece	40
Figura 8 - Poço 01 - Prefeitura Municipal.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros físicos e químicos da água de acordo com a portaria 2.914/2011.....	25
Tabela 2 - Parâmetros microbiológico da água de acordo com a portaria 2.914/2011	25
Tabela 3 - Componentes do sistema de captação 01	35
Tabela 4 - Componentes do sistema de captação 02	36
Tabela 5 - Componentes do sistema de captação 03.....	37
Tabela 6 - Componentes do sistema Estação de tratamento de água-ETA	37
Tabela 7 - Estrutura tarifária/2018	41
Tabela 8 - Resultados das medições instantâneas de pressão	43
Tabela 9 - Análise físico-química de água bruta do SAA(CAGECE)	44
Tabela 10 - Análise físico-química de água tratada na saída do tratamento SAA (CAGECE)	45
Tabela 11 - Análise bacteriológica de água tratada na saída do tratamento do SAA(CAGECE)	45
Tabela 12 - Análise físico-química de água tratada na rede de distribuição do SAA (CAGECE)	46
Tabela 13 - Análise bacteriológica de água tratada na rede de distribuição do SAA(CAGECE)	47
Tabela 14 - Análise físico-química de água tratada na rede de distribuição do SAA(CAGECE)	48
Tabela 15 - Análise bacteriológica de água na rede de distribuição do SAA (CAGECE).....	48
Tabela 16 - Análise físico-química de água bruta na saída da captação (PREFEITURA)	50
Tabela 17 - Análise bacteriológica de água na distribuição (PREFEITURA)	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição proporcional dos recursos hídricos da Terra	21
Gráfico 2 - Quantidade de horas de funcionamento por dia.....	41
Gráfico 3 - Volume produzido (m ³)	42
Gráfico 4 - Volume distribuído (m ³)	42
Gráfico 5 - Monitoramento da pressão no SAA do Município de Alto Santo	44
Gráfico 6 - Quantidade de população entrevistada por tipo de responsável pelo abastecimento	52
Gráfico 7 - Frequência com que a água chega na residência pela CAGECE	52
Gráfico 8 - Frequência com que a água distribuída pela prefeitura municipal chega até as residências	53
Gráfico 9 - Qualidade da água fornecida pela CAGECE	53
Gráfico 10 - Qualidade da água fornecida pela prefeitura municipal	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS.....	18
2.1 GERAL	18
2.2 ESPECÍFICOS.....	18
3. REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1 CICLO HIDROLÓGICO.....	19
3.2 DISPONIBILIDADE E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	20
3.3 PROTEÇÃO DAS ÁGUAS NO BRASIL	21
3.3.1 FATORES QUE CONTRIBUEM PARA A ESCASSEZ.....	22
3.4 QUANTIDADE DE ÁGUA	23
3.5 QUALIDADE DE ÁGUA.....	23
3.4 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA).....	25
3.5 PERDAS DE ÁGUA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO ÁGUA.....	27
4. METODOLOGIA	29
4.1 CARATERÍSTICAS LOCAIS.....	29
4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS.....	30
4.3 PROCEDIMENTO DE COLETA DE ÁGUA.....	30
4.4 PLANO DE AMOSTRAGEM	31
5. RESULTADOS.....	32
5.1 A COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ (CAGECE)	32
5.2. UNIDADES OPERACIONAIS.....	33
5.3 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DO SAA	38
5.4 DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE PERDAS	42
5.5 VERIFICAÇÃO DE PRESSÃO NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO.....	43
5.6 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA	44
5.7 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA-SAA DA PREFEITURA MUNICIPAL	49
5.8 PLANO DE AMOSTRAGEM E RESULTADOS.....	51
6. CONCLUSÕES	55

7. RECOMENDAÇÕES	57
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

1. INTRODUÇÃO

Em conformidade com conceitos disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), através do Manual de Educação para o Consumo Sustentável, a água é um recurso natural essencial à sobrevivência de todas as espécies que habitam a Terra. É renovável e abundante, ocupando aproximadamente 70% da superfície do nosso planeta, cerca de 97,5% desta água é salgada, não sendo própria para o consumo humano. A falta de água potável no mundo gera preocupação, decorrente principalmente da carência de planejamento na distribuição e utilização. Ainda de acordo com o manual, mesmo países que têm disponibilidade de recursos hídricos, como o Brasil, não estão livres da ameaça de uma crise, pois a disponibilidade varia muito de uma região para outra. Segundo Tardelli Filho além das reservas de água potável estarem diminuindo devido o crescente aumento do consumo, o desperdício e a poluição das águas superficiais e subterrâneas por esgotos domésticos e resíduos tóxicos provenientes da indústria e da agricultura.

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, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais. A água é indispensável e, quando tratada, leva à melhoria da qualidade de vida das pessoas.

A elaboração de um projeto de sistema de abastecimento de água requer estudos aprofundados e mão-de-obra especializada. Inicialmente, se faz o estudo da população a ser atendida e de sua taxa de crescimento, assim como de suas necessidades comerciais, industriais, agrícolas e populacionais. Com base nas informações obtidas no estudo, o sistema de abastecimento é projetado visando atender a um horizonte de projeto, que depende de fatores como: custo da obra, vida útil, evolução da demanda de água, flexibilidade na expansão futura do sistema e fatores ligados ao estudo do crescimento populacional (TSUTIYA, 2006).

A Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) é a empresa de saneamento básico do estado brasileiro do Ceará com sede em Fortaleza, que tem por finalidade a prestação dos serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto, presente em 251 localidades de 150 municípios em todo estado do Ceará. A população coberta é 5,30 milhões de cearenses, com índice de cobertura de abastecimento de água de 98,23% da população.

A cidade de Alto Santo, no Ceará, enfrenta problemas recorrentes devido à falta de água.

A Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará, SRH-CE (2015), mostra para este município uma condição climática semiárida, com temperaturas médias entre 23 °C e 29 °C e precipitação pluviométrica média anual em torno de 850 mm. A sede do município de Alto Santo tem aproximadamente 3650 residências. O abastecimento de água de aproximadamente 1.350 dessas residências é realizado através da CAGECE, estando aproximadamente 2.300 sobre responsabilidade da prefeitura municipal.

2. OBJETIVOS:

2.1 Geral

O objetivo deste estudo é caracterizar do abastecimento de água no município de Alto Santo - CE.

2.2 Específicos

- ✓ Levantamento técnico e operacional (Manancial/Captação, Tratamento, Adução, Reservatórios, Elevatórias, Rede de Distribuição);
- ✓ Determinar o grau de conformidade do SAA disponibilizado pela CAGECE;
- ✓ Identificar as não conformidades e ressaltar as consequências geradas;
- ✓ Sondagem das condições de controle e qualidade da água(físico-química, e bacteriológica da água na saída do tratamento);
- ✓ Verificação da qualidade da água na rede de distribuição e na saída do tratamento.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Ciclo Hidrológico

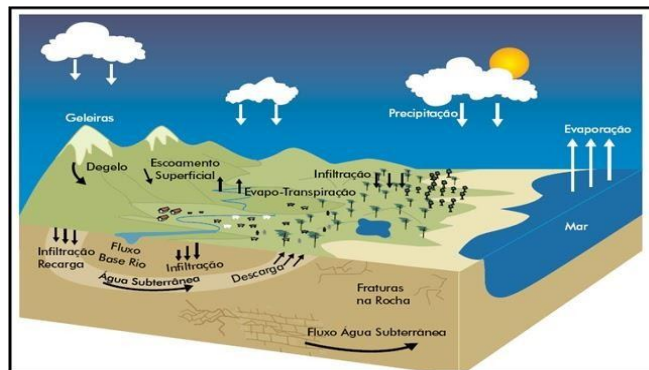
A fórmula química da água é H_2O (duas moléculas de hidrogênio e uma de oxigênio), é uma substância abundante na Terra, cobrindo a maior parte da superfície do planeta, sendo a substância de maior percentual encontrada nos seres vivos, assim foi de fundamental importância para o surgimento e manutenção da vida na terra. A renovação da água é um ciclo natural, no entanto a utilização e as perdas acontecem de maneira mais acelerada do que a reposição natural. O acesso à água potável é um direito básico do ser humano, com garantia de qualidade e quantidade suficiente (ALMEIDA, 2012).

Conforme Garcez (2012), hidrologia é a ciência que trata das propriedades, distribuição e comportamento da água na natureza, sendo o estudo dividido em três ramos, tratando da água nas suas diferentes formas de ocorrência: acima, abaixo e sobre a superfície terrestre.

- a) Água Atmosférica;
- b) Água Superficial;
- c) Água Sub-Superficial

Ainda segundo Garcez (2012) os estágios do ciclo hidrológico são: precipitação, escoamento subterrâneo, defluxo e evaporação (Figura 1). Parte da água precipitada cai diretamente sobre as superfícies líquidas, parte escoa para superfície dos solos até os rios, lagos, reservatórios ou até os oceanos, uma parte retorna imediatamente à atmosfera por evaporação das superfícies líquidas do terreno e plantas, e parte escoa no interior dos solos. A evaporação e precipitação são as forças condutoras do ciclo hidrológico, tendo a irradiação solar como principal fonte de energia.

Figura 1 - Ciclo hidrológico



Fonte: Página fontehidrica

3.2 Disponibilidade e distribuição de água.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) pág 18, a água é um recurso natural renovável e abundante, que ocupa aproximadamente 70% da superfície do nosso planeta. No entanto, 97,0% desta água é salgada e, portanto, imprópria para o consumo. Da parcela de água doce, 69,8% encontram-se nas geleiras, calotas polares ou em regiões montanhosas, 29,9% em águas subterrâneas, 0,9% compõe a umidade do solo e dos pântanos e apenas 0,3% constitui a porção superficial de água doce presente em rios e lagos, dificultando o acesso humano. Além de ser um recurso limitado, de acordo com dados a cima citados, sua distribuição é desigual, como mostra o Gráfico 1.

Nesse contexto o Brasil é um país privilegiado quanto ao volume de recursos hídricos, pois abriga 13,7% da água doce do mundo, dispõe de mais água doce do que qualquer outro país no mundo, no entanto, sentimos o efeito da escassez. Cerca de 73% da água doce do país está localizada nos rios da Bacia Amazônica, que é habitada por menos de 5% da população. Apenas 27 % dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para as demais regiões, onde residem 95% da população do país.

Gráfico 1 - Distribuição proporcional dos recursos hídricos da Terra



Fonte: Página alunos online-uol

3.3 Proteção das águas no Brasil

O Brasil possui legislação que normatiza a utilização desse recurso, conhecida popularmente como Código das Águas, fundamentada pelo Decreto Federal nº 24.643 e pela Política Nacional de Recursos Hídricos, apoiado pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. As organizações responsáveis pelo gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil são denominadas Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), integrada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e Comitês de Bacia Hidrográfica, responsáveis por:

- Sistematizar gestão integrada das águas;
- Programar, controlar e legalizar a utilização, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;
- Executar a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- Julgar os conflitos associados aos recursos hídricos;
- Requerer cobrança pelos recursos hídricos.

A Escassez da água expressa carência ou insuficiência, adjetivo que se refere a algo em quantidade insatisfatória, referindo-se quase sempre aos recursos naturais não renováveis, como a água, por exemplo. Destina-se à condição em que há pouca disponibilidade desse recurso. Atualmente um bilhão de pessoas não têm acesso à água potável, de acordo com a

Organização das Nações Unidas (ONU). A maior adversidade em relação à escassez da água é carência de planejamento na distribuição e utilização.

Conforme Arlindo Philippi Jr., Engenheiro Civil e Sanitarista da Faculdade de Saúde Pública da USP, e Getúlio Martins, Físico e Engenheiro Civil da companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, por muito tempo a água foi apontada como infinita e autossustentável por se tratar de recurso natural, com o passar do tempo, devido ao crescimento da população e principalmente em decorrência do avanço tecnológico, resultou na poluição dos efluentes, causados pelo lançamento de esgotos, fatores que fazem com que pelo menos um terço da população mundial vive em área de escassez.

3.3.1 Fatores que contribuem para a escassez:

- Consumo inconsciente de água;
 - ✓ Desperdício
 - ✓ Poluição
- Falta de reaproveitamento;
- Falta de programas de conscientização.

De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde nº 518, artigo 4º, parágrafo I, água potável é a água destinada ao consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereçam riscos à saúde, garantindo que os indivíduos consumam água de maneira segura. Procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano também é disposto na Portaria MS n.º 518/2004. Toda água destinada ao consumo humano, para que tenha a potabilidade garantida, deve seguir um conjunto de operações com a finalidade de eliminar contaminação, realizadas em uma estação de tratamento de água (ETA).

O acesso à água tratada e de qualidade é um direito todo de cidadão. Compete, assim, ao Estado, mediante seus órgãos e instituições competentes, garantir água tratada à população. O acesso à água para todos promove novas formas de integração social e de cidadania, levando-se em conta a saúde humana e a qualidade e expectativa de vida. (SIRVINSKAS, 2011, p. 325).

3.4 Quantidade de água

De acordo com o manual de saneamento do Ministério da Saúde, o homem precisa de água com qualidade satisfatória e quantidade suficiente, para satisfazer suas necessidades de alimentação, higiene e outras, sendo um princípio considerar a quantidade de água, do ponto de vista sanitário, de grande importância no controle e na prevenção de doenças. O volume de água necessário para abastecer uma população é obtido levando em consideração as parcelas componentes dos diferentes usos da água e o consumo médio de água por pessoa por dia. No sistema de abastecimento de água ocorrem variações de consumo significativas, que podem ser anuais, mensais, diárias, horárias e instantâneas. No projeto do sistema de abastecimento de água, algumas dessas variações de consumo são levadas em consideração no cálculo do volume a ser consumido.

O "per capita" de uma população é obtido, dividindo o total de seu consumo de água por dia pelo número total da população servida. A quantidade de água consumida por uma população varia conforme a existência ou não de abastecimento público, a proximidade de água do domicílio, o clima, os hábitos da população. Nos projetos de abastecimento público de água, o "per capita" adotado varia de acordo com a natureza da cidade e o tamanho da população.

3.5 Qualidade de água

Qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De modo geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica. A portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento, bem como mecanismos e instrumentos de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano.

O tratamento da água consiste na remoção de partículas suspensas e coloidais, matéria orgânica, microrganismos e outras substâncias que possam causar danos à saúde humana. A tecnologia empregada para o tratamento da água para consumo humano vai depender sobretudo das características da água bruta, custos de implantação, manutenção e operação, flexibilidade operacional e a localização geográfica e características da comunidade.

As Tabelas 1 e 2 apresentam os índices da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde que estabelece os parâmetros de acompanhamento através do índice de qualidade da água distribuída (IQAD).

- Turbidez – Indica a presença de partículas em suspensão na água, deixando-a com aparência turva;
- Cor - Indica a presença de substâncias dissolvidas na água;
- PH - Indica acidez ou alcalinidades da água;
- Cloro - Produto químico utilizado para eliminar bactérias;
- Nitrato - Sal proveniente da nitrificação do nitrogênio-amoniaco resultante da decomposição de resíduos orgânicos, ou de adubações nítrico-amoniaco.
- Coliformes totais - Indica a contaminação por bactérias provenientes da natureza;
- Escherichia coli / Coliforme termo tolerante - Indica a contaminação por material fecal.

Tabela 1 - Parâmetros físicos e químicos da água de acordo com a portaria 2.914/2011

Parâmetros	Padrão	Unidade
pH*	6 a 9,5	-
Cloro*	2	mg/L
Turbidez*	5	uT
Cor	15	uH
Ferro*	0,3	mg/L
Fluor*	1,5	mg/L

Fonte: Site associação brasileira de química

Tabela 2 - Parâmetros microbiológico da água de acordo com a portaria 2.914/2011

PARAMETRO	VMP (valor máximo permitido)
Água para consumo humano (2)	Ausência em 100ml
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes (3)	
Água na saída do tratamento	Ausência em 100ml
Coliformes totais	
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Ausência em 100ml
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes (3)	
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês; Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml

Fonte: Site associação brasileira de química

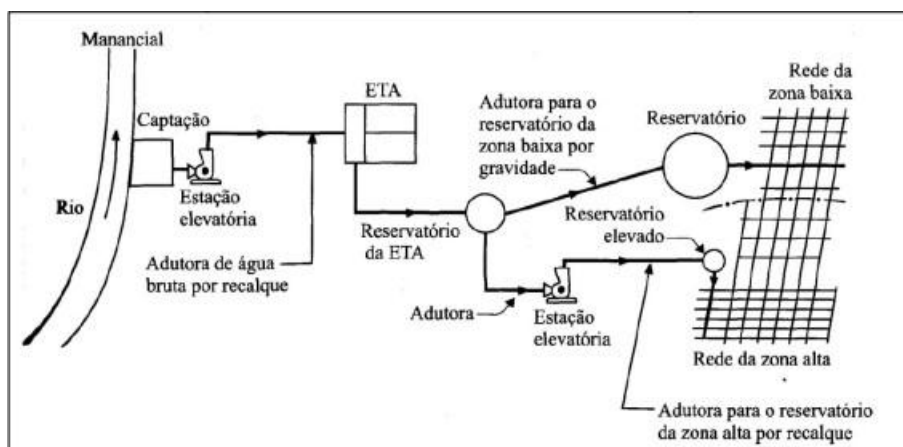
Existem vários tipos de doenças que podem ser causadas pela água. São assim denominadas quando causadas por organismos ou outros contaminantes disseminados diretamente por meio da água. Em locais com saneamento básico deficiente (água sem tratamento ou tratamento inadequado), as doenças podem ocorrer devido à contaminação, bem como pela escassez, pois a falta de água também pode causar doenças, impedindo uma higiene adequada. Incluem-se também na lista de doenças de transmissão hídrica, aquelas causadas por insetos que se desenvolvem na água.

3.4 Sistema de abastecimento de água (SAA)

De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde (MS) 2914/2011, artigo 5º, parágrafo VI, (BRASIL, 2011), um sistema de abastecimento de água para consumo humano é constituído por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de

captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição (Figura 2).

Figura 2 - Modelo de um sistema de abastecimento de água



Fonte: Orsini (1996)

O sistema de abastecimento de água geralmente compreende as etapas: captação, adução, recalque, tratamento, reservação e distribuição; não sendo obrigatória a sequência, podendo até não existir algumas partes (Garcez 2012).

- **Manancial** - são todas as fontes de água, superficiais ou subterrâneas, que podem ser usadas para o abastecimento público. Isso inclui, por exemplo, rios, lagos, represas e lençóis freáticos. Para cumprir sua função, um manancial precisa de cuidados especiais, garantidos nas chamadas leis estaduais de proteção a mananciais. (Tsutiya, 2006, apud GIROL, 2008).
- **Captação** - a água bruta é captada em mananciais superficiais (barragens, lagos, etc) ou subterrâneos (poços). A captação de água bruta em mananciais é uma atividade regulamentada e legal. É regida por Lei e depende da outorga de direito de uso concedida por órgão público responsável de esfera estadual ou federal. No uso de recursos hídricos de domínio da União, as outorgas de direito de uso são de competência da Agência Nacional de Águas (ANA), como previsto em Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.

- **Estações elevatórias** - Considerando a economia de energia, facilidade de operação, manutenção e segurança, seria desejável que os escoamentos fossem inteiramente por gravidade. No entanto, algumas vezes, os locais a serem atendidos estão em pontos altos ou muito afastados das fontes de abastecimento de água. Deste modo, as elevatórias tornam-se essenciais na captação, adução, tratamento e rede de distribuição de água, para conduzir o líquido a cotas mais elevadas, ou para aumentar a capacidade de adução do sistema.
- **Adução:** a água captada nos mananciais é bombeada até as ETAs (Estações de Tratamento de Água)
- **Estação de tratamento de água (ETA):** por meio de uma série de processos químicos e físicos, a água bruta é tornada potável para que possa ser distribuída à população;
- **Reservatórios:** depois de tratada, a água é bombeada até reservatórios para que fique à disposição da rede distribuidora;
- **Rede de distribuição de água:** a parte final do sistema, entrega ao consumidor.

3.5 Perdas de água do sistema de abastecimento água

Conforme Tardelli Filho, 2004, perdas podem originar-se de vazamentos no sistema, envolvendo a captação, a adução de água bruta, o tratamento, a reserva, a adução de água tratada e a distribuição, além de procedimentos operacionais como lavagem de filtros e descargas na rede, quando estes provocam consumos superiores ao estritamente necessário para operação, nesse contexto classificam as perdas em um sistema de abastecimento em dois tipos:

Perda real ou física equivale ao volume de água produzido que não chega ao consumidor final, devido à ocorrência de vazamento nas adutoras, redes de distribuição e reservatórios, bem como de extravasamentos em reservatórios setoriais (Figura 3).

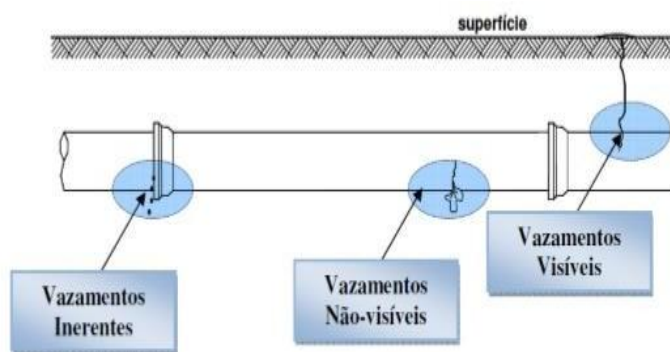
Classificação dos tipos de vazamento de acordo com Tardelli Filho:

- ✓ **Visíveis:** São os vazamentos de curta duração e altas vazões que afloram para a superfície e são facilmente detectáveis. Representam 45% dos vazamentos.
- ✓ **Não-visíveis:** São os vazamentos que não afloram para a superfície e, por isso, não podem ser detectados no visual. Possuem vazões moderadas e a sua duração depende da frequência da pesquisa de vazamento. Representam 30% dos vazamentos.

- ✓ **Inerentes:** São os vazamentos não visíveis e não detectáveis por equipamentos de detecção acústica. Geralmente são vazões abaixo de 250 litros/hora. Representam 25% dos vazamentos.

Para Tardelli Filho, 2004, extravasamento é mais frequente a noite por causa do seu carregamento, esta ocorrência é devida a não existência de dispositivos de alerta e controle de falhas operacionais nos equipamentos já existentes. Quando os reservatórios estão cheios, a água é coletada pelo extravasor, onde é levada à rede de drenagem pluvial ou para algum outro lugar apropriado. O volume de água, geralmente, não é contabilizado pelos operadores, gerando assim uma maior dificuldade para a obtenção de dados mais precisos.

Figura 3 - Configurações dos tipos de vazamentos



Fonte: Modificado de Gonçalves (1998)

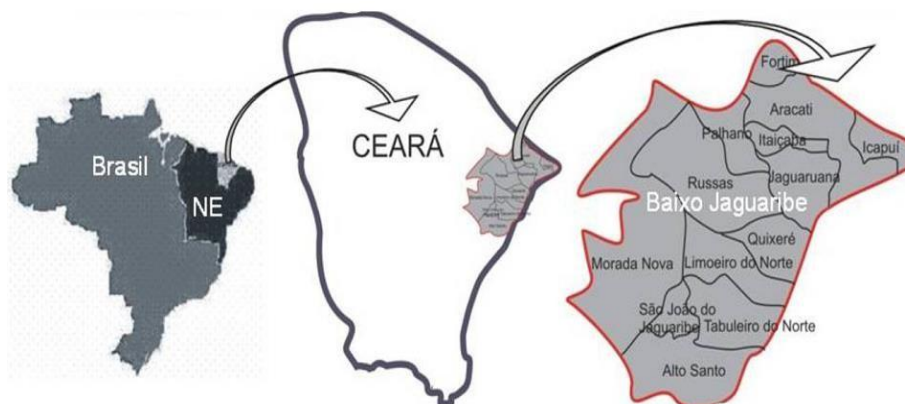
Perda aparente ou não física equivale ao volume de água consumido, mas não contabilizado pela companhia de saneamento, decorrente de erros de medição nos hidrômetros e demais tipos de medidores, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial. Nesse caso, então, a água é efetivamente consumida, mas não é faturada.

4. METODOLOGIA

4.1 Características Locais:

O estudo foi realizado na cidade de Alto Santo, localizada no município brasileiro do estado do Ceará, situado na microrregião do Baixo Jaguaribe, mesorregião do Jaguaribe (Figura 4). De acordo com dados fornecidos através do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, em 18 de dezembro de 2017, com base no censo de 2010, o município de Alto Santo tem uma população de 16.359 habitantes, uma área de unidade territorial de 1.338,205 km² e uma densidade demográfica de 12,22 Hab/km². O acesso ao município, a partir de Fortaleza, pode ser feito através da rodovia federal BR 116. As demais vilas, lugarejos, sítios e fazendas estão interligados por estradas asfaltadas carroçáveis, que permitem franco acesso durante todo o ano. Possui clima Tropical quente semiárido com pluviometria média de 700 mm com chuvas concentradas de fevereiro a abril, sua vegetação é composta por caatinga arbustiva aberta e floresta caducifolia espinhosa, suas principais fontes de água são: Rio Jaguaribe e Figueiredo, Riacho Várzea Grande, Lagoas do Junco e Grande e Riacho da Serra.

Figura 4 - Localização do município de Alto Santo



Fonte: journals.openedition.org

De acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), vinculada ao Ministério de Minas e Energia, no município de Alto Santo, pode-se distinguir quatro domínios hidrogeológicos distintos: rochas cristalinas, sedimentos mesozóicos da bacia do

Apodi (aquíferos Açu e Jandaíra) e sedimentos fanerozóicos, envolvendo coberturas elúvio-coluviais e aluvionares.

O município de Alto Santo encontra-se no domínio da bacia hidrográfica do Médio Jaguaribe. Como principal drenagem superficial pode-se mencionar o açude Castanhão com capacidade de 6.700.000.000m³, Riacho da Serra com 23.470.000m³, e açude Taborna com 700.000m³ de capacidade, podendo destacar ainda os rios Jaguaribe e Figueiredo. Segundo a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH, 2017), o nível de açudagem compreende uma capacidade total estimada de 6.724.170.000m³.

4.2 Levantamento de dados

O diagnóstico foi de forma exploratória, realizando-se um levantamento bibliográfico com abordagem quantitativa, compilação de informações, vistoria técnica, levantamentos em campo, medições de pressão, inspeção na captação, estação de tratamento, elevatórias e reservatórios, análise e avaliação documental, obtenção de informações, dados gerais do sistema, dados compilados junto a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) e Prefeitura Municipal, levantamento de campo, junto aos moradores, por meio de entrevistas, sendo posteriormente analisados, sistematizados e, por fim, avaliação dos resultados.

4.3 Procedimento de coleta de água

Análises da água foram realizados junto aos mananciais da CAGECE e Prefeitura Municipal, pela autora, no qual foi verificado a potabilidade de acordo com estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde (MS) 2914/2011. As análises foram realizadas por meio de ensaios físico-químicos e microbiológicos. O procedimento de coleta foi realizado com a torneira completamente aberta, deixando a água escar por aproximadamente 3 min (esgotar a água parada nos canos). Foi coletado um litro de água em garrafa plástica, para cada análise físico-químicas e microbiológica realizada. Antes do procedimento os recipientes foram lavados três vezes com a água do local que foi analisado, após a coleta os frascos eram identificados com o local e a data da coleta. Para coleta de água clorada (saída da ETA e rede de distribuição) foram utilizados frascos adicionados de tiosulfato de sódio. No momento da coleta as mãos não entraram em contato com a água, para não contaminar a amostra.

As amostras de água para análise bacteriológica foram coletadas em frascos esterilizados, as torneiras foram higienizadas com álcool. No caso de torneira de metal, foi

feita flambagem. A amostra foi colhida cuidando para que ficasse o mínimo possível de bolhas de ar no frasco e colocadas sob refrigeração até a realização da análise. As coletas realizadas em pontos abastecidos pela CAGECE foram analisadas no laboratório da própria companhia, as coletadas nos demais pontos foram analisadas no laboratório de química da Universidade Regional Jaguaribana.

4.4 Plano de amostragem

A coleta de dados tem por natureza um grau de subjetividade que requer alguns cuidados em sua elaboração e aplicação. Do contrário, o formulário pode não cumprir seu objetivo, conduzindo a conclusões erradas. Foram entrevistadas apenas pessoas responsáveis pela família/domicílio, sendo informando ao entrevistado a relevância e a autonomia da pesquisa, e o sigilo das respostas. Seu dimensionamento foi feito para população finita, sendo o valor obtido para a amostra de 100 residências. Para elaboração dos gráficos foi utilizado o Microsoft Excel 2016.

5. RESULTADOS

5.1 A Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).

Criada em 20 de julho de 1971, a CAGECE é uma empresa brasileira que detém a concessão dos serviços públicos de saneamento básico, captação, tratamento e distribuição de água no estado do Ceará. É uma sociedade de economia mista, cujo maior acionista é o Governo do Estado do Ceará. A CAGECE é responsável pela distribuição de água potável na cidade de Alto Santo, localizada na Rua: Joaquim R. Cabó, 211 - Centro, Alto Santo/CE, faz parte da Unidade de Negócio da Bacia do Baixo e Médio Jaguaribe (UN-BBJ), situada na Rua Raimundo Joaquim de Santiago Lima, s/n - Bairro Alto São João Russas/CE.

A CAGECE começou a operar no município de Alto Santo em 31 de dezembro de 1998. O sistema de abastecimento de água da cidade conta com um conjunto de unidades que vão desde a captação, através da exploração de poços tubulares, poços amazonas e manancial superficial, tratamento, reserva de água e a etapa final de distribuição.

Ao longo dos anos, o SAA de Alto Santo seguiu em operação sem sofrer alterações ou modificações substanciais, apenas algumas pequenas melhorias e ampliações. A ETA estava funcionando com déficit de quantidade, devido à redução das vazões nos poços tubulares e na qualidade, pois o tipo de tratamento existente, aeração, filtração direta de fluxo ascendente, não eram suficientes para tornar as características físicas, principalmente nos aspectos de cor e turbidez dentro do padrão especificado pela Portaria 2.914/2011.

Em 2015 foi executado um projeto de ampliação do SAA de Alto Santo, ampliando a captação, implantação de um novo manancial (superficial), levou melhorias para estação de tratamento existente, com a instalação de um decantador de manta de lodo, dois filtros de escoamento ascendente, uma casa de química, fábrica de cloro, laboratório, estações elevatórias e um reservatório apoiado com capacidade de 700m³ (Figura 5).

Figura 5 - Distribuição da CAGECE

Figura 6 - Unidades operacionais - CAGECE

		
Núcleo de atendimento	Estação de tratamento	Reservatório elevado de distribuição.
		
ETA	RAP (ETA)	Laboratório (ETA)
		
Filtros	Quadros de comando	EEAT
		
Casa de química	Captação 01	Tamque de união
		
Captação 02	Poço tubular	EEAB

Fonte: próprio autor (2018.)

O sistema de abastecimento de água-SAA de Alto Santo da CAGECE conta com três captações, duas com mananciais subterrâneos (poços profundos e poço Amazônia) e um manancial superficial (açude Riacho da Serra). As tabelas 3, 4, 5 e 6 mostram detalhadamente a descrição e os componentes operacionais das captações e estação de tratamento de água-ETA.

Tabela 3 - Componentes do sistema de captação 01

Captação subterrânea	Profundidade (m)	Vazão de projeto (m³)/h
Poço Amazonas PA	-	-
PT-01	12	2,5
PT-02	21	8,0
PT-07	16	5,0
PT-08	19	8,8
Elevatória	Origem	Destino
EEAB-01	Reservatório RAP-01	ETA
EEPA-01	Poço Amazonas PA	ETA
EEPT-01	PT-01	ETA
EEPT-02	PT-02	ETA
EEPT-07	PT-07	ETA
EEPT-08	PT-08	ETA
Adução	Origem	Destino
AAB-01	Reservatório RAP-01	ETA
APA-01	Poço Amazonas PA	Reservatório RAP-01
APT-01	PT-01	Reservatório RAP-01
APT-02	PT-02	Reservatório RAP-01
APT-07	PT-07	Reservatório RAP-01
APT-08	PT-08	Reservatório RAP-01
Reservatório	Tipo	Capacidade (m³)
Reunião-01	Apoiado	150

Fonte: o Autor (2018)

Tabela 4 - Componentes do sistema de captação 02

Captação subterrânea	Profundidade (m)	Vazão de projeto (m³)/h
PT-03	17	8,8
PT-04	23	20
PT-05	19	12
PT-11	60	20
PT-13	-	-
Elevatória	Origem	Destino
EEAB-02	Reservatório RAP-02	ETA
EEPT-03	PT-03	ETA
EEPT-04	PT-04	ETA
EEPT-05	PT-05	ETA
EEPT-11	PT-11	ETA
EEPT-13	PT-13	ETA
Adução	Origem	Destino
AAB-02	Reservatório RAP-03	ETA
APT-03	PT-03	Reservatório RAP-03
APT-04	PT-04	Reservatório RAP-03
APT-05	PT-05	Reservatório RAP-03
APT-11	PT-11	Reservatório RAP-03
APT-13	PT-13	Reservatório RAP-03
Reservatório	Tipo	Capacidade (m³)
Reunião-02	Apoiado	150

Fonte: o Autor (2018)

O manancial superficial tem capacidade de 23.470.000m³, porém se encontra desativado devido aos efeitos do clima semiárido. De acordo com a COGERH, o reservatório encontrava-se no volume morto, com apenas 3,15% de capacidade de armazenamento, portanto não sendo apropriada para consumo humano.

Tabela 5 - Componentes do sistema de captação 03

Captação superficial	Capacidade (m³)	-
Açude Riacho da Serra	23.470.000	-
Elevatória	Origem	Destino
EECS-02	Reservatório REL-02	ETA
Adução	Origem	Destino
AAB-03	Reservatório RAP-02	ETA
Reservatório	Tipo	Capacidade (m³)
Reunião-02	Elevado	200

Fonte: o Autor (2018)

Tabela 6 - Componentes do sistema Estação de tratamento de água-ETA

Filtro	Tipo de filtro	Vol.máx(m³/h)
Filtro 01	Escoamento Ascendente	36,8
Filtro 02	Escoamento Ascendente	36,8
Filtro 03	Escoamento Ascendente	36,8
Filtro 04	Escoamento Ascendente	36,8
Elevatória	Origem	Destino
EEAt-01	Reservatório RAP-03	Distribuição REL01
EELF-01	Filtro F01	ETA
EELF-01	Filtro F01	ETA
EELF-01	Filtro F01	ETA
EELF-01	Filtro F01	ETA
Adução	Origem	Destino
AAB-01	Reservatório RAP-03	ETA
AAB-01	EEAB-01	ETA
AAB-01	PA 01	ETA
AAB-01	EEAB-02	ETA
ALF-01	PT-11	Reservatório RAP-03

AAT01	ETA	REL
Reservatório	Tipo	Capacidade (m³)
Reunião- RAP03	Apoiado	150
Reunião- RAP04	Apoiado	700
Casa de Química		
CQ-01		
Decantador	t. det. Proj. (m)	
Dec-01	99	
Aerador	Tipo	
Aerador 01	Bandejas	

Fonte: o Autor (2018)

5.3 Características operacionais do SAA

A água fornecida à população de Alto Santo é captada no açude Riacho da Serra e poços tubulares através de conjuntos moto-bombas, denominado Estação Elevatória de Água bruta (EEAB). A água é bombeada por adutoras até a Estação de Tratamento de Água (ETA), onde recebe o tratamento necessário e posteriormente é distribuída para o consumo humano de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde. O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Alto Santo é constituído por três captações, de onde é captada água bruta, através de uma estação elevatória de água (EEAB), é aduzida por uma adutora (AAB), utilizando uma tubulação de ferro de 150 mm de diâmetro, conduzindo a água das captações para a estação de tratamento. No início do tratamento é realizado uma pré-cloração, processo que tem por objetivo a remoção ou destruição (inativação) de microrganismos patogênicos presentes na água capazes de causar várias doenças; em seguida, passa pelo decantador de manta de lodo, promovendo o contato entre as partículas desestabilizadas, aglutinando e formando flocos mais pesados, ou seja, decantação do material; segue-se para o processo de filtração, realizada em filtros de fluxo ascendentes, com objetivo de remover os flocos mais finos e leves que não foram retidos nos decantadores, nos filtros primeiramente água passa por um processo de saturação, no qual é inserido oxigênio para quebra de partículas por meio de concentração de oxigênio dissolvido na água,

parâmetro muito importante para analisar as características químicas e biológicas das águas. Após o tratamento, a água é retida em um reservatório apoiado (RAP) com capacidade de 700m³, em seguida recalçada através de uma estação elevatória de água tratada (EEAT) para o reservatório elevado (REL), de onde é distribuída por gravidade através das redes de distribuição.

A ETA trata uma vazão média de 20,76m³/h com regime de operação em torno de 19 horas/dia, produzindo uma média de 14.718,49m³/dia. O produto químicos utilizado no tratamento é cloro gasoso. Os sistemas de produção que exploram as águas superficiais e subterrâneas requerem gestão adequada no sentido de se eliminar os riscos evidentes de sofrerem contaminações. Além da vigilância por parte dos órgãos de saúde, a CAGECE controla a qualidade da água fornecida à população através de análises bacteriológicas, químicas e físicoquímicas, o tratamento vai desde a captação (açude e poços), até o cavalete da ponta de rede nas residências. A qualidade da água distribuída é verificada diariamente, com amostras coletadas em pontos estratégicos da rede, para atender o número mínimo de amostras exigidas pela portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.

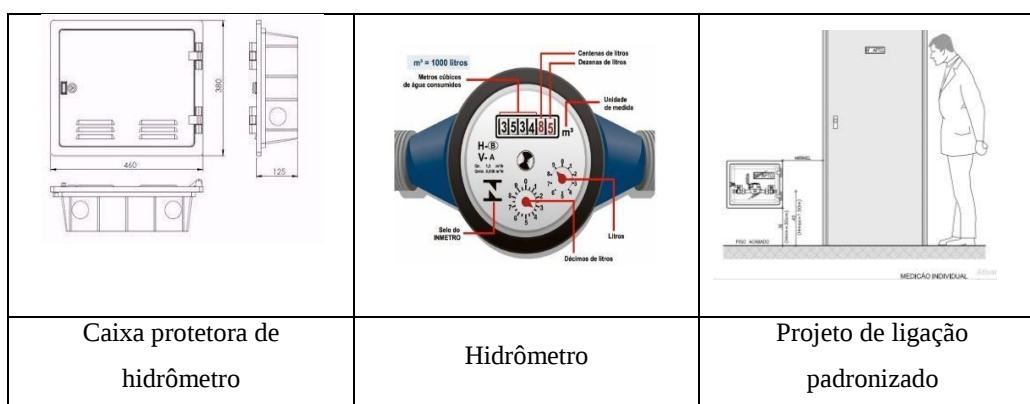
As águas residuais e resíduos produzidos pelo decantador e filtros durante o tratamento da água, constituídos de poluentes, tais como, areia fina, siltes, argila, substâncias húmicas, microrganismos e os produtos químicos adicionados no tratamento da água, são descartados diretamente na natureza sem o tratamento necessário, como define o Conselho Nacional Do Meio Ambiente-CONAMA através da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006.

De acordo com relatório anual da qualidade de água disponibilizado pela CAGECE, a empresa obedece a um plano especificado pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, com monitoramento diário nos parâmetros de qualidade da água fornecida, desde as unidades de captação, tratamento até as ligações prediais. Sempre que as amostras coletadas apresentam resultados fora dos limites estabelecidos, ações corretivas são providenciadas e novas amostras são coletadas, analisadas até que a qualidade da água seja restabelecida.

Conforme o Relatório Anual de Dados Operacionais-Raso, o SAA da CAGECE conta com um total de 1374 ligações reais, sendo 1324 ativas, 48 cortadas e duas suspensas. Todas as ligações encontram-se hidrometradas. A medição de ligação de água para unidades usuárias ou economias de condomínio horizontais ou verticais é individualizada, antes da entrada da água, para quantificar em metros cúbicos (m³) o volume mensal da água utilizada e visa

possibilitar a emissão de faturas individuais para cada unidade. Os hidrômetros das unidades usuárias são, obrigatoriamente, do tipo hidrômetro com vazão nominal de Q_n 1,5m³/h x dn 20mm, aprovado no processo de verificação metrológica realizada no Laboratório de Hidrometria da Cagece (Figura 7). O local de instalação do hidrômetro deverá ter proteção e poderá ser dimensionada conforme número de hidrômetros para atendimento às unidades usuárias. O hidrômetro deve ser instalado na horizontal, utilizando porcas e tubetes em latão, a altura mínima do hidrômetro não poderá ser inferior a 59,8 cm bem como sua altura máxima não poderá ser superior a 1,5 m em relação ao piso.

Figura 7 - Kit padrão de ligação Cagece



Fonte: .www.cagece.com.br.

A estrutura tarifária de água da CAGECE teve valores fixados para água a partir de 22 de janeiro de 2018, com base na resolução nº 043/17/DPR, aprovada pela Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará (ARCE) e da Autarquia de Regulação, Fiscalização e Controle dos Serviços Públicos de Saneamento Ambiental (ACFOR). A estrutura adota vários tipos de tarifa de consumo, de acordo com o tipo de economia/categoria (Residencial, Comercial, Industrial, Pública e Entidade Filantrópica), o valor da fatura de água é calculado através de uma tabela progressiva e os valores são definidos por faixa de demanda, mostrado na Tabela 7.

Tabela 7 - Estrutura tarifária/2018

 	
RESOLUÇÃO	Nº 043/17/DPR
ASSUNTO: Estrutura Tarifária 2018 no estado do Ceará, a exceção de Itapipoca	FOLHA 01/01

Anexo da RD nº 043/17/DPR

Categoria	Faixa de Consumo (m³)	Tarifa Água (R\$/m³)	Tarifa Esgoto (R\$/m³)
Residencial Social - Demandas máximas de 10m³	0 a 10	1,19	1,19
	0 a 10	2,44	2,44
Residencial Popular - Demandas mínimas de 10m³ de água e 8m³ de esgoto.	11 a 15	4,16	4,16
	16 a 20	4,51	4,51
	21 a 50	7,76	7,76
	> 50	13,83	13,83
	0 a 10	3,48	3,85
Residencial Normal - Demandas mínimas de 10m³ de água e 8m³ de esgoto.	11 a 15	4,51	4,94
	16 a 20	4,88	5,35
	21 a 50	8,36	9,19
	> 50	14,77	16,24
Comercial Popular - Demandas mínimas de 7m³ de água e 5m³ de esgoto.	0 a 13	4,16	4,58
Comercial II - Demandas mínimas de 10m³ de água e 8m³ de esgoto.	0 a 50	8,72	9,63
	> 50	13,83	15,21
Industrial - Demandas mínimas de 15m³ de água e 12m³ de esgoto.	0 a 15	7,71	8,49
	16 a 50	9,14	10,04
	> 50	14,21	15,62
Pública - Demandas mínimas de 15m³ de água e 12m³ de esgoto.	0 a 15	5,08	5,59
	16 a 50	7,57	8,31
	> 50	12,14	13,35
Entidades Filantrópicas - Demandas mínimas de 10m³ de água e 8m³ de esgoto.	0 a 10	2,44	2,44
	11 a 15	4,11	4,11
	16 a 20	4,42	4,42
	21 a 50	7,57	7,57
	> 50	13,35	13,35

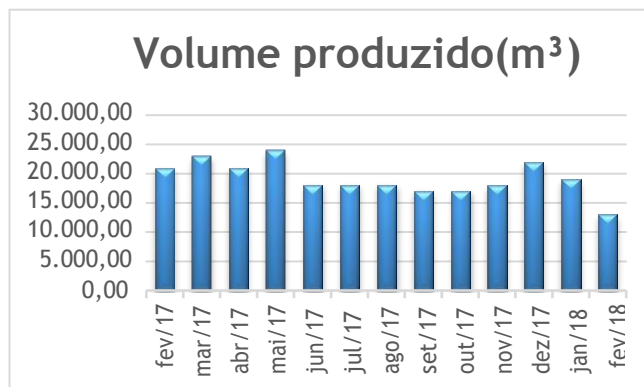
Fonte: www.cagece.com.br

O SAA conta com uma extensão de rede de aproximadamente 9.306m, sendo uma média de 7,10m de rede/ligação. O sistema de produção de água funciona em média 19 horas diárias (Gráfico 2). Atualmente o volume médio de água captada é de 22.567,06m³, conforme Gráfico 3, sendo 7.848,57m³ utilizado na produção e em média 14.569,11m³ distribuído (Gráfico 4).

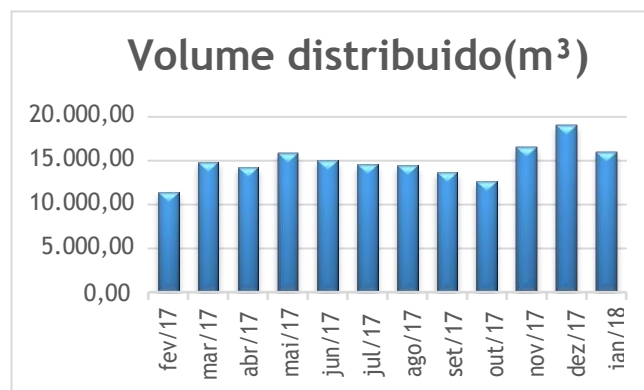
Gráfico 2 - Quantidade de horas de funcionamento por dia



Fonte: o Autor (2018)

Gráfico 3 - Volume produzido (m³)

Fonte: o Autor (2018)

Gráfico 4 - Volume distribuído (m³)

Fonte: o Autor (2018)

5.4 Determinação dos indicadores de perdas

A Cagece tem hoje um índice de perdas (Índice de Água Não Faturada - IANF) de 24,75% (agosto 2017), o que é abaixo da média nacional brasileira de 37,57%, segundo dados do Instituto Trata Brasil. O resultado é fruto de um conjunto de políticas adotadas desde 2005. De acordo com a CAGECE a meta é chegar até 2020 a um índice de 20%. Entre as ações que contribuem diretamente para a redução desse percentual está a implantação do Sistema de Controle de Perdas (Siscope) que fornece, por exemplo, o balanço hídrico, mostrando detalhadamente onde há consumo ou perda de toda a produção de água.

O Siscope serve de suporte para implantação de medidas operacionais, como o controle rigoroso de fraudes e de vazamento visíveis ou ocultos. Por exemplo, existem equipes

de caça-vazamento oculto que percorrem pelo menos a cada dois meses as ruas da cidade com equipamento loggers de ruídos, afim de detectar os vazamentos antes que estes sejam visíveis.

5.5 Verificação de pressão na rede de distribuição

Medições instantâneas de pressão foram realizadas na rede de distribuição do SAA do Município de Alto Santo pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará dia 23/02/2018, como indicado na Tabela 8, mais especificamente, nos cavaletes de ligação de água. Das cinco medições efetuadas, uma estava fora da faixa de 10 a 50 mca.

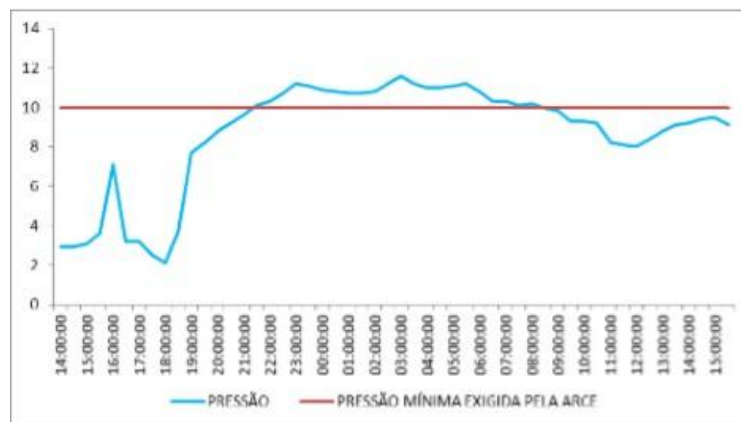
Tabela 8 - Resultados das medições instantâneas de pressão

Ponto	Local da medição	Hora da medição	Pressão Dinâmica (m.c.a.)	Zona de Pressão
01	Rua Osório Martins, nº 56	08:40	22,2	REL-01
02	Rua Frei Lambert, S/N	08:46	28,6	REL-01
03	Travessa Cônego Bessa, nº 20	08:52	29,3	REL-01
04	Rua José de Moura Maia, nº 71	09:11	26,5	REL-01
05	Rua Avelino das Neves, nº 141	09:41	9,3	REL-01

Fonte: Sistema de Controle Operacional CAGECE

A CAGECE realizou monitoramento da pressão no SAA do Município de Alto Santo com a instalação às 14:00 horas do dia 22/02/2018 e retirada às 15:30 horas do dia 23/02/2018, do aparelho datalogger, no endereço localizado na Rua Edson Guerra, nº 657. O Gráfico 5 apresenta pressão abaixo da mínima permitida entre os horários de 09:00 às 21:00, ou seja estavam fora da faixa de 10 a 50 mca.

Gráfico 5 - Monitoramento da pressão no SAA do Município de Alto Santo



Fonte: Sistema de Controle Operacional CAGECE

5.6 Análise da qualidade da água

Na Tabela 9 estão apresentados os resultados das análises físico-químicas das amostras coletadas de água bruta, na chegada da ETA do SAA (CAGECE) do Município de Alto Santo, no período de agosto/2017 a janeiro/2018.

Tabela 9 - Análise físico-química de água bruta do SAA(CAGECE)

Mês/ Ano	TURBIDEZ	COR APARENTE	PH
	VALOR	VALOR	VALOR
08/17	110	500	7,00
09/17	110	400	6,95
10/17	120	450	6,80
11/17	120	400	7,20
12/17	120	500	7,00
01/18	100	400	6,90

Fonte: Laboratório Regional – UN-BBJ.

Análises físico-químicas e bacteriológicas de amostras coletadas na saída do tratamento do SAA do Município de Alto Santo, no período de agosto/2017 a janeiro/2018, e

verificação quanto ao atendimento dos padrões de potabilidade da Portaria MS 2.914/2011, estão dispostos nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 - Análise físico-química de água tratada na saída do tratamento SAA (CAGECE)

Mês/ Ano	TURBIDEZ			COR APARENTE			PH			CLORO RESIDUAL		
	ANT*	ANC	INC(%)	ANT	ANC		ANT	ANC	INC(%)	ANT	ANC	INC(%)
08/17	8	8	100	8	8	100	8	8	100	8	8	100
09/17	7	7	100	7	7	100	7	7	100	7	7	100
10/17	9	9	100	9	9	100	9	9	100	9	9	100
11/17	5	5	100	5	5	100	5	5	100	5	5	100
12/17	10	10	100	10	10	100	10	10	100	10	10	100
01/18	8	8	100	8	8	100	8	8	100	8	8	100

Fonte: Laboratório Regional – UN-BBJ. Legenda: NTA – número total de amostras no mês. ANC – amostras não-conformes com os padrões estabelecidos pela Portaria MS 2.914/11 INC – índice de não-conformidades (nº de amostra não-conformes x 100/ nº total de amostras). (-) - amostra não realizada.

Tabela 11 - Análise bacteriológica de água tratada na saída do tratamento do SAA(CAGECE)

Mês/ Ano	Coliformes totais			Escherichia coli		
	ANT	ANC	INC(%)	ANT	ANC	INC(%)
08/17	8,0	1	12,5	8,0	0	0,0
09/17	7,0	0	0,0	7,0	0	0,0
10/17	9,0	0	0,0	9,0	0	0,0
11/17	5,0	0	0,0	5,0	0	0,0
12/17	10	1	10,00	10	0	0,0
01/18	8,0	2	25,00	8,0	0	0,0

Fonte: Laboratório Regional – UN-BBJ. Legenda: NTA – número total de amostras no mês. ANC – amostras não-conformes com os padrões estabelecidos pela Portaria MS 2.914/11.

INC – índice de não-conformidades (nº de amostra não-conformes x 100/ nº total de amostras).

Resultado das análises:

- Turbidez, cor aparente, PH e cloro residual nos meses de setembro/17, outubro/17, novembro/17, dezembro/17 e janeiro/18 apresentaram 100% das amostras em conformidade;
- Coliformes Totais: os meses de agosto/17, novembro/17 e janeiro/18 apresentaram respectivamente 12,5%, 10% e 25% de resultados não conformes.

Análises físico-químicas e bacteriológicas de amostras coletadas na na rede de distribuição do SAA do Município de Alto Santo, no período de agosto/2017 a janeiro/2018, e verificação quanto ao atendimento dos padrões de potabilidade da Portaria MS 2.914/2011, estão dispostos nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 12 - Análise físico-química de água tratada na rede de distribuição do SAA (CAGECE)

Mês/ Ano	TURBIDEZ			COR APARENTE			PH			CLORO RESIDUAL		
	ANT*	ANC	INC(%)	ANT	ANC		ANT	ANC	INC(%)	ANT	ANC	INC(%)
08/17	13	4	30,8	13	3	23,1	13	0	0,0	13	0	0,0
09/17	13	2	15,4	13	6	46,2	13	0	0,0	13	0	0,0
10/17	14	11	78,6	14	14	100,00	14	0	0,0	14	0	0,0
11/17	14	8	57,1	14	14	100,00	14	0	0,0	14	0	0,0
12/17	14	10	71,4	14	11	78,6	14	0	0,0	14	0	0,0
01/18	14	4	28,6	14	4	28,6	14	0	0,0	14	0	0,0

Fonte: Laboratório Regional – UN-BBJ. Legenda: NTA – número total de amostras no mês. ANC – amostras não-conformes com os padrões estabelecidos pela Portaria MS 2.914/11. INC – índice de não-conformidades (nº de amostra não-conformes x 100/ nº total de amostras).

Tabela 13 - Análise bacteriológica de água tratada na rede de distribuição do SAA(CAGECE)

Mês/ Ano	Coliformes totais			Escherichia coli		
	ANT	ANC	INC(%)	ANT	ANC	INC(%)
08/17	13	0	0,0	13	0	0,0
09/17	13	0	0,0	13	0	0,0
10/17	14	2	14,3	14	0	0,0
11/17	14	0	0,0	14	0	0,0
12/17	14	2	14,3	14	0	0,0
01/18	14	2	14,3	14	0	0,0

Fonte: Laboratório Regional – UN-BBJ. Legenda: NTA – número total de amostras no mês. ANC – amostras não-conformes com os padrões estabelecidos pela Portaria MS2.914/11. INC – índice de não-conformidades (n° de amostra não-conformes x 100/ n° total de amostras).

Resultado das análises:

- Turbidez: os meses de agosto/17, setembro/17, outubro/17, novembro/17, dezembro/17 e janeiro/18 apresentaram respectivamente 30,8%, 15,4%, 78,6%, 57,1%, 71,4% e 28,6% de resultados não conformes;
- Cor aparente: os meses de agosto/17, setembro/17, outubro/17, novembro/17, dezembro/17 e janeiro/18 apresentaram respectivamente 23,1%, 46,2%, 100%, 100%, 78,6% e 28,6% de resultados não conformes;
- Coliformes Totais: os meses de outubro/17, dezembro/17 e janeiro/17 apresentaram 14,3% de resultados não conformes;

Análises físico-químicas e bacteriológicas de água coletada, analisadas e verificada quanto ao atendimento dos padrões de potabilidade da Portaria MS 2.914/2011 pela autora, dias 06/01/18, 20/01/18, 27/01/18, 03/02/18 e 10/02/18 no Laboratório da Estação de tratamento da Cagece de Alto Santo, dispostos nas Tabelas 14 e 15.

Tabela 14 - Análise físico-química de água tratada na rede de distribuição do SAA(CAGECE)

Mês/ Ano	TURBIDEZ			COR APARENTE			PH			CLORO RESIDUAL		
	ANT	VALOR	INC(%)	ANT	VALOR	INC(%)	ANT	VALOR	INC(%)	ANT	VALOR	INC(%)
06/01/18	2	1,45	0,00	2	2,5	0,00	2	7,1	0,00	2	2	0,00
20/01/18	2	0,50	0,00	2	3,0	0,00	2	6,8	0,00	2	2,5	0,00
27/01/18	2	0,78	0,00	2	3,0	0,00	2	6,6	0,00	2	2	0,00
03/02/18	2	0,42	0,00	2	2,0	0,00	2	8,2	0,00	2	2	0,00
10/02/18	2	0,54	0,00	2	2,5	0,00	2	7,2	0,00	2	2,5	0,00
17/02/18	2	0,70	0,00	2	3,0	0,00	2	6,8	0,00	2	3	0,00

Fonte: O Autor. Legenda: NTA – nº total de amostras no dia. INC – índice de não conformidades (nº de amostra não conformes x 100/ nº total de amostras).

Tabela 15 - Análise bacteriológica de água na rede de distribuição do SAA (CAGECE)

Mês/ Ano	Coliformes totais			Escherichia coli		
	ANT	ANC	INC(%)	ANT	ANC	INC(%)
06/01/18	2	1	50,0	13	0	0,0
20/01/18	2	0	0,00	13	0	0,0
27/01/18	2	2	100	14	0	0,0
03/02/18	2	0	0,00	14	0	0,0
10/02/18	2	0	0,00	14	0	0,0

Fonte: O autor. Legenda: NTA – número total de amostras no dia. ANC – amostras não-conformes com os padrões estabelecidos pela Portaria MS 2.914/11. INC – índice de não-conformidades (nº de amostra não-conformes x 100/ nº total de amostras).

Resultado das análises:

- ☐ Turbidez, cor aparente, PH e cloro residual nos dias 06/01/18, 20/01/18, 27/01/18, 03/02/18 e 10/02/18 apresentaram 100% das amostras em conformidade;

- Coliformes totais apresentaram 50% de índice não conforme no dia 06/01/18 e 100% dia 27/01/18.

Para a garantia da qualidade da água tratada não basta somente a existência de uma Estação de Tratamento de Água (ETA), mas também e, principalmente, de um mínimo de controle operacional de todos os processos unitários de tratamento. Tal controle materializa-se na adequação do tratamento às variações sazonais da qualidade da água bruta, na observação das carreiras máximas de filtração, vinculadas à possibilidade de transpasse ou consumo de carga hidráulica disponível, na garantia de um tempo mínimo de contato para a desinfecção e na manutenção de teores de cloro residual na rede de distribuição. Do tratamento ao consumo, uma série de interferências pode comprometer a qualidade da água tratada, por exemplo: as condições de segurança dos reservatórios de distribuição, a falta de manutenção na rede de distribuição (vazamento, limpeza e descarga periódica), a intermitência do abastecimento gerando subpressões e riscos de contaminação na rede e as condições de armazenamento domiciliar.

5.7 Sistema de Abastecimento de Água-SAA da Prefeitura Municipal

A Prefeitura Municipal de Alto Santo é responsável por abastecer aproximadamente 2.300 imóveis na sede do município, a água fornecida à população é captada e distribuída para consumo humano através de carros pipa sem nenhum tipo de tratamento ou controle de qualidade. A água que é utilizada pelo homem para consumo precisa ter determinadas características para que seja designada como água potável. A prefeitura de Alto Santo utiliza como manancial, um poço tubular, não possui captação, estação elevatória, estação de tratamento, reservatório e rede de distribuição. A água é retida do poço (Figura 8) através de motor bomba, lançada diretamente em carros pipas e distribuída à população.

Foram realizadas análises físico-químicas e bacteriológicas na água distribuída. As amostras de água foram coletadas no poço tubular-01, localizado na sede do município, bairro Dom Pompeu. As Análises de água foram realizadas pela Universidade Regional Jaguaribana-URJ.

Figura 8 - Poço 01 - Prefeitura Municipal

Fonte: O autor (2018)

Os resultados dos laudos físico-químicos e bacteriológicos produzidos pelo Laboratório da URJ, provenientes de amostras coletadas na saída do manancial utilizado pela prefeitura municipal de Alto Santo, no período de 03/03/2018 e 09/03/2018 apresentaram 100% de não conformidades para análises de turbidez, cor aparente, cloro, coliformes totais e escherichia coli, com base nos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria MS 2.914/2011, mostrados nas Tabelas 16 e 17.

Tabela 16 - Análise físico-química de água bruta na saída da captação (PREFEITURA)

Dia/mês	PT	TURBIDEZ	COR APARENTE	PH	CLORO RESIDUAL
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
03/09/18	01	17	35	6,67	0,0
09/03/18	01	21	30	6,55	0,0
03/09/18	02	20	25	7,00	0,0
09/03/18	02	18	30	7,00	0,0

Fonte: O autor (2018).

Tabela 17 - Análise bacteriológica de água na distribuição (PREFEITURA)

Dia/mês	PT	Coliformes totais			Escherichia coli		
		ANT	ANC	INC(%)	ANT	ANC	INC(%)
03/09/18	01	1	1	100,0	1	0	100,0
09/03/18	01	1	1	100,0	1	0	100,0
03/09/18	02	1	0	0,00	1	0	100,0
09/03/18	02	1	0	0,00	1	0	100,0

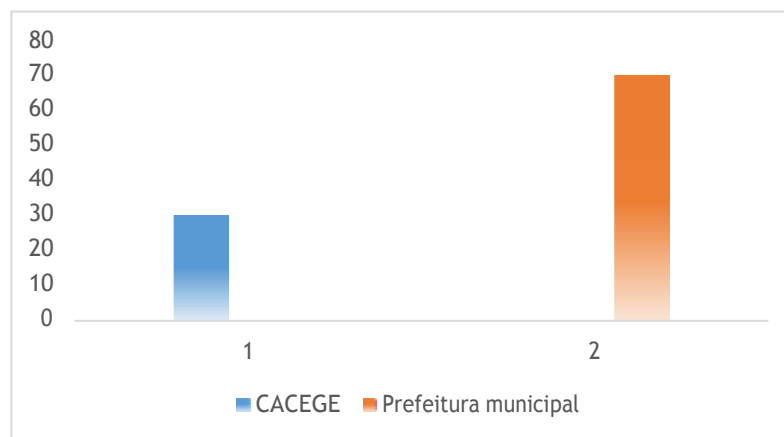
Fonte: O Autor. Legenda: NTA – número total de amostras no mês. ANC – amostras não-conformes com os padrões estabelecidos pela Portaria MS 2.914/11. INC – índice de não-conformidades (nº de amostra não-conformes x 100/ nº total de amostras).

- Turbidez, cor aparente, PH e cloro residual nos dias 06/01/18, 20/01/18, 27/01/18, 03/02/18 e 10/02/18 apresentaram 100% das amostras não conformes.
- Coliformes totais 100% das análises realizadas nas amostras do PT 01 apresentaram não conformidade, 100% das análises realizadas nas amostras do PT 02 mostraram conformidade com os padrões estabelecidos pela Portaria MS 2.914/11 conforme Tabela 16.

5.8 Plano de amostragem e resultados

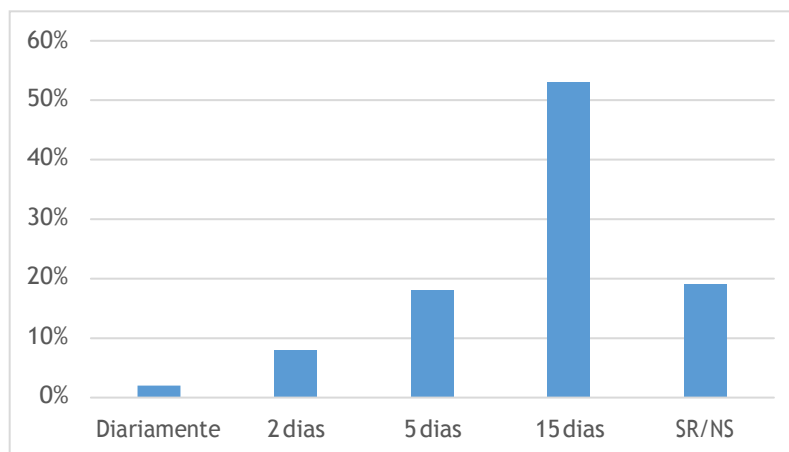
A população amostral corresponde a 100 domicílios da cidade de Alto Santo-CE, sendo 30 atendidos pelo sistema de abastecimento da CAGECE e 70 pela Prefeitura Municipal, conforme Gráfico 6. Os domicílios estão localizados nos 6 bairros da cidade, as residências foram escolhidas de forma aleatória contemplando toda a área em estudo. A amostra geral da cidade foi distribuída proporcionalmente ao número de domicílios existentes nos 6 bairros.

Gráfico 6 - Quantidade de população entrevistada por tipo de responsável pelo abastecimento



Fonte: O autor (2018).

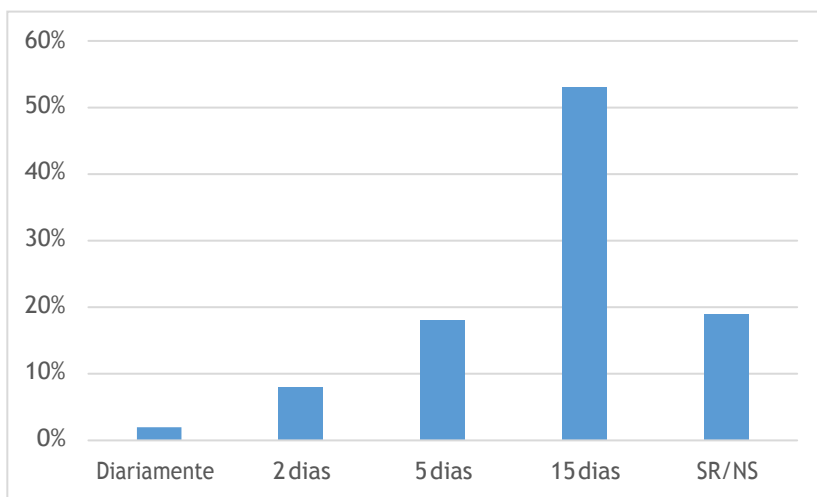
Gráfico 7 - Frequência com que a água chega na residência pela CAGECE



Fonte: O autor (2018).

Conforme os dados do Gráfico 7, cerca de 18% dos entrevistados tem um ciclo de recebimento de água diário, 34% a cada dois dias, 38% a cada 5 dias e 6% quinzenalmente, caracterizando intermitência no abastecimento.

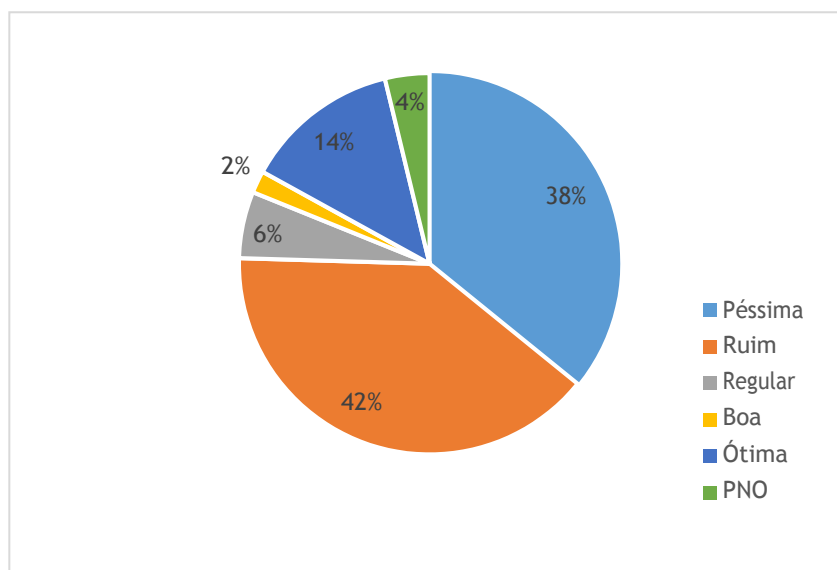
Gráfico 8 - Frequência com que a água distribuída pela prefeitura municipal chega até as residências



Fonte: O autor (2018).

Como apresenta os dados no Gráfico 8, cerca de 2% dos entrevistados tem um ciclo de recebimento de água diário, 8% a cada dois dias, 18% a cada 5 dias e 53% quinzenalmente, caracterizando gravíssimo problema de intermitência no abastecimento.

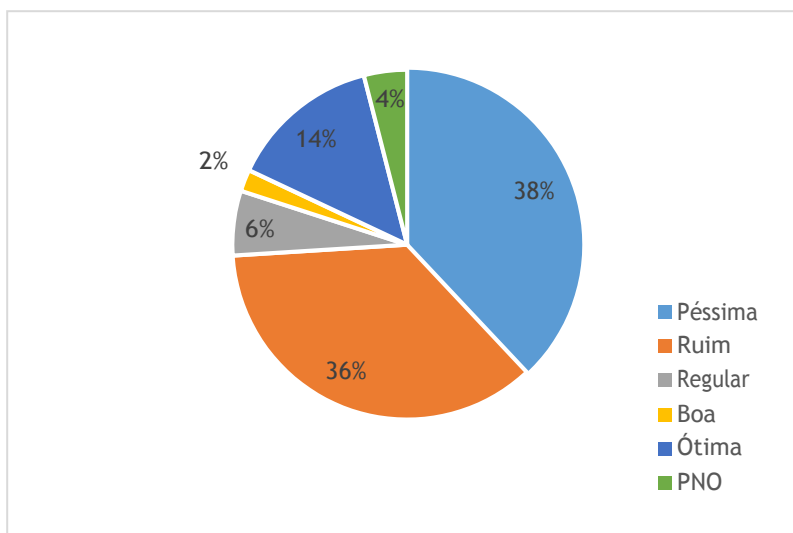
Gráfico 9 - Qualidade da água fornecida pela CAGECE



Fonte: O autor (2018). Legenda: PNO-preferiu não opinar

O Gráfico 9 mostra que 61% dos entrevistados destaca de forma positiva a qualidade da água fornecida pela CAGECE, distribuídos entre regular e ótima. Os resultados demonstram que 35% dos moradores não estão satisfeito com a qualidade da água fornecida.

Gráfico 10 - Qualidade da água fornecida pela prefeitura municipal



Fonte: O autor (2018). Legenda: PNO-preferiu não opnar

O Gráfico 10 mostra que 74% dos entrevistados destaca de forma negativa a qualidade da água distribuída pela prefeitura municipal de Alto Santo, distribuídos entre péssima e ruim. Os resultados demonstram que apenas 8% dos moradores estão satisfeitos com a qualidade da água fornecida.

6. CONCLUSÕES

- O abastecimento de água no município de Alto Santos apresenta vários problemas relacionados a quantidade e qualidade, tendo em vista não atender a demanda atual existente.
- A CAGECE não tem conseguido universalizar o serviço, grande parte dos usuários vêm criando sistemas alternativos de abastecimento de água (perfuração de poços e carros pipas), a distribuição funciona através de regime de manobra de até 5 dias.
- A CAGECE abastece através de regime de manobra de até 5 dias, apresentando grave problema de intermitência no abastecimento.
- Os bairros da cidade de Alto Santo que enfrentam maiores problemas em relação a continuidade no abastecimento são aqueles que dependem essencialmente do abastecimento do governo municipal, pois não tem água nas torneiras, estando sujeitos ao abastecimento através dos carros pipas, a cada 15 dias.
- As análises da qualidade da água distribuída pela CAGECE, apresentaram resultados fora dos padrões de potabilidade exigidos pela portaria nº 2.914/2011.
- Os resultados dos laudos físico-químicos produzidos pelo Laboratório Regional da UN-BBJ, provenientes de amostras coletadas na rede de distribuição do SAA de Alto Santo, no período de agosto/17 a janeiro/18, apresentaram índices de não conformidades, bem como o resultado das análises bacteriológicas das amostras coletadas na saída do tratamento e rede de distribuição do SAA apresentaram índices de não conformidade com presença de coliformes totais (NMP/100ml) em uma das amostras.
- A água distribuída pelo governo municipal não passa por nenhum tipo de tratamento, expressaram que Turbidez, cor aparente, PH e cloro residual apresentaram 100% das amostras não conformes; no bacteriológico, 100% das análises realizadas nas amostras do PT 01 apresentaram não conformidade para coliformes totais e 100% das análises realizadas nas amostras do PT 02

mostraram conformidade com os padrões estabelecidos pela Portaria MS 2.914/11.

- Cerca de 74% da população abastecida pela prefeitura municipal e 35% dos que recebem água da CAGECE demonstraram insatisfação com relação à qualidade da água.

7. RECOMENDAÇÕES

Ações corretivas podem ser implantadas por parte da concessionária e do governo municipal a fim de garantir ampliação do sistema, melhorando a qualidade e a regularidade do serviço de água para toda a população do município. A CAGECE deve investir na perfuração de poços, ampliação e modernização da Estação de Tratamento de Água (ETA), padronização da rede de distribuição e principalmente vigilância e o controle da qualidade da água fornecida. A prefeitura municipal deve implantar um sistema de abastecimento de água que disponha de manancial, captação, estação de tratamento, rede de distribuição, para que possa ter sempre a garantia de que os moradores irão consumir água em quantidade suficiente e de qualidade, preservando a saúde da população. O presente trabalho foi apenas o início de uma infinidade de estudos que podem ser realizados e aplicados, de forma a garantir o acesso à água de qualidade para toda a população, independentemente de quem presta o serviço.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[ABNT] Associação Brasileira de Normas Técnicas. Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos - NBR 15527. Rio de Janeiro; 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Dica de Leitura. Disponível em:<<http://metadados.ana.gov.br>>. Acesso em: 20 de nov. 2017.

ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. Gestão ambiental. 4. ed. Rio de Janeiro: Thex: Almeida Cabral, 2012. 566 p.

BRASIL, Conselho Nacional Do Meio Ambiente-CONAMA. Resolução Nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.

BRASIL, LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial, Brasília, DF, janeiro de 1997

BRASIL, Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial, Brasília, DF, dezembro de 2011. |

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ (CAGECE). Dica de Leitura. Disponível em:< <https://www.cagece.com.br>>. Acesso em: 05 de dez. 2017.

DERISIO, José Carlos. Introdução ao controle de poluição ambiental. 4. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 223 p. (18-104).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Dica de Leitura. Disponível em:< <http://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 05 de dez. 2017.

ORSINI, E. Q. Sistemas de abastecimento de água. Apostila da disciplina PHD 412 –

Saneamento II. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo, SP, 1996.

PHILIPPI JUNIOR, Arlindo (Ed.). SANEAMENTO, SAÚDE E AMBIENTE: FUNDAMENTOS PARA UM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. 3. ed. Barueri-sp: Manole Ltda, 2005. 842 p. (S 212). CAPÍTULO 5 - ÁGUAS DE ABASTECIMENTO (117 - 219).

RAZZOLINI, M. T. P.; GÜNTHER, W. M. R. Impactos na saúde das deficiências de acesso à água. Saúde e Sociedade, São Paulo, v.17, n.1, p. 21-32, 2008.

REVISTA USP, São Paulo, n.70, p. 24-35, junho/agosto 2006

SECRETARIA DOS RECURSOS HIDRICOS DO CEARÁ. Dica de Leitura. Disponível em:< <http://atlas.srh.ce.gov.br/>>. Acesso em: 05 de dez. 2017.

SEIFFERT, Mari Elizabete Bernardini. Gestão ambiental. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 310 p.

SEVERINO, Antônio Joaquim. METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTÍFICO. São Paulo: Cortez, 2013. 303 p.

SILVA, R. T., CONEJO, J. G. L. Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água. Documento técnico de apoio A2 - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, Brasília, 1999.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. Manual de Direito Ambiental - 13. ed. rev., atual. e ampl. - São Paulo: Saraiva, 2015. 1000 p.

TARDELLI Fº, J. Controle e Redução de Perdas. In: TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. EPUSP, 1ª Edição, 2004

TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. 2ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. São Paulo, 2006, 643 p.

TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. São Paulo: Departamento de Engenharia

Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

TSUTIYA, M. T. Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, 185 p.