



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS ANGICOS
CURSO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

AMISTERDAM ALAN BERTOLDO DE MORAIS

ANÁLISE DA RELAÇÃO OFERTA/DEMANDA DE ÁGUA POTÁVEL NA CIDADE DE ANGICOS

ANGICOS-RN

2011

AMISTERDAM ALAN BERTOLDO DE MORAIS

ANÁLISE DA RELAÇÃO OFERTA/DEMANDA DE ÁGUA
POTÁVEL NA CIDADE DE ANGICOS

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural
do Semi-Árido – UFERSA, Campus Angicos para a
obtenção do título de Bacharel em Ciência e
Tecnologia.

Orientador: Profº Me. Matheus da Silva Menezes -
UFERSA

ANGICOS-RN

2011

Catálogo na Fonte

Biblioteca Universitária Campus Angicos (BCA-UFERSA)

M827a	Morais, Amisterdam Alan Bertoldo de. Análise da relação oferta/demanda de água potável na cidade de Angicos / Amisterdam Alan Bertoldo de Moraes. – Angicos, RN : UFERSA, 2011. 79 f. : il. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Campus Angicos. Orientador: Profº Me. Matheus da Silva Menezes. 1. Abastecimento de água. 2. Demanda de água – Consumo humano. 3. Sistema de abastecimento de água – Diagnóstico. I. Título. RN/UFERSA/BCA CDD 628.1
-------	---

Ficha Catalográfica elaborada pelo Bibliotecário-Documentalista
Sale Mário Gaudêncio – CRB15/476

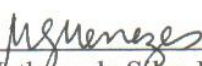
AMISTERDAIM ALAN BERTOLDO DE MORAIS

ANÁLISE DA RELAÇÃO OFERTA/DEMANDA DE ÁGUA
POTÁVEL NA CIDADE DE ANGICOS

Monografia apresentada na Universidade
Federal Rural do Semi-Árido no Campus
Angicos para a obtenção do título de Bacharel
em Ciência e Tecnologia.

APROVADO EM: 15 / 12 / 2011

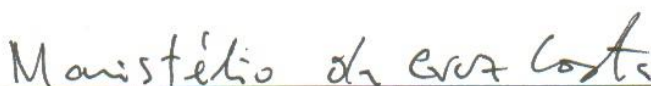
BANCA EXAMINADORA



Prof.^o. Me. Matheus da Silva Menezes – UFERSA
Presidente



Prof.^o. Me. Sâmea Valensca Alves Barros – UFERSA
Primeiro Membro



Prof.^o. Dr. Maristêlio da Cruz Costa – UFERSA
Segundo Membro

*In memoriam Ao meu avô, que
sempre me apoio e me incentivou
na conquista deste sonho.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que iluminou a minha mente e fortaleceu meu coração, durante toda essa jornada.

A minha família, em especial minha mãe Maria das Dores e meu pai Agnaldo que foram de suma importância para realização desse sonho, e o meu irmão Alison Alex que mesmo de sua maneira sempre me deu força para continuar em busca do meu sonho.

A minha namorada Ilanna Andresa que sempre teve do meu lado, me apoiando e dando força para persistir e alcançar meus objetivos.

Aos meus amigos e colegas de curso, em especial Dakson, Gedson e Fabson que sempre me apoiaram e me incentivaram nessa batalha.

Ao meu orientador Matheus Menezes pelo apoio e encorajamentos contínuos na pesquisa e com suas contribuições diretas para elaboração deste trabalho.

Aos professores presentes na banca e aos professores que estiveram presente nos períodos decorrentes do curso, em especial Joselito Cavalcante, Maristério da Cruz, Sâmea Valensca e Edcarlos Leite.

“Não contavam com minha astúcia”

(Chapolin Colorado)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	18
2.2 IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	18
2.3 UNIDADES CONSTITUINTES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO.....	19
3 METODOLOGIA.....	21
3.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA	21
3.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	21
3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS	22
3.4 POPULAÇÃO E AMOSTRA	22
3.5 TRATAMENTO DOS DADOS	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	23
4.1.1 Histórico do Município de Angicos	23
4.1.2 Localização do Município de Angicos.....	23
4.1.3 Recursos Hídricos	24
4.1.3.1 Hidrogeologia de Angicos	24
4.1.3.2 Hidrologia de Angicos.....	25
4.1.4 Geologia	26
4.1.4.1 Aspectos Geológicos	26
4.1.4.2 Geomorfológicos	27
4.1.5 Solos	27
4.1.6 Climatologia e Pluviometria	28
4.1.7 Sistema Viário de Angicos	28
4.1.8 População	29
4.1.9 Situação Sócio Econômica	30
4.1.10 Características urbanas	31
4.1.10.1 Coleta de lixo.....	31
4.1.10.2 Saúde	32
4.1.11 Sistema de Abastecimento de Água Existente na cidade de Angicos.....	32
4.1.11.1 Manancial	32

4.1.11.2 Captação e Adução	34
4.1.11.3 Tratamento:.....	35
4.1.11.4 Reservação:.....	36
4.1.11.5 Rede de distribuição	37
4.1.11.6 Ligações Domiciliares	38
4.1.11.7 Indicadores Operacionais	38
4.1.11.8 Esquema Gráfico do Sistema de Abastecimento de Água existente na cidade de Angicos.....	39
4.2 EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO E A RELAÇÃO OFERTA/DEMANDA DE ÁGUA ..	40
4.2.1 Alcance de Estudo.....	40
4.2.2 Consumo “Per Capta”	40
4.2.3 Coeficientes do Dia e Hora de Maior Consumo.....	41
4.2.4 Estimativa Populacional	42
4.2.4.1 Histórico Populacional do Município Angicos	42
4.2.4.2 Projeções Populacionais	43
4.2.4.3 Estudo Populacional Adotado	46
4.2.5 Estudo de Demandas	47
4.2.5.1 População Abastecida.....	47
4.2.5.2 Demanda Atual e Futura de Água Potável	47
4.3 PESQUISA DE CAMPO	48
4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS UNIDADES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	56
4.4.1 Manancial	56
4.4.2 Captação	58
4.4.3 Tratamento.....	58
4.4.4 Adução de Água Tratada.....	59
4.4.5 Reservação.....	60
4.4.6 Rede de Distribuição	62
4.4.7 Ligações Domiciliares.....	63
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
REFERÊNCIAS	66
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE COLETA DE DADOS.....	68
ANEXO A – RELATÓRIO ANUAL 2011 – QUALIDADE DE ÁGUA DE ANGICOS /RN	71

ANEXO B – ESTRUTURA TARIFÁRIA DA CAERN.....	74
ANEXO C – UNIDADE ANGICOS – RESUMO DOS DADOS GERENCIAIS	76
ANEXO D – PLANTA DA CIDADE DE ANGICOS DIVIDIDA POR BAIRROS.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Histórico populacional da cidade de Angicos/RN.....	29
Tabela 2 - Rendimento financeiro per capta de Angicos.....	30
Tabela 3– Classificação Sócio-Econômica por Faixa de Rendimentos	30
Tabela 4 - Características Técnicas da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves.....	34
Tabela 5 – Número de Ligações	38
Tabela 6 - Indicadores Econômicos I	38
Tabela 7 – Faturamento	39
Tabela 8 - Consumo Per capta de Água de Cidades Semelhantes a Angicos	41
Tabela 9 – Histórico populacional da cidade de Angicos/RN.....	42
Tabela 10 - Comparativa do R^2	45
Tabela 11- Evolução da População sugerida para a cidade de Angicos.....	46
Tabela 12 – Evolução da População e Relação Oferta/Demanda de Água para a cidade de Angicos/RN	48
Tabela 13 - Principais Fontes de Poluição nas Bacias do Estado do Rio Grande do Norte	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do Município de Angicos em Relação ao Estado do RN.....	24
Figura 2 – Adutoras Implantadas no RN	26
Figura 3 – Mapa Geológico	27
Figura 4 - Esboço do Solo do Estado	28
Figura 6 – Barragem Armando Ribeiro Gonçalves	33
Figura 7 – EETA - 02	35
Figura 8 – Reservatórios Elevados (1 e 2) e Reservatório Apoiado.....	37
Figura 9 – Croquis do Sistema de Abastecimento de Água Existente	39
Figura 10 – Análise do R^2	44
Figura 11 - Vistas da Barragem Armando Ribeiro.....	58
Figura 12 – Vistas do sistema de adução de água tratada	60
Figura 13 – Vistas do sistema de reservação atual do município de Angicos.....	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quantas pessoas moram na sua casa incluindo você?	49
Gráfico 2 – Água Corrente nas torneiras?	49
Gráfico 3 – Ciclo de recebimento de Água?.....	50
Gráfico 4 – Modo de Armazenamento da Água?	51
Gráfico 5 – Qualidade da Água?	52
Gráfico 6 – Possui Hidrômetro?	53
Gráfico 7 – Satisfeito (a) com os serviços prestados pela fornecedora de Água CAERN?	53
Gráfico 8 – Satisfeito (a) com os valores cobrados pela fornecedora de Água CAERN?	54
Gráfico 9 – Qual é o destino final da água utilizada?.....	55

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CAERN - Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte

CES – Coordenadoria de Estudos Socioeconômicos

CESE - Coordenadoria de Estudos Socioeconômicos

COINFRA – Coordenadoria de Infra-Estrutura

DER - Departamento de Estradas e Rodagens

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte

PMA – Prefeitura Municipal de Angicos

PSF – Programa Saúde da Família

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar a relação oferta/demanda de água potável disponível na cidade de Angicos através de pesquisa exploratória e descritiva, bem como efetuar uma pesquisa de campo para analisar a satisfação da população com os serviços prestados referentes ao sistema de abastecimento público de água da cidade. O tratamento dos dados seguiu a ótica do tipo de pesquisa quantitativa e qualitativa. Ao final constatamos que apesar de existir produção de água suficiente, e de que as unidades do sistema estão superdimensionadas em relação à demanda, existe uma irregularidade no fornecimento de água potável à população.

Palavras-chave: Abastecimento de água. Demanda de água para consumo humano. Diagnóstico de sistema de abastecimento de água.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural que é essencial a manutenção da vida e do meio ambiente, sendo o abastecimento de água em períodos de escassez hídrica, de acordo com a Lei nº 9433/1997, voltado para atender a demanda humana e a dessedentação animal.

O abastecimento de água é de fundamental importância para o desenvolvimento social e econômico das cidades brasileiras, pois todas as atividades produtivas necessitam da água potável para que sejam desenvolvidas com sucesso, então, neste contexto é necessário que o sistema de abastecimento seja capaz de fornecer água em quantidade suficiente e com qualidade adequada para atender as demandas da cidade para a qual foi dimensionado.

Barros (1995) afirma que o sistema de abastecimento pode ser compreendido como o conjunto dos sistemas de redes hidráulicas e instalações empregados para o fornecimento de água à população de uma determinada cidade. Segundo Heller e Paula (2006), um município que apresenta uma deficiência nas suas instalações que constituem o seu sistema de abastecimento de água para atender as demandas de sua população apresenta uma das maiores dívidas sociais que pode existir no mundo, pois não conseguirá promover o desenvolvimento socioeconômico da mesma.

O dimensionamento e a operação do sistema de abastecimento de forma eficiente gera a possibilidade de beneficiar uma maior parcela da população, daí a necessidade de se promover estudos e pesquisas que analisem esta eficiência nos municípios brasileiros.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo geral analisar a relação oferta/demanda de água potável disponível na cidade de Angicos, bem como efetuar uma pesquisa de campo para aferir a satisfação da população com os serviços prestados referentes ao sistema de abastecimento público de água, de responsabilidade da Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN). Tendo como objetivos específicos:

- Contextualizar a região na qual está inserida a cidade de Angicos, destacando a importância da utilização racional dos recursos hídricos.
- Analisar os dados censitários e cadastrais disponibilizados pelos órgãos competentes referentes à população, rendimentos, saúde, educação e saneamento na cidade de Angicos.
- Avaliar a situação atual dos elementos pertencentes ao sistema de abastecimento de água da cidade de Angicos, implantado e operado pela CAERN – Companhia de Água

e Esgotos do Rio Grande do Norte, analisando quando possível, se sua capacidade está adequada à demanda pretendida.

- Efetuar uma estimativa da demanda atual de água potável para a cidade de Angicos e utilizar um método adequado para estimar o crescimento dessa demanda com base em dados populacionais disponibilizados pelo IBGE
- Caso existam dados disponíveis, analisar o consumo de água da população de Angicos no período de 12 meses e estimar o consumo per capita real do sistema.
- Realizar uma pesquisa de campo, para vislumbrar a situação real do sistema de abastecimento de água da cidade de Angicos na visão dos habitantes da cidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Meneses (2011) destaca que o homem só consegue viver em sociedade quando há uma infra-estrutura planejada para aquela comunidade que seja capaz de atender aos seus anseios. Sendo o sistema de abastecimento um dos sistemas integrantes desta infra-estrutura.

O Sistema de Abastecimento de Água é definido, de acordo com Barros (1995), como o conjunto constituído pelas obras, pelos equipamentos e pelos serviços destinados ao abastecimento de água potável de uma comunidade para fins de uso doméstico, público, industrial e outros.

O sistema de abastecimento das cidades brasileiras é realizado através do Poder Público, ou seja, é da responsabilidade dos seus gestores por meio dos órgãos competentes promoverem a sua concepção e operação – após sua materialização – com a finalidade de fornecer a sua população água de qualidade e em quantidade suficiente para atender as suas necessidades. Enfim, o sistema de abastecimento de uma cidade busca adequar a demanda e a oferta de água potável.

Funasa (2006) apud (Meneses, 2011) conceitua o sistema de abastecimento público de água como um complexo de sistemas hidráulicos que apresentam como função captar, tratar e distribuir água para os municípios, em quantidade e com qualidade compatível com os anseios da população.

2.2 IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A importância do sistema de abastecimento é que ele fornece à população a água necessária ao desenvolvimento de suas atividades no dia a dia, isto é, sem a distribuição deste recurso as populações das cidades brasileiras não teriam como se desenvolver uma vez que a água é um bem natural que é indispensável a sobrevivência do homem e do meio ambiente.

Barros (1995) afirma que a importância do sistema de abastecimento de água pode ser considerada tanto nos aspectos sanitários e sociais quanto nos aspectos econômicos. Destacando como aspectos sanitários e sociais importantes a melhoria da saúde e das condições de vida de uma comunidade; a diminuição da mortalidade em geral, principalmente

da infantil; o aumento da esperança de vida da população; a diminuição da incidência de doenças relacionadas a água; a facilidade na implantação e melhoria da limpeza pública; etc.

Em relação aos aspectos econômicos, Barros (1995) cita como principais: o aumento da vida produtiva dos indivíduos economicamente ativos; a diminuição dos gastos particulares e públicos com consultas e internações hospitalares; a facilidade para instalações de indústrias, onde a água é utilizada como matéria-prima ou meio e operação; o incentivo à indústria turística em localidades com potencialidades para seu desenvolvimento.

2.3 UNIDADES CONSTITUINTES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO

O sistema de abastecimento de água de uma determinada região, segundo Meneses (2011) é composto por unidades, são elas: manancial, captação, adução de água bruta e água tratada, estações elevatórias e/ou de recalque, reservatórios que podem ser enterrados, semi-enterrados, apoiados ou elevados e por uma rede de distribuição.

A captação, de acordo com Barros (1995), é a primeira unidade do sistema de abastecimento de água e do seu constante e bom funcionamento depende o desempenho de todas as unidades subseqüentes. Afirmando, ainda, que a concepção de uma unidade de captação deve considerar que não são admissíveis interrupções em seu funcionamento e que esta concepção e a escolha do local de captação da água devem: assegurar condições de fácil entrada da água em qualquer época do ano; assegurar, tanto quanto possível, a melhor qualidade da água do manancial; garantir o funcionamento e a proteção contra danos e obstruções; favorecer a economia das instalações; facilitar a operação e manutenção ao longo do tempo; planejar com cuidado a execução de estruturas junto ou dentro da água, já que sua ampliação é geralmente muito trabalhosa e prever proteção contra inundação.

A captação tanto pode ser de águas superficiais quanto de águas subterrâneas, sendo o fator determinante para escolha a ser adotada em cada região o tipo de recursos hídricos disponíveis na mesma. Barros (1995) ressalta que reservatórios de elevação de nível são utilizados para facilitar a retirada da água quando se trata da captação superficial que deve permitir a submersão permanente de canalizações e válvulas de todas de pé de bombas, em cursos d'água pouco profundas. Os reservatórios de ação de acumulação são necessários quando a vazão a ser retirada é maior que a vazão mínima natural que o curso d'água apresenta em alguns períodos do ano.

A unidade da adução corresponde, segundo Barros (1995), a tubulação usada para a condução da água do ponto de captação até a Estação de Tratamento de Água - ETA, e da ETA até os reservatórios de distribuição, sem a existência de derivações para alimentar as canalizações de ruas e ramais prediais. Este processo ocorre por meio das adutoras que são classificadas:

- a) Quanto à natureza da água transportada em adutora de água bruta que transporta a água da captação até a Estação de Tratamento e em adutora de água tratada que transporta a água da ETA aos reservatórios de distribuição.
- b) Quanto à energia utilizada para a movimentação água, as adutoras são classificadas em: adutora por gravidade em conduto livre; adutora por gravidade em conduto forçado e adutora por recalque.

A estação elevatória compreende as instalações que vão permitir o bombeamento da água para que a mesma possa ser transportada para os pontos de destino mais distantes e mais elevados. Barros (1995) afirma que as estações elevatórias são mais utilizadas nos sistemas de abastecimento de água para: captar a água de superfície ou de poço; a recalcar a água a pontos distantes ou elevados e a reforçar a capacidade de adução.

O tratamento da água é uma das unidades que compõem o sistema de abastecimento e o mesmo tem como objetivo condicionar a água bruta encontrada na natureza a uma qualidade mínima para atender as diversas necessidades de uso. Barros (1995) destaca que para o abastecimento público de água deve-se ter uma qualidade de tratamento de forma a: atender aos padrões de qualidade exigidos pelo Ministério da Saúde e aceitos internacionalmente; a prevenir o aparecimento de doenças de veiculação hídrica, protegendo a comando, saúde da população; a tornar a água adequada a serviços domésticos; a prevenir o aparecimento da cárie dentária nas crianças, através da fluoretação, e a proteger o sistema de abastecimento de água, principalmente tubulações e órgãos acessórios da rede de distribuição, dos efeitos danosos da corrosão e da deposição de partículas no interior das tubulações.

Os reservatórios de distribuição enquanto unidade formadora do sistema de abastecimento, segundo Barros (1995), permitem armazenar a água para atender às seguintes finalidades: atender às variações de consumo; atender às demandas de emergência e manter pressão mínima ou constante na rede.

3 METODOLOGIA

A seguir, serão descritos os procedimentos metodológicos que foram utilizados na realização deste estudo.

3.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA

O presente estudo consistiu numa análise de características pertinentes ao sistema de abastecimento de água da cidade de Angicos/RN. Nesta pesquisa foi utilizado o modelo descritivo e exploratório. Descritiva porque tem como objetivo primordial a descrição da situação atual dos serviços referentes ao abastecimento de água na cidade de Angicos na visão do usuário e exploratória porque não se verificou a existência de estudos que abordem esse assunto com o ponto de vista pelo qual a pesquisa tem a intenção de abordá-lo.

A coleta de dados foi realizada através das pesquisas bibliográficas e de campo. A pesquisa bibliográfica, segundo Severino (2002), é realizada em duas etapas, sendo parte a documentação temática, que diz respeito ao conteúdo da área estudada, complementado pela documentação bibliográfica, que é organizada de acordo com o critério da natureza temática. Já para Gil (2001), a pesquisa bibliográfica “é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (GIL, 2001). A pesquisa (ou estudo) de campo “focaliza uma comunidade, que não é necessariamente geográfica, já que pode ser uma comunidade de trabalho, de estudo, de lazer ou voltada para qualquer outra atividade humana” (GIL, 2001). Esse tipo de pesquisa é desenvolvido por meio da observação direta das atividades do grupo estudado.

Assim sendo, o presente trabalho, além de desenvolver um estudo sistematizado com base em documentos, livros, revistas, jornais e redes eletrônicas, ainda serão coletados dados junto aos habitantes da cidade de Angicos, que são usuários diretos do sistema de abastecimento de água público disponível na cidade.

3.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Os dados da pesquisa foram obtidos a partir da pesquisa realizada na cidade de Angicos/RN, de acordo com o questionário constante no anexo 1. A pesquisa mesma ocorreu

no período compreendido entre 03/11/2011 e 17/11/2011. O questionário utilizado para o desenvolvimento deste estudo possui um total de 8 perguntas do tipo objetivas, aplicada em bairros da cidade escolhidos de forma aleatória localizada no município de Angicos - RN.

Já os dados referentes ao levantamento bibliográfico tiveram a abrangência referente aos elementos constituintes do sistema de abastecimento de água de Angicos e foram levantados de forma atemporal, de acordo com pesquisa documental e de campo, para verificação da situação atual das diversas unidades componentes desse sistema.

3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para a pesquisa proposta, a coleta de dados ocorreu através de pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa de campo com base em entrevistas realizadas com moradores, com os funcionários da CAERN, responsáveis pelo escritório local de Angicos, e também por observações feitas na cidade.

3.4 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população alvo do presente estudo equivale a uma amostra de 40 moradores da cidade de Angicos-RN, efetuamos o procedimento escolhendo as habitações de forma aleatória nos bairros, escolhendo cinco habitações em cada um dos bairros da cidade, para contemplar toda a área em estudo de forma igualitária. Na parte do estudo referente ao diagnóstico da atual situação, a população analisada refere-se a toda a população da cidade.

3.5 TRATAMENTO DOS DADOS

O tratamento dos dados seguiu a ótica do tipo de pesquisa adotada, analisando os mesmos: quantitativa e qualitativa. Quantitativamente, pois o processo envolveu diversos procedimentos: codificação das respostas, tabulação dos dados e análise e interpretação destes. E de forma qualitativa, pois foram utilizados procedimentos de identificação e caracterização, objetivando assim, obter maior clareza dos dados obtidos

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

De acordo com Gomes (2002), é necessário estabelecer um conhecimento sobre as características particulares da área em estudo, para que se possa determinar os parâmetros relacionados ao sistema de abastecimento de água de forma mais precisa e adequada a realidade local.

Com base nesses princípios, e com a finalidade de contextualizar a área de estudo e fundamentar as análises posteriores, iremos destacar a área em estudo em todos os aspectos relevantes. Os dados a seguir foram retirados de documentos oficiais e são o resultado de uma exaustiva pesquisa bibliográfica.

4.1.1 Histórico do Município de Angicos

Conforme dados do IDEMA (2008), o município de Angicos surgiu da fundação do Povoado de Angicos que teve como fundador Antônio Lopes Viegas. Vale salientar que a cidade recebeu esta denominação devido a existência em boa quantidade de uma frondosa árvore na região.

De acordo com os relatos históricos da cidade, em 11 de abril de 1833, o povoado de Angicos tornou-se município desmembrando-se do município de Açu. Porém, dois anos depois, foi suprimido e reincorporado a Açu, pela Lei Provincial no 28 de março de 1835. E só em 13 de outubro de 1836 voltou a ser desmembrado de Açu, pela Resolução Provincial nº 9, tendo sua sede transferida para a povoação de Macau no dia 2 de outubro de 1847 recebendo foros de cidade em 24 de outubro de 1936.

4.1.2 Localização do Município de Angicos

De acordo com dados do IDEMA (2008), o município de Angicos localiza-se na microrregião do sertão central, entre a latitude 5° 39' 56" Sul e longitude 36° 36' 04" Oeste, ocupando uma área de 741,65 km² que corresponde a um percentual de 1,40% da área total

do Estado. A cidade fica situada há 171 km da capital do Rio Grande do Norte, com altitude de 110 m acima do nível do mar.

Os limites territoriais de Angicos são: os Municípios de Afonso Bezerra e Pedro Avelino ao norte; os Municípios de Santana do Matos e Fernando Pedrosa ao sul; os Municípios de Pedro Avelino e Lajes ao leste; os Municípios de Itajá e Ipanguaçu a oeste.

Figura 1 – Localização do Município de Angicos em Relação ao Estado do RN



Fonte: Wikipédia, internet.

4.1.3 Recursos Hídricos

4.1.3.1 Hidrogeologia de Angicos

A hidrogeologia do município de Angicos caracteriza-se, segundo o IDEMA (2008), por apresentar os aquíferos seguintes:

Aquífero Cristalino que recebe esta denominação por englobar todas as rochas cristalinas, onde o armazenamento de águas subterrâneas somente se torna possível quando a geologia local apresentar fraturas associadas a uma cobertura de solos residuais significativa. Nestes, os poços que são perfurados chegam a fornecer uma vazão média baixa de 3,05 m³/h e apresentam uma profundidade de até 60m, com água comumente apresentando alto teor salino de 480 a 1.400 mg/l com restrições para consumo humano e uso agrícola.

Aquífero Aluvião é aquele que se apresenta disperso, sendo constituído pelos sedimentos depositados nos leitos e terraços dos rios e riachos de maior porte. Estes depósitos caracterizam-se pela alta permeabilidade, boas condições de realimentação e uma profundidade média em torno de 7 metros.

Aqüífero Açu que ocorre em uma faixa que acompanha a borda da Bacia Potiguar, apresentando uma espessura média de 150m na área de afloramento. Este aquífero é livre na sua faixa de afloramento, apresentando uma vazão de 10 m³/h, enquanto que na área de subsuperfície sua vazão pode atingir até 200 m³/h. Apresentam águas em geral são boas, podendo ser utilizadas para consumo humano, animal, industrial e outros, não havendo, portanto, limitações quanto a qualidade.

4.1.3.2 Hidrologia de Angicos

A hidrologia do município caracteriza-se por apresentar 99,26% do território inserido na Bacia Hidrográfica Piranhas – Açu, conforme dados do IDEMA (2008). Sendo banhado em sua porção central pela sub-bacia do Rio Pataxós e em sua porção E, pela sub-bacia do Rio Cabugi. Os principais rios de Angicos são: Pichoré, São Miguel, São Pedro, Pataxós e Cabugi.

O município não dispõe de mananciais com qualidade e quantidade que permitam a implantação de obras de abastecimento no próprio município. Sendo seu sistema de abastecimento realizado pelo Sistema Adutor Sertão Central Cabugi o qual tem como objetivo o abastecimento humano e dessedentação animal, o mesmo apresenta uma extensão total de 204,200 km, e a captação d'água bruta é realizada na Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves através do Canal de Pataxó e possibilita uma vazão total de 195L/s ou 702 m³/h (SEMARH/RN, 2011).

4.1.4 Geologia

4.1.4.1 Aspectos Geológicos

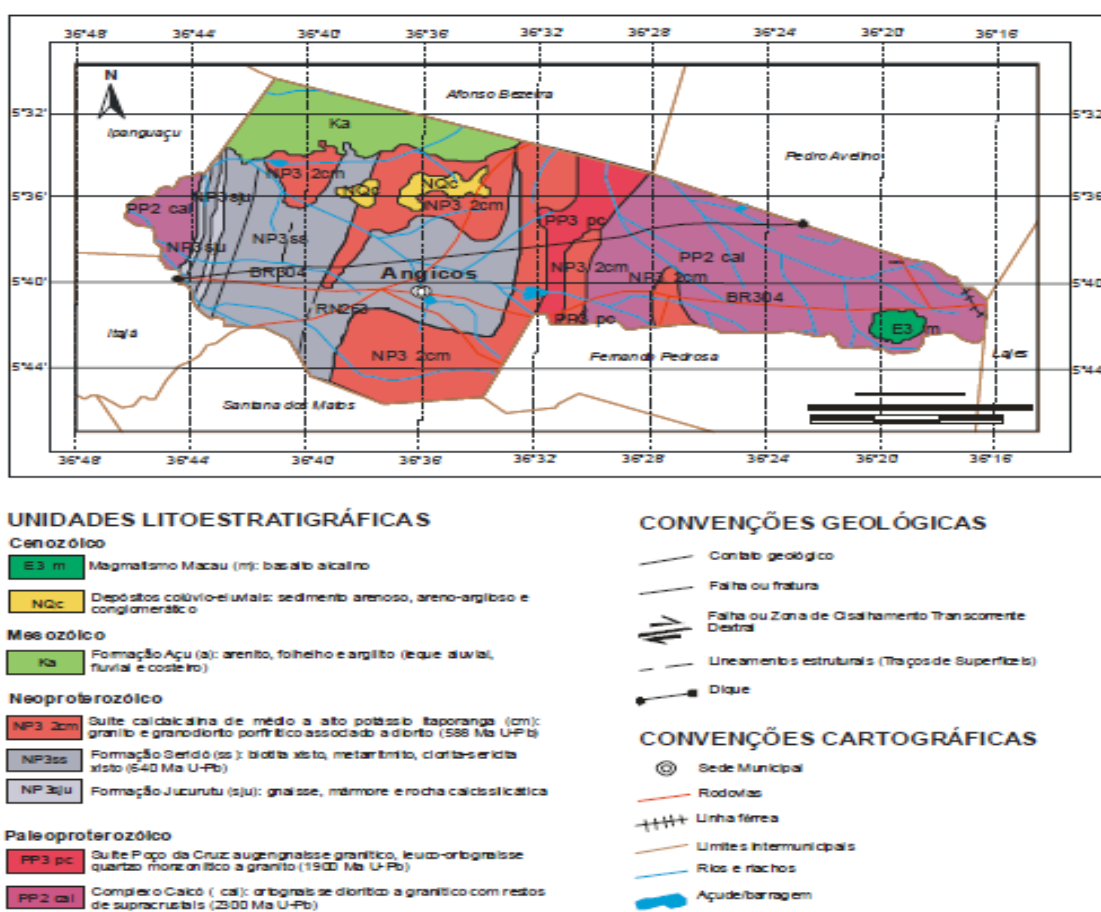
A geologia de Angicos é caracterizada por apresentar rochas do Embasamento Cristalino, com xistos e filitos, granatíferos e calcários na porção oeste. Enquanto na porção Leste encontra-se rochas do Grupo Caicó, com migmatitos, granitos, gnaisses, anfibolitos e calcários e na porção nordeste do município verificou-se a ocorrência de imenso campo de caos de blocos, relacionados aos diques vulcânicos o que dá à área um aspecto peculiar (IDEMA, 2008).

Ainda, segundo o IDEMA 2008, nas margens do Rio Pataxós encontramos depósitos aluvionares, compostos de areias e cascalhos, com intercalações pelíticas, associados aos sistemas fluviais atuais. Enquanto que a noroeste são encontrados elementos da Formação Açú compostos por arenitos finos a grossos, localmente conglomeráticos, de cor cinza claro, amarelada ou avermelhada, com intercalações de folhelhos e argilitos sílticos, especialmente em direção ao topo.

4.1.4.2 Geomorfológicos

A geomorfologia de Angicos se caracteriza por predominar as formas tabulares de relevos, de topo plano, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separados geralmente por vales de fundo plano (IDEMA, 2008).

Figura 3 – Mapa Geológico



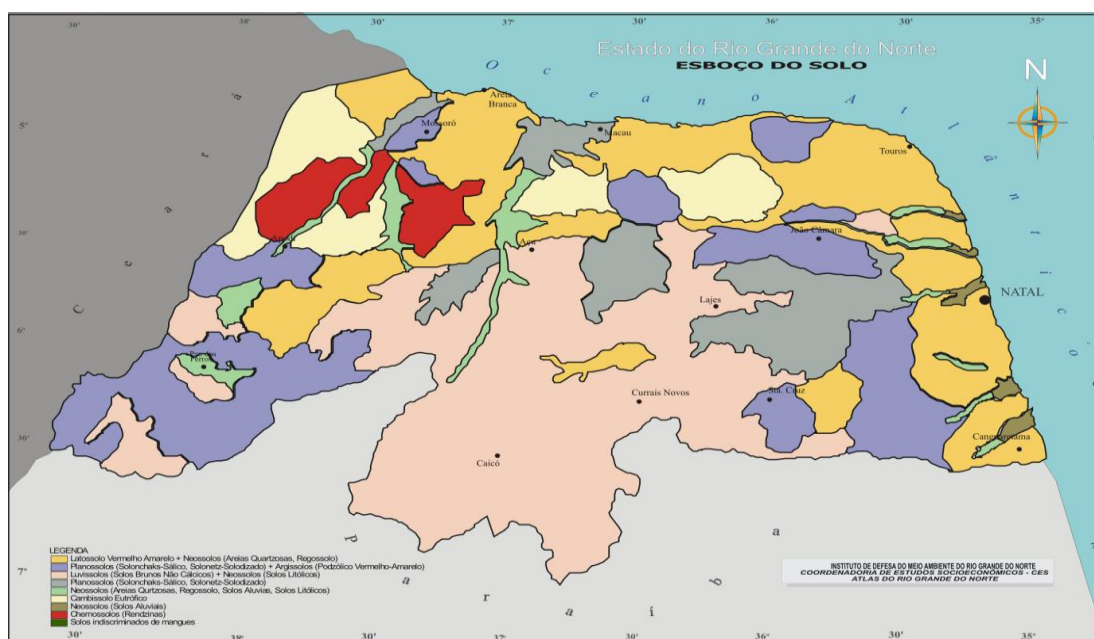
Fonte: Arco Projetos (2005)

4.1.5 Solos

Os solos que predominam na região de Angicos, segundo o IDEMA (2008), são do tipo: Solonetz Solodizado que se caracteriza por apresentar fertilidade alta, textura média/argilosa, arenosa/argilosa e arenosa/média e Solos Litólicos Eutróficos que também é um solo de fertilidade alta, textura arenosa e ou média.

O uso do solo na é voltado para criação de ovinos a medida que a agricultura é praticamente inexistente devido as limitações pelo alto teor de sódio trocável, pedregosidade e deficiência de água que o solo da região apresenta. Com exceção de uma pequena área de Latossolo, ao Norte, que poderia ser intensamente cultivado desde que resolvido o problema da falta d'água (IDEMA, 2008).

Figura 4 - Esboço do Solo do Estado



Fonte: IDEMA (2008)

4.1.6 Climatologia e Pluviometria

O clima do município Angicos é classificado como Tropical muito quente que caracteriza a região como semi-árido, as chuvas se concentram no período de fevereiro a abril, ou seja, no primeiro semestre do ano. A temperatura na cidade varia entre 21° C a 33°C.

4.1.7 Sistema Viário de Angicos

Angicos na ordem do dia conta apenas com meio de transporte rodoviário que a liga diretamente com a Capital do Estado através da Rodovia Federal denominada de BR 304,

4.1.9 Situação Sócio Econômica

De forma a avaliar a situação econômico e financeira dos habitantes da cidade, procedemos uma pesquisa baseada nos dados do censo demográfico do IBGE 2010. Verificou-se que a cidade de Angicos, como foi dito anteriormente, localiza-se na região do semi-árido potiguar, sendo uma das mais carentes do Estado, por apresentar irregularidade na ocorrência de chuvas e a constituição do solo pobre para plantação contribui para a falta de geração de recursos na cidade.

Neste estudo, considerou-se como domicílio de baixa renda aquele que, segundo os dados levantados pelo IBGE 2010, apresentou uma renda per capita mensal de até três salários mínimos, ou seja, $3 \times R\$ 545,00 = R\$ 1.635,00$ (hum mil, seiscentos e trinta e cinco reais).

O rendimento per capita, na cidade de Angicos segundo os dados do IBGE 2010 está distribuído conforme a tabela rendimento per capita de Angicos.

Tabela 2 - Rendimento financeiro per capita de Angicos

Rendimento	Quantidade (pessoas)	Quantidade (Acumulado)	Percentual %	Percentual % (Acumulado)
<i>Sem rendimento</i>	4.343	4.343	44,25%	44,25%
<i>Até ¼</i>	726	5.069	7,40%	51,65%
<i>Mais de ¼ a ½</i>	618	5.687	6,30%	57,94%
<i>Mais de ½ a 1</i>	2.704	8.391	27,55%	85,49%
<i>Mais de 1 a 2</i>	917	9.308	9,34%	94,83%
<i>Mais de 2 a 3</i>	216	9.524	2,20%	97,04%
<i>Mais de 3 a 5</i>	176	9.700	1,79%	98,83%
<i>Mais de 5 a 10</i>	85	9.785	0,87%	99,69%
<i>Mais de 10 a 15</i>	13	9.798	0,13%	99,83%
<i>Mais de 15 a 20</i>	6	9.804	0,06%	99,89%
<i>Mais de 20 a 30</i>	7	9.811	0,07%	99,96%
<i>Mais de 30</i>	4	9.815	0,04%	100,00%
Total	9.815	-	100%	-

Nota: Salário Mínimo = R\$ 545,00

Fonte: IBGE (2010)

Tabela 3– Classificação Sócio-Econômica por Faixa de Rendimentos

Baixa Renda (menor que 3 SM)	9524	97,04%
Média Renda (maior que 3 SM e menor que 10 SM)	261	2,66%
Alta Renda (maior que 10 SM)	30	0,31%

Fonte: IBGE (2010)

Conforme podemos verificar nos dados acima, fica confirmada a nossa hipótese inicial que pressupõe que a população da cidade é carente financeiramente. Segundo informações do IBGE, no nordeste, 51% da população vive com até meio salário mínimo. Na cidade de Angicos, temos um total de 57,94% da população nesse patamar. Ainda de acordo com os dados analisados, uma grande maioria da população (ou seja, 85,49%) ganha até 01 salário mínimo, o que é um valor extremamente baixo para atender aos padrões básicos de sobrevivência.

4.1.10 Características urbanas

As edificações existentes na área central da cidade, tanto residências como comerciais, são na sua maioria unidades conjugadas, e possuem uma testada média de 5,5 metros. Na área periférica, as edificações são predominantemente isoladas, sendo constituídas de unidades construídas com tijolos e telhas e áreas médias de 60 m², apresentando um padrão habitacional simples. Na área central de Angicos, encontramos residências e diversos prédios construídos na década de 40 e 50 que apresentam boa qualidade, característica da época.

4.1.10.1 Coleta de lixo

De acordo com Costa (2011), a Prefeitura Municipal, através da Secretária de Obras e Urbanismo, dispõe atualmente de cinco veículos (duas caçambas, dois tratores e um caminhão) que circulam diariamente em todos os bairros recolhendo os resíduos sólidos municipais todos os dias da semana.

No município existem, atualmente, trinta e dois funcionários responsáveis por toda a limpeza municipal, dos quais dez são garis e vinte e dois distribuídos nos veículos, responsáveis pelas demais operações envolvidas no processo.

A prefeitura realiza um acompanhamento semanal dos resíduos sólidos depositados no lixão municipal e afirma que é feito um trabalho com tratores de terraplanagem do local sempre que as camadas de resíduos são depositadas no local. Com relação aos resíduos hospitalares, ou seja, resíduos sépticos, estes são transportados duas vezes por semana por uma empresa de Natal/RN, denominada SERQUIP, pioneira no Rio Grande do Norte na gestão de resíduos sólidos de serviços de saúde.

4.1.10.2 Saúde

De acordo com Marques (2011), o município de Angicos conta com um total de cinco Programas de Saúde da Família (PSF's), cada uma dessas unidades assiste um determinado número de famílias. O PSF 1 está situado no bairro Alto da Esperança e assiste 784 famílias; o PSF 2 é situado na Zona Rural do Município e assiste 276 famílias; o PSF 3 está localizado no centro da cidade e assiste 896 famílias; o PSF 4 encontra-se no Alto do Triângulo e assiste 684 famílias; e o PSF 5 situa-se no bairro Alto da Alegria e assiste 510 famílias.

Para realizar o trabalho nos PSF's conta-se com um enfermeiro, um auxiliar de enfermagem, um dentista, um auxiliar em saúde bucal e um médico clínico-geral, em cada PSF; há, ainda, um nutricionista e um educador físico para atender às cinco unidades existentes.

Entre as principais atividades realizadas pelos PSF's estão às visitas domiciliares que são realizadas mensalmente por agentes de saúde, objetivando informar à população sobre os programas oferecidos pelos mesmos, verificando a existência de focos ou cenários propícios à propagação de determinadas doenças (por exemplo, dengue, esquistossomose, amebíase, cólera, hepatite A).

4.1.11 Sistema de Abastecimento de Água Existente na cidade de Angicos

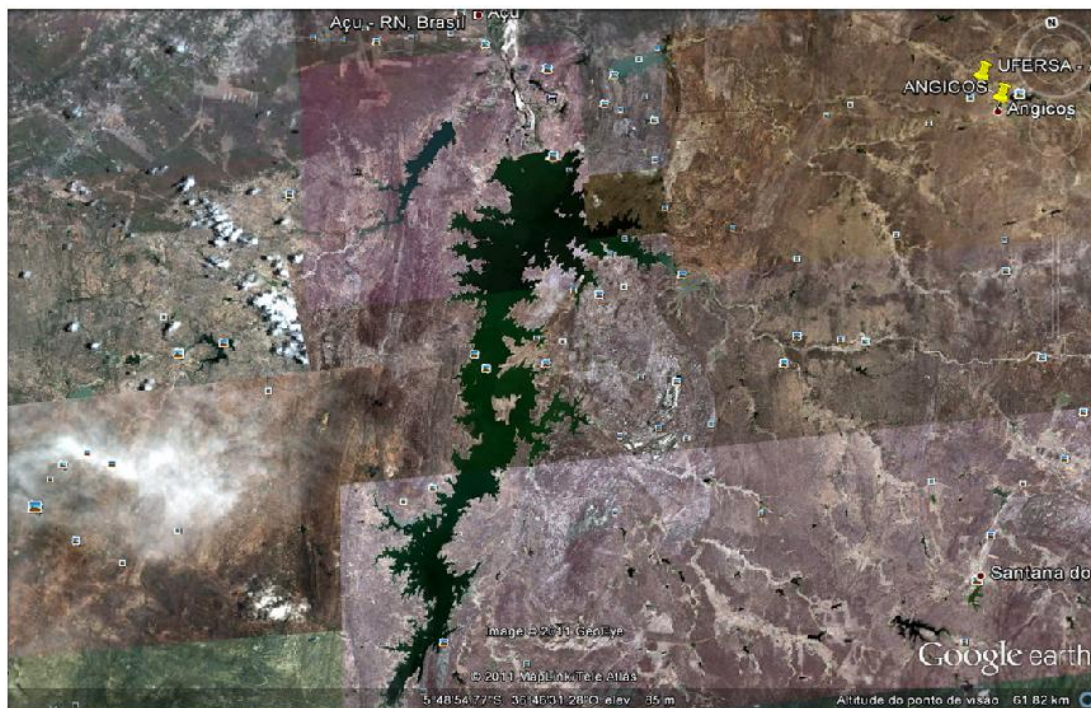
Não existem dados disponíveis para consulta ou o projeto utilizado para a implantação do sistema de abastecimento de água existente na cidade de Angicos. Contudo, efetuamos uma análise *in loco* das unidades existentes e encontramos fragmentos de documentos que referenciam ao sistema existente. O resumo dos dados obtidos é o seguinte:

4.1.11.1 Manancial

A cidade de Angicos é abastecida pela Barragem Armando Ribeiro Gonçalves localizada no vale do Açu e situada no município de Itajá/RN foi concluída em 1983, sendo considerado o segundo maior reservatório construído nacionalmente pelo DNOCS até o momento, tem capacidade de armazenamento de 2,4 milhões de m³ d'água e bacia hidráulica

com área de 195 km². O volume regularizado é de 389 milhões de m³ para uma garantia de 90%.

Figura 6 – Barragem Armando Ribeiro Gonçalves



Fonte: Google Earth (2011)

De acordo com a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH) o sistema da Adutora Sertão Central-Cabugi que se encontra concluída e em operação desde outubro de 1998 e com extensão de 204,2 km, tem como finalidade minimizar a desigualdade hídrica na região do Sertão de Angicos, o sistema é abastecido pela captação de água do açude Armando Ribeiro Gonçalves localizado na cidade de Itajá, sendo responsável por abastecer 9 cidades e mais 32 comunidades rurais, com vazão total do sistema de: 195 L/s ou 702 m³/h.

Atualmente, o sistema atende a aproximadamente 40.179 habitantes e tem a estimativa para que em 2016 possa atender a 76.961 habitantes.

As principais características da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, que é utilizada para o suprimento hídrico do sistema de abastecimento de água da cidade de Angicos estão listadas na tabela a seguir:

Tabela 4 - Características Técnicas da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves

Capacidade	2.400.000m ³
Localização	Açu-RN
Rio barrado	Piranhas-Açu
Área da bacia hidrográfica	36.770km ²
Área da bacia hidráulica	19.500ha
Nível d'água máximo	67,70
Área irrigável	25.000ha
BARRAGEM PRINCIPAL	
Tipo	Terra Zoneada
Altura máxima sobre as fundações	41m
Extensão pelo coroamento	2.553m
Largura do coroamento	8m
Conta do coroamento	62,00
Volume total do maciço	5.744.750m ³
Volume da terra	5.300.000m ³
Volume de enrocamento	160.550m ³
Volume de transições	284.200m ³
VERTEDOURO	
Descarga regularizada	30m ³ /s
Descarga máxima	13.000m ³ /s

Fonte: DNOCS (2010)

4.1.11.2 Captação e Adução

A Captação do município é do tipo de Água Superficial retirada da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves. Sendo a adução, de acordo com a SEMARH (2011), realizada pelo Sistema da Adutora Sertão Central que percorre diversas etapas para chegar à cidade de Angicos/RN, tais etapas são constituídas dos seguintes componentes:

- **Trecho 01** – Captação da água bruta no Canal de Pataxó e adução por gravidade até a Estação Elevatória de Água Bruta, denominada de EEAB-01 que por recalque vai para a Estação de Tratamento de Água (ETA) e por tubulação vai a Estação Elevatória de

Água Tratada - 01 (EETA-01) que passa pela Casa de Química e posteriormente vai para um Reservatório de Água com capacidade de 3.000 m³ que por sua vez abastece as cidades de Itajá e Pataxós.

- **Trecho 02** – Após a passagem pela EETA-01 a água segue para a cidade de Angicos por meio de tubulação de ferro fundido de 400mm de diâmetro e sendo transportada por aproximadamente 31.000m sendo em parte por gravidade de conduto forçado e a outra parte por Adutora por recalque. Chegando à EETA-02 em Angicos e abastecendo os reservatórios da cidade com capacidade aproximada de 1.200 m³ de água.
- **Trecho 03** – Abastecimento das cidades de Fernando Pedroza com um Reservatório de 300 m³, São Miguel com 50 m³ e Lajes com um Reservatório de água de 1.000 m³, a adutora ainda é responsável por abastecer mais quatro cidades e 32 comunidades rurais.

Figura 7 – EETA - 02



Fonte: Aatoria Própria (2011)

4.1.11.3 Tratamento:

O tratamento é a unidade do sistema de abastecimento que tem como objetivo garantir a qualidade d'água fornecida por este sistema, portanto a água antes de chegar as nossas residências passa por um processo de tratamento que se realiza nas chamadas Estações de

Tratamento (ETA) que de acordo com a qualidade da água bruta poderá ser completa ou simplificada.

De acordo com a CAERN (2011), a Qualidade da Água de Angicos é garantida pelo tratamento realizado pela mesma que acontece conforme os seguintes processos.

Coagulação / Floculação – um produto químico coagulante é adicionado para juntar as partículas suspensas presentes na água bruta;

Decantação – processo onde as partículas em suspensão se precipitam para o fundo do tanque;

Filtração – retenção das partículas menores, não removidas nos processos anteriores, através da passagem da água por filtros geralmente contendo camadas de areia e carvão;

Desinfecção – a água, nesta etapa, recebe uma dosagem de cloro que elimina os germes nocivos à saúde, garantindo também a qualidade durante o armazenamento nos reservatórios e seu transporte na rede de distribuição.

Os dados referentes à qualidade de água da cidade de Angicos encontram-se no Anexo 20 Relatório anual 2011 – Qualidade de água da cidade de Angicos/RN, elaborado pela CAERN. Ressaltamos que a cloração da água é realizada na estação elevatória 02, nas proximidades da entrada principal da cidade.

4.1.11.4 Reservação:

A unidade de reservação do sistema de abastecimento do município de Angicos é composta por dois reservatórios elevados e um apoiado sendo construídos de concreto armado. No ano de 1967 foi construído os dois primeiros reservatórios de Angicos sendo um elevado nomeado Elevado-01 com capacidade de 500 m³ e o outro um reservatório apoiado com capacidade 150 m³, devido a demanda de abastecimento foi necessário a execução de outro reservatório elevado nomeado Elevado-02 construído em 1986 com a capacidade de armazenagem de 500 m³ viabilizando assim uma melhoria tanto na vazão como na distribuição da Água na cidade (CAERN, 2011).

Figura 8 – Reservatórios Elevados (1 e 2) e Reservatório Apoiado



Fonte: Autoria Própria (2011)

Os reservatórios atualmente são responsáveis pela distribuição de água na cidade sendo a área mais baixa atendida pelo Reservatório Elevado-01 que abastece os bairros: Alto da Alegria, Monsenhor Pinto, Dom Tavares e parcialmente o bairro Alto do Triângulo, totalizando uma área de abastecimento de aproximadamente 112,50ha. Já o Reservatório Elevado-02 responsável pelo abastecimento da área mais alta da cidade, abastece os seguintes bairros: Alto da Esperança Prefeito Jaime Batista, Prefeita Zélia Alves e parcialmente o bairro do Alto do Triângulo, totalizando uma área de abastecimento de aproximadamente 112,30ha.

Dessa maneira os dois Reservatórios Elevados abastecem toda cidade, correspondendo a uma área total de abastecimento de aproximadamente 225 ha.

4.1.11.5 Rede de distribuição

Não existem dados disponíveis para consulta. Contudo, segundo informações obtidas pelos funcionários da CAERN, as expansões são feitas através de ramais, derivados da rede atual, sem nenhum projeto ou planejamento. Os novos ramais são geralmente nos diâmetros de 25mm ou 32mm e atendem as áreas de expansão imobiliária da cidade. Vale salientar que a

cidade de Angicos passa por um momento de crescimento imobiliário, motivado pela implantação da UFERSA, que trouxe para a cidade uma população adicional de aproximadamente 10% da população atual.

4.1.11.6 Ligações Domiciliares

O total de ligações cadastradas no município de Angicos, de acordo com os dados da CAERN é o seguinte:

Tabela 5 – Número de Ligações

Tipo	Quantidade
Cadastradas	3.994
Ativas	3.421
Ativas Medidas	2.855
Residenciais	3.848

Fonte: CAERN (2011)

Um fato que merece destaque é que, apesar de ser cobrado o valor do hidrômetro nas novas habitações, os mesmos não estão sendo instalados. Dessa forma, não há uma maneira de controlar e cobrar adequadamente pelo consumo real de água dessas residências, o que pode gerar uma perda de arrecadação para a CAERN.

4.1.11.7 Indicadores Operacionais

Segundo informações do Relatório de Dados Operacionais da CAERN, o sistema de abastecimento de água de Angicos apresenta os indicadores operacionais, delineados nos quadros a seguir.

Tabela 6 - Indicadores Econômicos I

Localidade	Economias Ativas (10/2011)					
Angicos	Residencial	Comercial	Industrial	Publica	Total	Medidas
	3.261	49	11	114	3.435	3.043

Fonte: CAERN (2011)

Tabela 7 – Faturamento

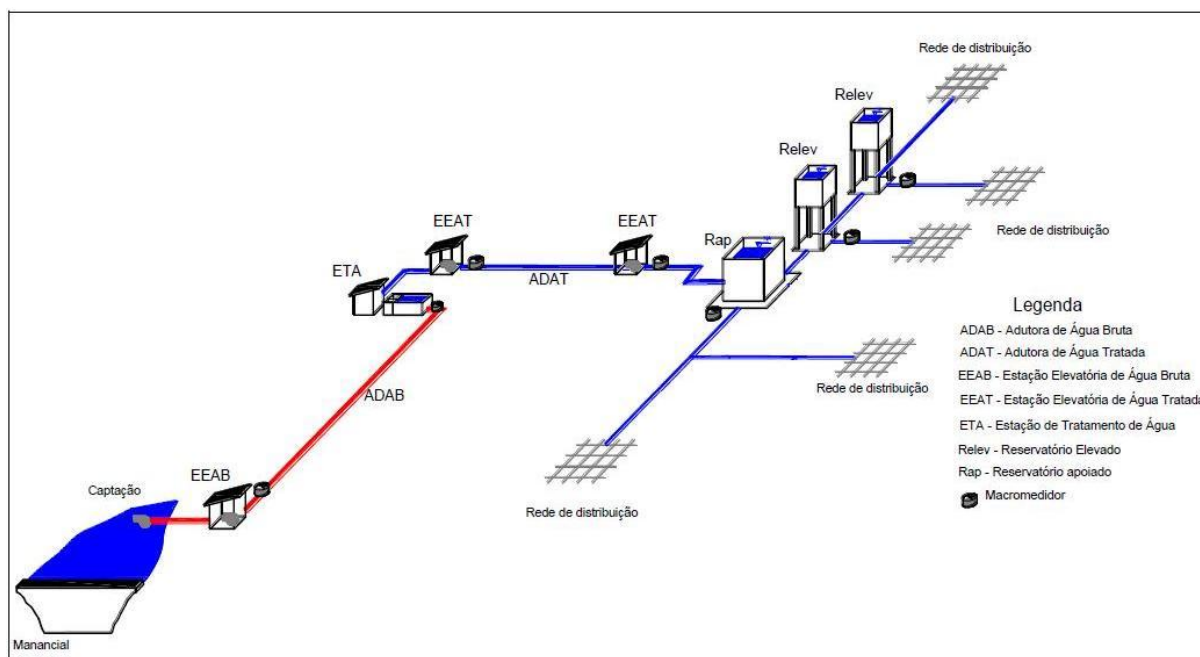
Localidade	Volumes 1000 m ³ / Ano		
	Faturado	Consumido	Medido
Angicos	45.668	38.891	39.878

Fonte: CAERN (2011)

4.1.11.8 Esquema Gráfico do Sistema de Abastecimento de Água existente na cidade de Angicos

Com base nos dados levantados acima, elaboramos um croquis esquemático buscando representar de forma gráfica as unidades do sistema de abastecimento de água existente na cidade de Angicos, conforme mostramos a seguir:

Figura 9 – Croquis do Sistema de Abastecimento de Água Existente



Fonte: Autoria Própria (2011)

4.2 EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO E A RELAÇÃO OFERTA/DEMANDA DE ÁGUA

Neste capítulo iremos abordar os parâmetros utilizados, a estimativa populacional e os estudos de demanda, que foram utilizados para as considerações relativas ao presente trabalho. Segundo Gomes (2002), a quantidade de água requerida para um projeto de abastecimento de água deve levar em consideração os seguintes fatores: Alcance de Projeto; Previsões de População; Estimativas de Consumo; Estimativas de Perdas e Variações de Consumo.

Ainda de acordo com Gomes (2002), para a estimativa do consumo, devem ser levados em consideração fatores regionais e locais, tais como: Clima; Padrão de vida; Hábitos da população; Sistema de fornecimento de água (com ou sem hidrômetro); Qualidade da água fornecida; Custo da Água; Pressão na rede; Perdas; Continuidade dos serviços e Consumo Per capita.

4.2.1 Alcance de Estudo

Como normalmente a vida útil dos sistemas de abastecimento de água ultrapassa o período de 20 anos, as diversas unidades serão estudadas para este período, analisando-se a viabilidade de sua implantação para os períodos de 10 e de 20 anos.

4.2.2 Consumo “Per Capta”

O consumo “Per capta” deveria ser avaliado em função dos valores do Sistema Comercial da CAERN que apresenta os histogramas de consumo dos municípios do Rio Grande do Norte operados pela CAERN. Para efeito de consumo, seriam considerados somente as economias micromedidas em funcionamento e o respectivo volume consumido. Contudo, não tivemos acesso a esses dados.

Dessa forma, optamos pela análise comparativa do percapta de projetos de saneamento, dentro dos padrões usuais de cidades do mesmo porte, da Região Nordeste.

A ARCO Projetos elaborou no ano de 2003, os projetos de abastecimento de água das cidades de porte semelhante de Nazaré da Mata e Barreiros, no Estado de Pernambuco, tendo encontrado os seguintes valores de percapta.

Tabela 8 - Consumo Per capta de Água de Cidades Semelhantes a Angicos

Percapta real atual	Barreiros	Nazaré da Mata
Percapta Residencial Médio (l/pessoa/dia)	93,88	98,15
Percapta Comercial Como % do Residencial	5,03%	3,59%
Percapta Industrial Como % do Residencial	0,00%	0,30%
Percapta Público Como % do Residencial	8,36%	9,38%
Percapta Médio Total Atual	106,44	111,17
Percapta Médio Total Atual (com perdas de 25%)	133,05	138,96

Fonte: Arco Projetos (2007)

Desta forma, considerando as informações apresentadas será utilizado, a taxa de consumo percapta de água de 150 L/hab por dia de acordo com as recomendações do Programa PRÓAGUA, para as localidades com população entre 4.000 e 50.000 habitantes, e 120 L/dia para localidades com menos de 4.000 habitantes. Como a cidade de Angicos possui cerca de 11.000 habitantes, adotamos para efeitos de estimativa um valor de 150 Lxpeessoa/dia.

4.2.3 Coeficientes do Dia e Hora de Maior Consumo

Os valores adotados foram aqueles usualmente utilizados em sistemas de abastecimento d'água para comunidades de porte médio, associada às prescrições normativas da ABNT. Esses valores são corroborados por Gomes (2002), são os seguintes: K1 = 1,20 – coeficiente do dia de maior consumo; K2 = 1,50 – coeficiente da hora de maior consumo e K3 = 0,50 – coeficiente da hora de menor consumo

4.2.4 Estimativa Populacional

4.2.4.1 Histórico Populacional do Município Angicos

O estudo populacional foi realizado efetuando uma revisão do estudo elaborado anteriormente por Andrade, Ferreira e Menezes (2011), que observa a evolução da população do município de Angicos situado na região central do interior do estado do Rio Grande do Norte. Com base nos dados apresentados podemos perceber que o número de habitantes da cidade vem sofrendo uma redução considerável dos anos de 1980 a 2010, sendo que em 1991 os dados obtidos levam em conta a população do município de Fernando Pedroza sendo esta desconsiderada, resultando assim no número expresso na tabela.

Contudo alguns argumentos nos levam a não considerar os números da população registrada em 1996, onde podemos citar o fato de que os números do ano em questão foram obtidos de uma contagem e não de um recenseamento, além disso, nesse período o município passou por uma transição e teve uma parte de seu território emancipada gerando com isso a incerteza sobre essa contabilidade populacional, pois não se sabe ao certo se nesses números a população do território emancipado foi incluso ou não, dito isso desconsideraremos a população de 1996, por falta de confiança em relação a sua descrição.

Tabela 9 – Histórico populacional da cidade de Angicos/RN

Ano	1980	1991	1996	2000	2010
População	10986	11476	10881	11626	11549

Fonte: IBGE

Através dessa tabela podemos perceber que a população angicana encontra-se com evolução negativa neste intervalo de tempo que será analisado, como já havia sido mencionado.

4.2.4.2 Projeções Populacionais

A projeção da evolução populacional da cidade de Angicos foi estudada utilizando-se modelos matemáticos obtidos a partir do comportamento da tendência de crescimento da população.

Tendo se obtido os dados de populações anteriores e as quantidades consumidas por cada habitante, chega-se o ponto de aplicação do método.

Na busca de se alcançar a estimativa das populações futuras do município alvo, para com isso obter a estimativa da necessidade de água destas respectivas populações, o primeiro passo prático é a obtenção de uma função que descreva o comportamento populacional da cidade em questão. Para isso foi utilizado o método dos mínimos quadrados que nos retornará com uma função que na percepção dos analistas será a que melhor se encaixa ao problema descrito.

A escolha do método baseia-se na idéia de que o mesmo representa a tendência dos dados, e como queremos fazer previsões futuras o método se ajusta melhor que a interpolação polinomial, pois esta não leva em consideração essa tendência, sendo assim mais aplicável na busca de estimativas dentro de um intervalo fechado, sem extrapolar, o que não é o nosso caso.

Segundo Burden (2008) o método dos mínimos quadrados é a aproximação de funções numa perspectiva diferente da interpolação. Nesse método se tivermos apenas os valores da função em certos pontos, não é exigido que a função aproximadora interpole a função dada nos pontos. É necessário apenas que essa função aproximadora tome valores (nesses pontos) de forma a minimizar a distancia aos valores dados. Esse método pode ser definido também como, uma técnica de otimização matemática que procura encontrar o melhor ajustamento para um conjunto de dados tentando minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre a curva ajustada. Suponha que o conjunto de dados consiste dos pontos (x_i, y_i) com i variando de 1 até n . Deseja-se encontrar uma função $f(x)$ tal que:

$$F x_i = Y_i$$

Para se obter esta função, supõe-se que a função $f(x)$ é de uma forma particular e contém alguns parâmetros que precisam ser determinados, vejamos a definição:

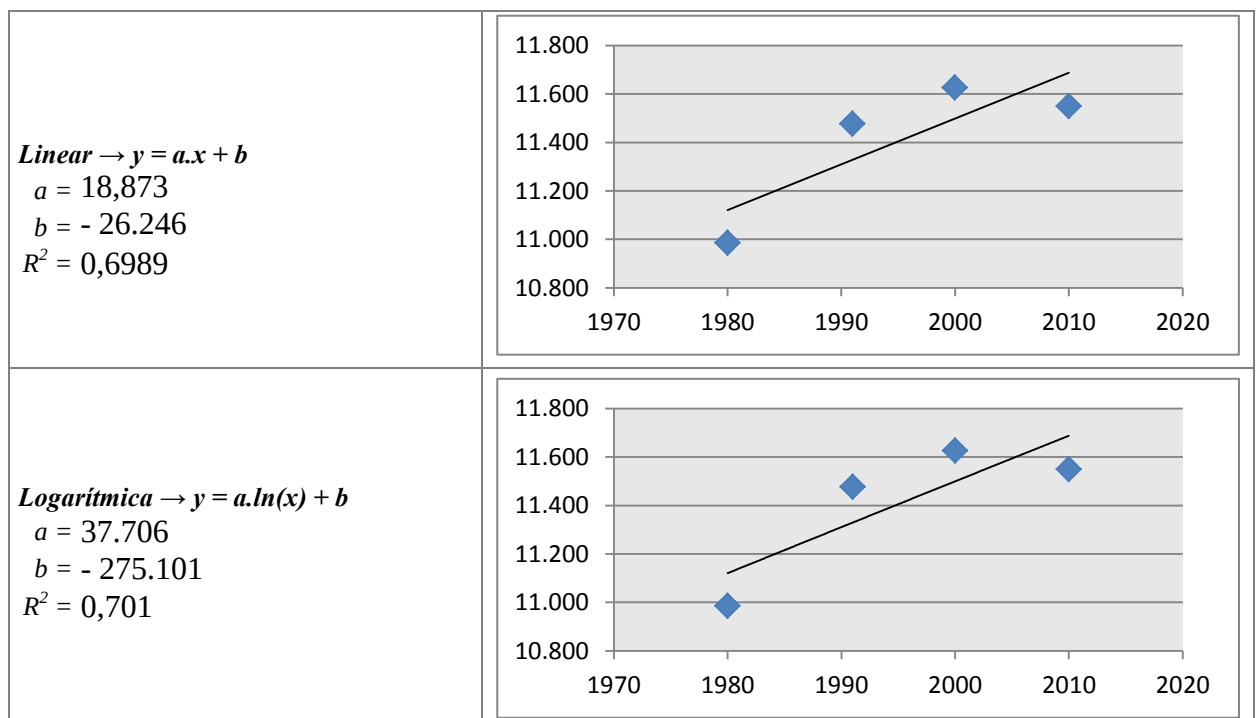
$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2$$

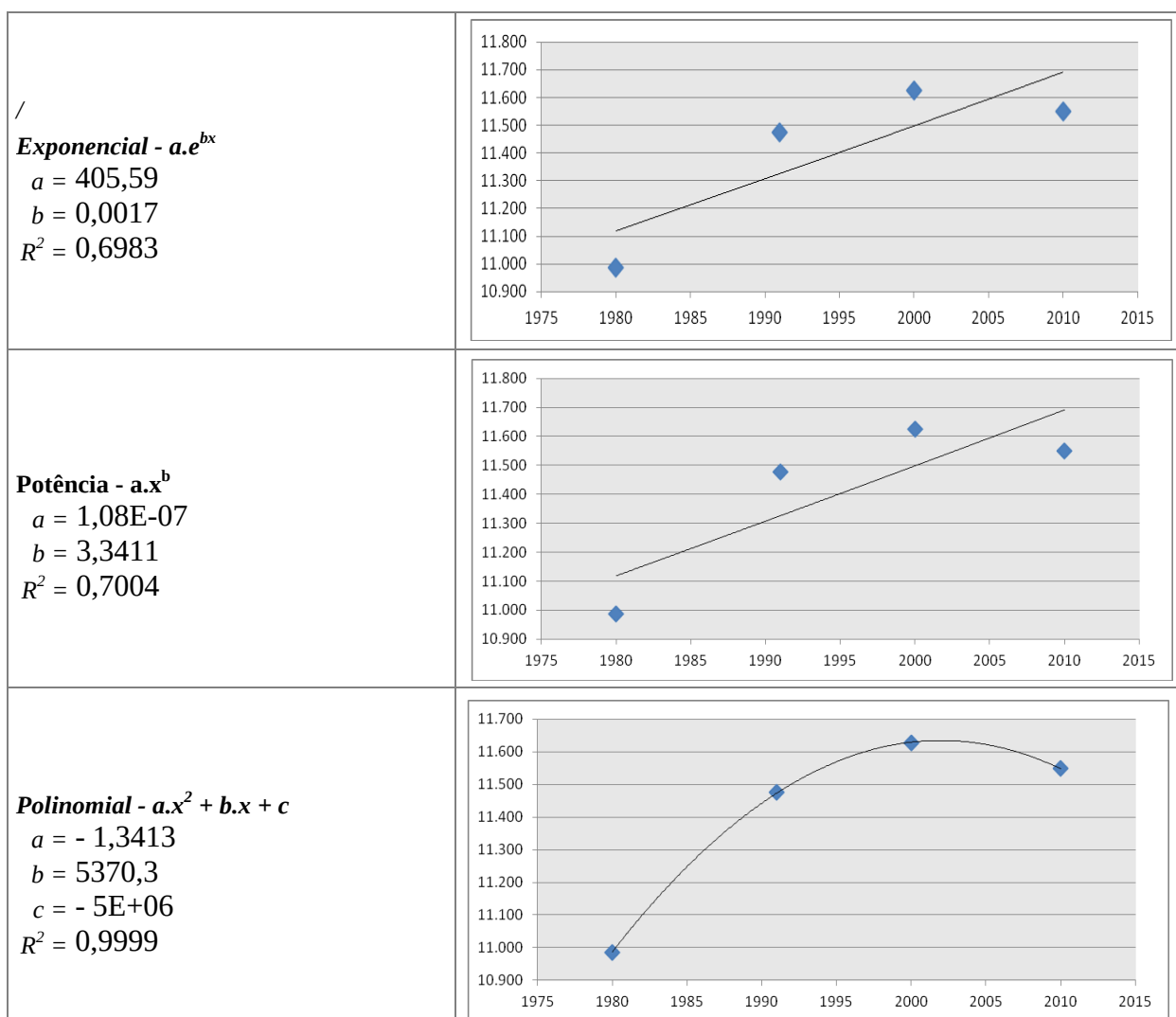
Este método é útil quando desejamos obter um valor aproximado da função em algum ponto fora do intervalo de tabelamento, ou seja, quando queremos extrapolar, ou quando efetuamos alguma experiência física ou empírica, pois os valores obtidos podem conter erros intrínsecos que, em geral, não são previsíveis.

Na busca de se obter uma maior confiabilidade no método, foram obtidas funções diferentes na análise, de maneira a encontrar aquela que mais se ajusta aos dados do problema, como auxílio desta análise foi observado o parâmetro R^2 , que indica o quanto a função encontrada se ajustou aos dados do problema.

As equações e seus respectivos coeficientes de regressão são apresentados a seguir:

Figura 10 – Análise do R^2





Fonte: (ANDRADE; FERREIRA; MENEZES, 2011)

Tabela 10 - Comparativa do R^2

Função	Exponencial	Linear	Logaritmo	Polinômio	Potência
R^2	0, 6983	0, 6989	0, 701	0, 9999	0, 7004

Fonte: (ANDRADE; FERREIRA; MENEZES, 2011)

Da tabela comparativa do R^2 temos que a curva mais ajustada aos pontos foi à polinomial, porém conhecendo dados externos ao problema podemos perceber que essa função não descreve muito bem a situação real, pelo fato de que a mesma se encontra com concavidade para baixo revelando a tendência de decaimento populacional, sendo que esta hipótese encontra-se praticamente inaceitável pela chegada do campus da Universidade Federal Rural do Semi-Árido que além de estimular o aumento populacional, também estimula práticas comerciais.

Tendo visto isto percebemos que a função que mais se adéqua ao problema é a exponencial, que tem seu R^2 um tanto baixo, sendo isto explicado pelo fato da população angicana ter tido um alto desvio nos anos observados, porém esta função mantém a tendência de crescimento que é esperada na cidade, sendo esta a mais aplicável ao problema.

Com o gráfico e a função descritiva sabemos o comportamento da população nesse período de maneira aproximada, com isso já podemos estimar populações futuras e montar um quadro de necessidades de água em função dessas populações.

4.2.4.3 Estudo Populacional Adotado

Dessa forma, considerando os dados descritos acima, temos a seguinte evolução populacional sugerida para a cidade de Angicos, com uma tendência exponencial.

Tabela 11- Evolução da População sugerida para a cidade de Angicos

ANO	População (habitantes)
2011	11.711
2012	11.730
2013	11.750
2014	11.770
2015	11.789
2016	11.809
2017	11.829
2018	11.849
2019	11.869
2020	11.888
2021	11.908
2022	11.928
2023	11.948
2024	11.968
2025	11.988
2026	12.008
2027	12.028
2028	12.049
2029	12.069
2030	12.089

Fonte: (ANDRADE; FERREIRA; MENEZES, 2011)

4.2.5 Estudo de Demandas

4.2.5.1 População Abastecida

O percentual de atendimento adotado no presente estudo, foi o de contemplar 100% da população estimada, pois a utilização de um índice de atendimento de 100% é reforçado pela recente lei sobre saneamento que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a Política Nacional de Saneamento Básico, Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, em seu artigo 2º:

Art 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:

- I- universalização do acesso;
- II- integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados [...].

4.2.5.2 Demanda Atual e Futura de Água Potável

O cálculo da demanda de água, que abrange um horizonte de 30 anos, considerou a evolução da população até o final do ano 2030, tendo como início o ano 2011.

Nos quadros a seguir, estão apresentadas as evoluções das demandas médias, máximas diárias e máxima do dia e hora de maior consumo, e o volume da reserva necessária para a cidade de Angicos.

Tabela 12 – Evolução da População e Relação Oferta/Demanda de Água para a cidade de Angicos/RN

Ano	População (hab)		Per Capita (l/hab.dia)	Vazões (l/s)			Reservação (m3)		
	Total	Atendida		Média (1)	Máx. diária (2)	Máx. hor. (3)	Necessária (4)	Existente	Déficit/ Superávit (5)
2011	11.711	11.711	150,00	20,33	24,40	36,60	703	1150	447
2012	11.730	11.730	150,00	20,37	24,44	36,66	704	1150	446
2013	11.750	11.750	150,00	20,40	24,48	36,72	705	1.150	445
2014	11.770	11.770	150,00	20,43	24,52	36,78	706	1150	444
2015	11.789	11.789	150,00	20,47	24,56	36,84	707	1150	443
2016	11.809	11.809	150,00	20,50	24,60	36,90	709	1.150	441
2017	11.829	11.829	150,00	20,54	24,64	36,97	710	1150	440
2018	11.849	11.849	150,00	20,57	24,68	37,03	711	1.150	439
2019	11.869	11.869	150,00	20,61	24,73	37,09	712	1150	438
2020	11.888	11.888	150,00	20,64	24,77	37,15	713	1150	437
2021	11.908	11.908	150,00	20,67	24,81	37,21	715	1150	435
2022	11.928	11.928	150,00	20,71	24,85	37,28	716	1150	434
2023	11.948	11.948	150,00	20,74	24,89	37,34	717	1.150	433
2024	11.968	11.968	150,00	20,78	24,93	37,40	718	1150	432
2025	11.988	11.988	150,00	20,81	24,98	37,46	719	1150	431
2026	12.008	12.008	150,00	20,85	25,02	37,53	721	1150	429
2027	12.028	12.028	150,00	20,88	25,06	37,59	722	1150	428
2028	12.049	12.049	150,00	20,92	25,10	37,65	723	1.150	427
2029	12.069	12.069	150,00	20,95	25,14	37,71	724	1150	426
2030	12.089	12.089	150,00	20,99	25,19	37,78	725	1150	425

(1) (População atendida X Per capita) / 86.400

(2) Vazão média X 1,2

(3) Vazão máxima diária X 1,5

(4) (Vazão diária X 86,4) X 1/3 (1/3 da vazão máxima diária)

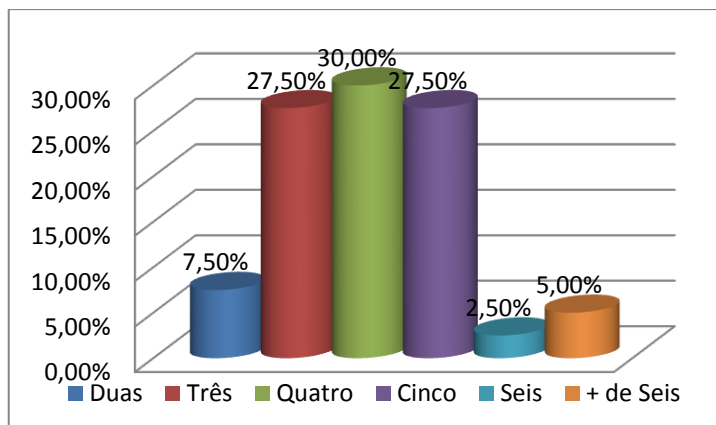
(5) (Reservação existente) – (Reservação necessária)

Fonte: Autoria Própria (2011)

4.3 PESQUISA DE CAMPO

A seguir apresentamos os resultados obtidos e tecemos os comentários pertinentes a cada um dos itens analisados.

Gráfico 1 – Quantas pessoas moram na sua casa incluindo você?

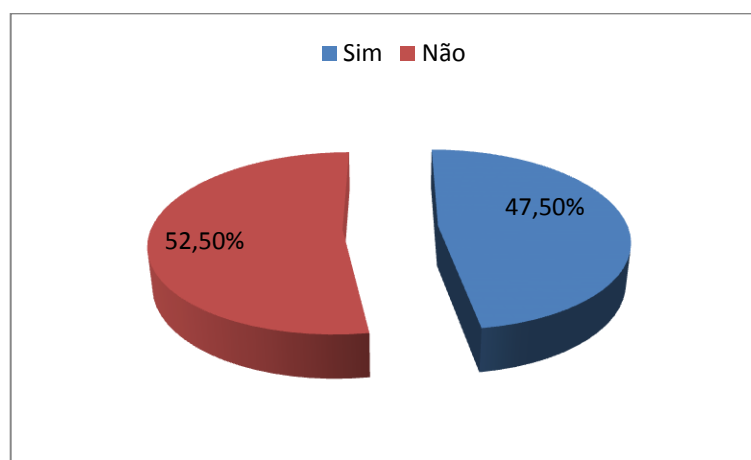


Resposta	Quantidade	% da Amostra	% Acumulado
Duas	3	7,50%	7,50%
Três	11	27,50%	35,00%
Quatro	12	30,00%	65,00%
Cinco	11	27,50%	92,50%
Seis	1	2,50%	95,00%
+ de Seis	2	5,00%	100,00%

Fonte: Autoria Própria (2011)

Conforme os dados do gráfico 1, a grande maioria dos entrevistados tem em suas residências entre três e cinco pessoas, característicos de populações de baixa renda, que possuem alta taxa de natalidade. A grande concentração de pessoas em uma mesma unidade habitacional, muitas vezes em condições precárias é um dos grandes problemas sociais encontrados na cidade de Angicos.

Gráfico 2 – Água Corrente nas torneiras?

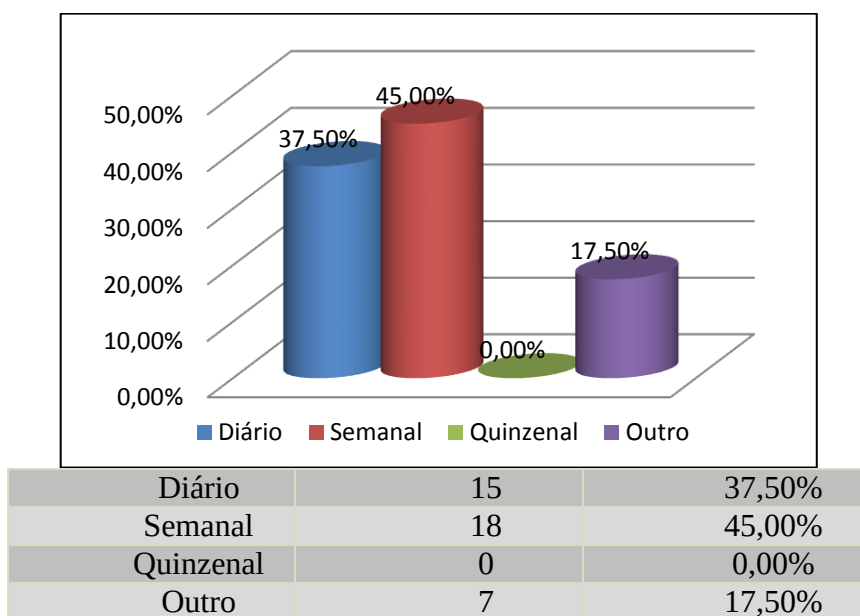


Sim	19	47,50%
Não	21	52,50%

Fonte: Autoria Própria (2011)

Como se pode observar pelas informações do gráfico 2, as respostas possuem quantidades equivalentes para cada item, sendo uma pequena maioria para a não existência de água corrente que teve (21 entrevistados que equivalem a 52,50% do total) relatam que não existe água constantemente nas suas residências e (19 entrevistados, equivalente a 47,50% do total) responderam que existe água constantemente em suas residências, demonstrando que o número de residências sem água constante é bastante significativa.

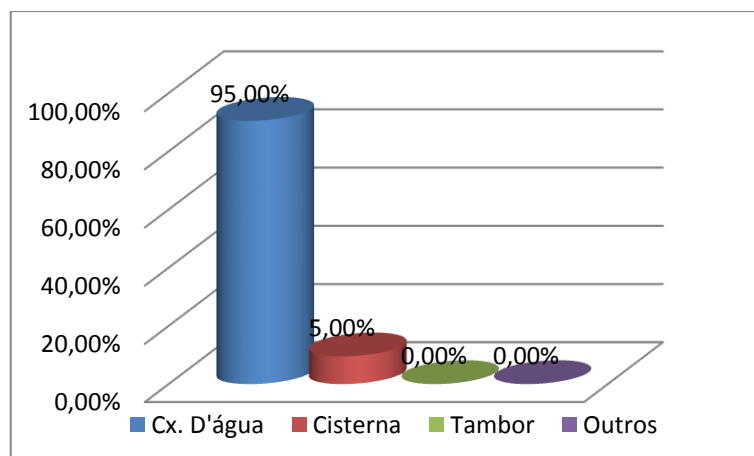
Gráfico 3 – Ciclo de recebimento de Água?



Fonte: Autoria Própria (2011)

Conforme os dados gráfico 3, a maioria dos entrevistados tem um ciclo de recebimento de água semanal (18 entrevistados, que representam 45% do total) demonstrando a necessidade na melhoria do sistema para um abastecimento diário, em seguida é demonstrado que parte da população (15 entrevistados, que representam 37,50% do total) tem em suas residências o recebimento diário de água e com outros (7 entrevistados, que representam 17,50% do total) relataram que o recebimento de água em suas residências é de forma intermitente.

Gráfico 4 – Modo de Armazenamento da Água?

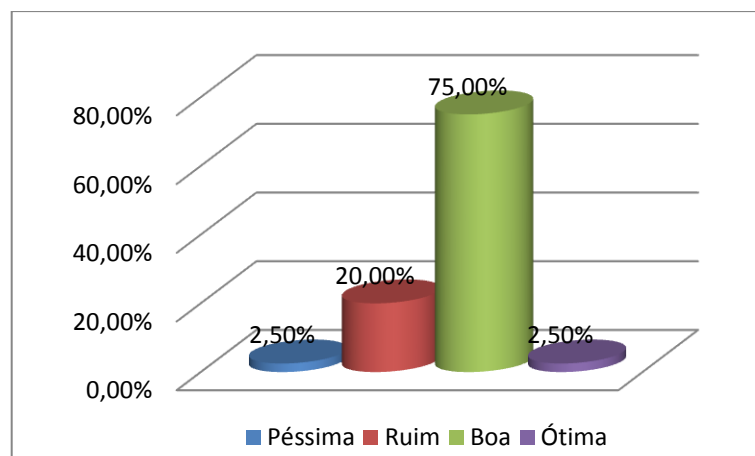


Cx. D'água	38	95,00%
Cisterna	2	5,00%
Tambor	0	0,00%
Outros	0	0,00%

Fonte: Autoria Própria (2011)

Como podemos observar pelos elementos do gráfico 4, a grande maioria dos entrevistados possui caixa d'água em suas residências. Tal dado ressalta que os moradores, em sua maioria (38 entrevistados, que representam 95% do total), consideram de suma importância armazenar água, devido a não presença de fornecimento constante nas torneiras. Sendo que (2 entrevistados equivalente a 5% do total) utilizam a cisterna como modo de armazenamento de água. Os dados apresentados acima ressaltam a preocupação dos moradores em garantir uma reserva de água em suas casas, de forma a não depender do abastecimento público, que não atua de forma constante.

Gráfico 5 – Qualidade da Água?

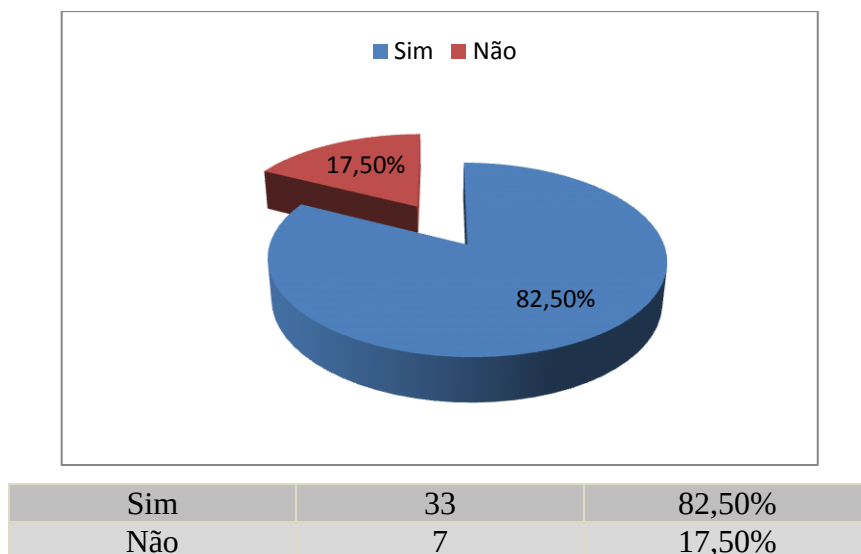


Péssima	1	2,50%
Ruim	8	20,00%
Boa	30	75,00%
Ótima	1	2,50%

Fonte: Autoria Própria (2011)

Conforme as informações do gráfico 5, a grande maioria dos entrevistados destaca de forma positiva a qualidade da água fornecida no município. Os resultados acima demonstram que os moradores, em sua maioria (30 entrevistados, que representam 75% do total), afirmaram que a água fornecida é de boa qualidade. Entre os que assinalaram a opção ruim tivemos (8 entrevistados equivalente a 20% do total) que não estão satisfeito com a qualidade da água. Esses dados estão de acordo com os dados apresentados no anexo 2 – Relatório anual 2011 – qualidade de água de Angicos/RN, fornecido no website da CAERN, onde de todos os parâmetros analisados, apenas o parâmetro analisado cor aparente das amostras não teve 100% de conformidade, mas obteve um índice de 92%, que é satisfatório (56 amostras de um total de 61 analisadas estavam em conformidade).

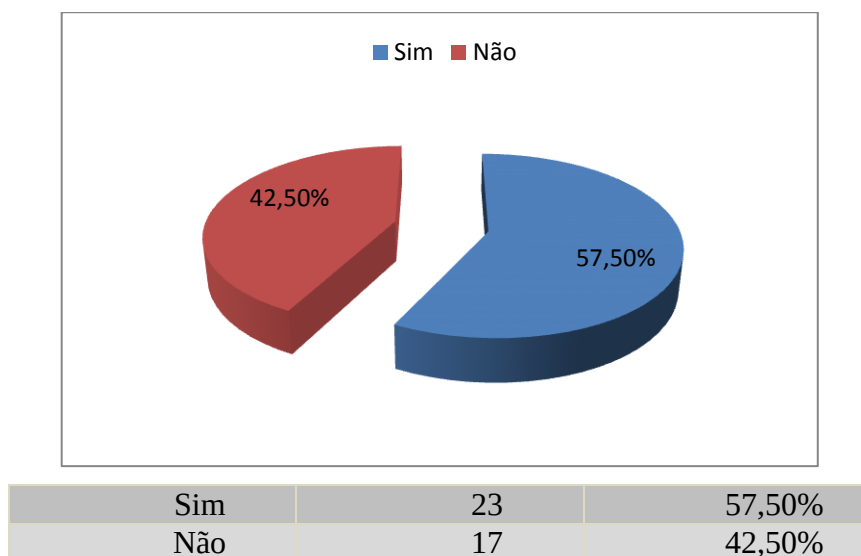
Gráfico 6 – Possui Hidrômetro?



Fonte: Autoria Própria (2011)

Os dados do gráfico 6, ressaltam que a faixa dominante de respostas foi a existência de hidrômetro nas residências, que obteve a maioria das respostas (33 moradores, que representam 82,5% do total), afirmando um controle real do recebimento de água na residência. Entre os que assinalaram a opção que não possui hidrômetro (7 moradores equivalente a 17,5% do total). Contudo, observou-se *in loco* que boa parte dos hidrômetros não funciona adequadamente e já está com sua vida útil comprometida, o que não garante uma funcionalidade eficiente dos mesmos.

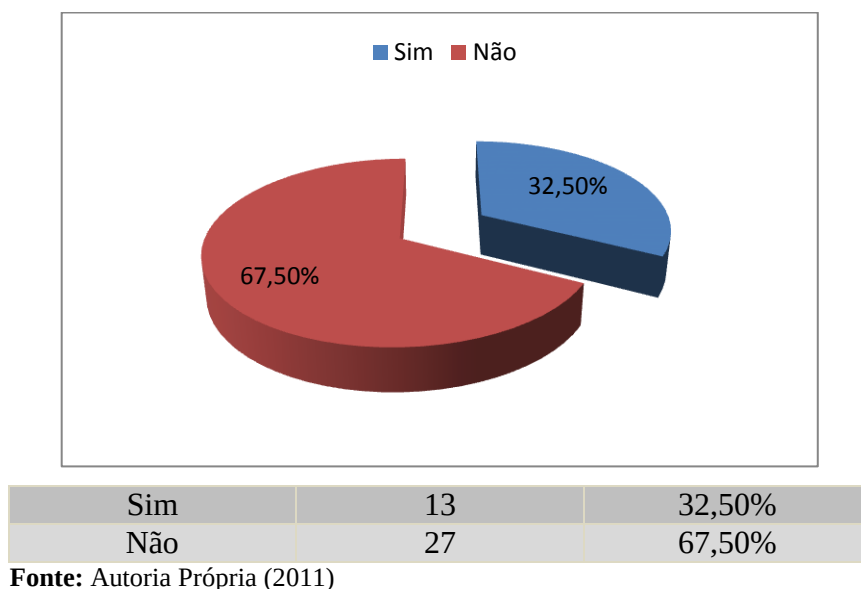
Gráfico 7 – Satisfeito (a) com os serviços prestados pela fornecedora de Água CAERN?



Fonte: Autoria Própria (2011)

Conforme os elementos do gráfico 7, a maioria dos entrevistados estão satisfeitos com os serviços da CAERN, portanto obteve a maioria das respostas (23 moradores, que representam 57,5% do total), afirmando que o serviço prestado está satisfazendo as necessidades da maioria dos pesquisados. Os demais assinalaram que os serviços não são suficientes para a demanda dos problemas encontrados na cidade (17 moradores que equivalem a 42,5% do total). Uma das grandes dificuldades é o baixo número de funcionários disponíveis para atender a demanda da cidade (apenas 3 funcionários, sendo 1 o chefe do escritório, 1 técnico de engenharia e 1 responsável pela entrega das contas). A operação e manutenção do sistema é de responsabilidade da Regional Assú, cidade vizinha, distante cerca de 40 km.

Gráfico 8 – Satisfeito (a) com os valores cobrados pela fornecedora de Água CAERN?



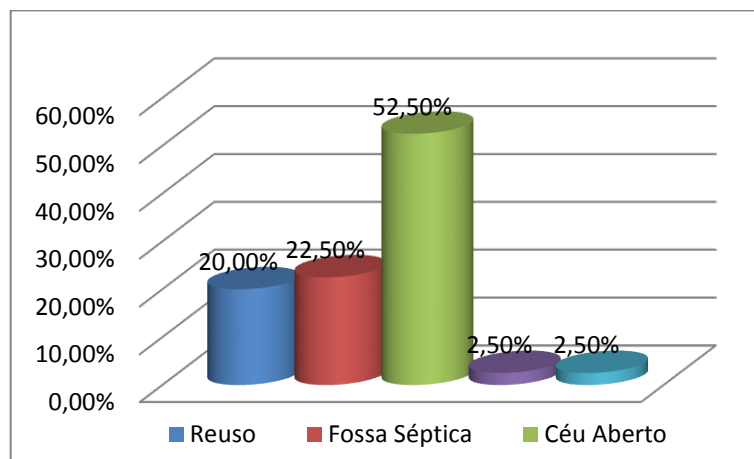
Os dados acima do gráfico 8 ressaltam que a faixa dominante de respostas foi referente a insatisfação dos consumidores com o preço cobrado pelo serviço de abastecimento de água, obtendo a maioria das respostas (27 moradores, que representam 67,5% do total). Entre os que assinalaram a opção que satisfeito (13 moradores equivalentes a 32,5% do total), relataram que estão de acordo com o preço cobrado pelos serviços prestados.

De acordo com os dados apresentados no estudo sócio econômico, cerca de 85% dos habitantes da cidade possuem renda de até 01 salário mínimo, o que demonstra a situação de carência financeira da maioria da população.

A tarifa mínima é de R\$ 4,84 para os enquadrados na tarifa social, que representa 0,89% do salário mínimo, a tarifa residencial popular é de R\$ 15,26, que representa 2,80% do

salário mínimo e a tarifa residencial normal é de 24,02, que representa 4,41% do salário mínimo, sendo todos esses dados para o consumo mínimo de até 10 m³ de água. Vale salientar que de acordo com o estudo social, 44,25% da população da cidade de Angicos é classificada pelo IBGE como sem rendimento, e qualquer cobrança já é bastante onerosa em orçamentos tão limitados.

Gráfico 9 – Qual é o destino final da água utilizada?



Reuso	8	20,00%
Fossa Séptica	9	22,50%
Céu Aberto	21	52,50%
Trat. Esgoto	1	2,50%
Outros	1	2,50%

Fonte: Autoria Própria (2011)

Após a utilização da água nas residências, outro aspecto relevante é o seu destino final. Apenas 22,5% tratam os esgotos em fossas sépticas e 2,5% disseram que o esgoto é tratado pelo sistema público (inexistente). O reuso para dessedentação de animais ou irrigação hortaliças e outras verduras comestíveis é perigoso pois pode contaminar com patógenos e outros agente nocivos à saúde. Já o destino a céu aberto, correspondente a 52,50% das respostas é preocupante, pois o esgoto a céu aberto é um agente disseminador de doenças de veiculação hídrica, a exemplo de cólera, diarreias, e também contribui para a proliferação de mosquitos, moscas, ratos e baratas nas proximidades das residências.

4.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS UNIDADES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

4.4.1 Manancial

O sistema é abastecido pela captação de água do açude Armando Ribeiro Gonçalves localizado na cidade de Itajá, sendo responsável por abastecer 9 cidades e mais 32 comunidades rurais, com vazão total do sistema de: 195 L/s ou 702 m³/h. A vazão máxima horária requerida atualmente pela cidade de Angicos é de 36,60 L/s, ou seja, apenas 18% da vazão total que o sistema pode regularizar, caindo para cerca de 10% se considerarmos a vazão média de 20 L/s.

Em relação a uma potencial poluição deste manancial, temos que no Estado do Rio Grande do Norte, o Programa de Monitoramento e Fiscalização dos Mananciais Superficiais e Subterrâneos vem sendo implementado desde 1995 no âmbito da Coordenadoria de Gestão de Recursos Hídricos – COGERH, da SERHID. Este Programa tem como diretriz básica o gerenciamento dos recursos hídricos de todas as bacias hidrográficas do Estado, a partir do monitoramento e fiscalização, em cumprimento da Política Estadual de Recursos Hídricos.

De acordo com as informações constantes no site da SERHID o programa prevê o acompanhamento da qualidade de água dos mananciais, por meio de coleta de amostras periódicas; entretanto, a periodicidade dessas coletas não é informada. Um dos principais documentos investigados neste diagnóstico foi o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – PERH/RN. Segundo as informações constantes no Plano, na etapa de diagnóstico foram utilizados dados disponíveis da rede de monitoramento da qualidade da água estabelecida e operada pela CAERN, mas essas informações não são disponibilizadas no documento.

Um grave problema verificado no Estado é a salinidade em muitos mananciais, devido à alta concentração de cloretos. O Projeto de Monitoramento dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (2000) realizou coletas em 44 açudes e em 20 pontos de vários rios do Estado. Dentro do conjunto dos pontos amostrados, foram caracterizadas como salobras as águas dos açudes Santa Cruz, Caldeirão e Poço Branco, localizados nas bacias dos rios Trairi, Piranhas-Açu e Ceará-Mirim, respectivamente. Para as águas dos rios, 9 pontos localizados nas bacias dos rios Apodi, Piranhas-Açu, Trairi, Curimataú e Ceará-Mirim foram caracterizados como de águas salobras. Além disso, um ponto do rio Potengi e outro do rio

Mossoró, localizados nas bacias dos rios Potengi e Apodi, respectivamente, foram caracterizados como água salina (ARCO PROJETOS, Projeto do Sistema Adutor do Seridó, 2010).

Um panorama geral da qualidade das águas pode ser traçado a partir da identificação das diversas fontes de poluição existentes. O quadro a seguir apresenta as principais fontes de poluição do Estado por atividades antrópicas.

Tabela 13 - Principais Fontes de Poluição nas Bacias do Estado do Rio Grande do Norte

Sub-bacia ou rio principal	Esgotos domésticos	Atividades de mineração	Atividades industriais	Atividades agropecuárias
Apodi/ Mossoró	Municípios de Caraúbas, Alexandria, Mossoró, Pau dos Ferros	Extração terrestre de petróleo e de calcário calcítico e dolomítico em Mossoró	Produção de petróleo em Mossoró	Agricultura irrigada no vale do rio Apodi
Piranhas/Açu	Municípios de Açu, Carnaubais, Cruzeta, Jardim do Seridó	Extração de scheelita e pegmatitos no vale do Seridó. Extração de mármore e granito no Baixo Açu e Extração terrestre de petróleo em Alto Rodrigues.	Indústria ceramistas nas regiões de Caicó e Baixo Açu.	Agricultura irrigada no vale do rio Açu.
Ceará- mirm	Município de João Câmara			
Jacu/Curimataú	Município de Santo Antônio, Goianinha, Canguaretama, Nova Cruz			
Potengi e Pirangi	Região Metropolitana de Natal, Monte Alegre, Tangará		Região Metropolitana de Natal- Efluentes orgânicos do beneficiamento de lagosta e camarão, principalmente no rio Potengi e Efluentes químicos das indústrias têxteis.	

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA), (2005)

Conforme podemos observar, seria adequado que as cidades de Assu, Cruzeta, Jardim do Seridó e Carnaubais tivessem implementados um sistema de esgotos sanitários, de forma a eliminar esse potencial poluidor. Também seria um fator interessante, que as atividades de mineração, agropecuárias e industriais sejam monitoradas e fiscalizadas, de forma a evitar a poluição desse corpo hídrico.

Figura 11 - Vistas da Barragem Armando Ribeiro



Fonte: CAERN (2011)

4.4.2 Captação

A unidade de captação encontra-se dimensionada para atender a demanda para a qual foi projetada e está em bom estado de conservação, não havendo problemas para essa unidade.

4.4.3 Tratamento

De acordo com a CAERN, dados referentes ao relatório anual 2011 – Qualidade da água de Angicos, o tratamento é realizado conforme os seguintes processos: Coagulação / Floculação, Decantação, Filtração e Desinfecção.

Conforme os dados obtidos na pesquisa realizada constatamos que os moradores, em sua maioria (75% do total), afirmaram que a água fornecida é de boa qualidade. Entre os que assinalaram a opção ruim tivemos 20% do total. Os dados obtidos estão em conformidade com os resultados apresentados no anexo 2 – Relatório anual 2011 – qualidade de água de Angicos/RN, fornecido no website da CAERN, onde de todos os parâmetros analisados, apenas o parâmetro analisado cor aparente das amostras não teve 100% de conformidade, mas obteve um índice de 92%, que é satisfatório (56 amostras de um total de 61 analisadas estavam em conformidade).

4.4.4 Adução de Água Tratada

Após a passagem pela EETA-01 a água segue para a cidade de Angicos por meio de tubulação de ferro fundido de 400mm de diâmetro e sendo transportada por aproximadamente 31.000m sendo em parte por gravidade de conduto forçado e a outra parte por Adutora por recalque. Chegando à EETA-02 em Angicos e abastecendo os reservatórios da cidade com capacidade aproximada de 1.200 m³ de água. A quantidade de água que chega na cidade e o diâmetro da tubulação suportam facilmente as vazões de Projeto, e encontram-se em bom estado de conservação.

Figura 12 – Vistas do sistema de adução de água tratada



Fonte: Autoria Própria (2011)

4.4.5 Reservação

Os reservatórios de distribuição permitem armazenar a água para atender às seguintes finalidades: atender às variações de consumo, atender às demandas de emergência, manter pressão mínima ou constante na rede.

O reservatório deve ser posicionado de forma a suprir as horas de maior consumo e ainda contribuir para diminuir os custos com a rede de distribuição. Os reservatórios permitem a continuidade do abastecimento quando é necessário interrompê-lo para manutenção em unidades como captação, adução e estações de tratamento de água. Podem também ser dimensionados para permitir o combate a incêndios, em situações especiais, em locais onde o patrimônio e segurança da população estejam ameaçados.

A reservação da cidade de Angicos é composta por dois reservatórios Elevados e um Apoiado sendo construídos de concreto armado. No ano de 1967 foram construídos os dois primeiros reservatórios de Angicos sendo um Elevado nomeado Elevado-01 com capacidade de 500 m³ e o outro um reservatório Apoiado com capacidade 150 m³, devido a demanda de abastecimento foi necessário a execução de outro reservatório Elevado nomeado Elevado-02 construído em 1986 com a capacidade de armazenagem de 500 m³ viabilizando assim uma melhoria tanto na vazão como na distribuição da Água na cidade.

Os reservatórios atualmente são responsáveis pela distribuição de água na cidade sendo a área mais baixa atendida pelo Reservatório Elevado-01 que abastece os bairros: Alto da Alegria, Monsenhor Pinto, Dom Tavares e parcialmente o bairro Alto do Triângulo, totalizando uma área de abastecimento de aproximadamente 112,50ha. Já o Reservatório Elevado-02 responsável pelo abastecimento da área mais alta da cidade, abastece os seguintes bairros: Alto da Esperança Prefeito Jaime Batista, Prefeita Zélia Alves e parcialmente o bairro do Alto do Triângulo, totalizando uma área de abastecimento de aproximadamente 112,30ha.

Os reservatórios devem ser dimensionados para atender a vazão de 1/3 da vazão máxima diária do fim de plano. Em nosso caso, a vazão máxima diária é de 25,19 L/s, o que requer uma reservação de 725 m³. Como já existe implantado 1.150m³ de reservação, sendo 1.000m³ do tipo elevada e 150m³ do tipo apoiado, temos um superávit de 425m³ em relação à reservação existente.

Nas áreas dentro dos locais de trabalho referente aos reservatórios foi constatado acúmulo de entulhos, presença de vegetação rasteira e também a presença de animais no local, sendo assim, totalmente contraditório a NBR 122171 (ABNT, 1994), no seu item 5.16 Segurança, subitem 5.16.1.

Nos reservatórios analisados, foi observada a existência de irregularidades na execução das escadas, no reservatório elevado 01 foi constatado a não fixação de uma parte da escada, já no reservatório 02 a escada está totalmente fixada mais não possui guarda-corpo tendo a sua necessidade em alturas superiores a 6 m, descumprindo assim as exigências da NBR 122171 (ABNT, 1994), no seu item 5.16 Segurança, subitem 5.16.3.

Nos reservatórios 01 e 02 não foram constatados escadas de acesso à cobertura infringindo a NBR 122171 (ABNT, 1994), no seu item 5.16 Segurança, nos subitens 5.16.6 e 5.16.6.1.

Nos reservatórios inexistem instrumentos que impeça a subida de pessoas não autorizadas, o que contradiz a NBR 122171 (ABNT, 1994), no seu item 5.16 Segurança, subitem 5.16.6.

Os aspectos positivos encontrados nos reservatórios foram à presença de escadas interna permanente nos reservatórios elevados, a instalação de pára-raios e luz de sinalização de obstáculo e a proteção contra entrada de pessoas não autorizadas no local das canalizações de entrada e saída e da estrutura de controle, portanto obedecendo aos procedimentos da NBR 122171 (ABNT, 1994), no seu item 5.16 Segurança.

Figura 13 – Vistas do sistema de reservação atual do município de Angicos



Fonte: Autoria Própria (2011)

4.4.6 Rede de Distribuição

Como foi dito anteriormente, a reservação deve manter pressão mínima ou constante na rede. Contudo, de acordo com a pesquisa realizada, a maioria dos entrevistados tem um ciclo de recebimento de água semanal (18 entrevistados, que representam 45% do total) demonstrando a necessidade na melhoria do sistema para um abastecimento diário, em

seguida é demonstrado que parte da população (15 entrevistados, que representam 37,50% do total) tem em suas residências o recebimento diário de água e com outros (7 entrevistados, que representam 17,50% do total) relataram que o recebimento de água em suas residências é de forma intermitente.

Não existem dados disponíveis para consulta. Contudo, segundo informações obtidas pelos funcionários da CAERN, as expansões são feitas através de ramais, derivados da rede atual, sem nenhum projeto ou planejamento. Logo, são necessárias manobras constantes de rede para atender toda a população da cidade, em diferentes horários e dias.

Os novos ramais são geralmente nos diâmetros de 25mm ou 32mm e atendem as áreas de expansão imobiliária da cidade. Vale salientar que a cidade de Angicos passa por um momento de crescimento imobiliário, motivado pela implantação da UFERSA, que trouxe para a cidade uma população adicional de aproximadamente 10% da população atual.

4.4.7 Ligações Domiciliares

Os dados obtidos na pesquisa realizada ressaltam que a faixa dominante de respostas foi a existência de hidrômetro nas residências, que obteve a maioria das respostas (33 moradores, que representam 82,5% do total), afirmando um controle real do recebimento de água na residência. Entre os que assinalaram a opção que não possui hidrômetro (7 moradores equivalente a 17,5% do total). Contudo, observou-se *in loco* que boa parte dos hidrômetros não funciona adequadamente e já está com sua vida útil comprometida, o que não garante uma funcionalidade eficiente dos mesmos.

Um fato que merece destaque é que, apesar de ser cobrado o valor do hidrômetro nas novas habitações, os mesmos não estão sendo instalados. Dessa forma, não há uma maneira de controlar e cobrar adequadamente pelo consumo real de água dessas residências, o que pode gerar uma perda de arrecadação para a CAERN.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O funcionamento adequado do sistema de abastecimento de água promove uma melhoria na qualidade de vida do município, e facilita o desenvolvimento sustentável de uma localidade. A cidade de Angicos possui um sistema público de abastecimento de água que não funciona de forma ininterrupta a sua população, onde 45% dos entrevistados afirmaram receber água de forma semanal.

Neste estudo analisamos quantitativamente e qualitativamente alguns dos parâmetros referentes ao sistema de abastecimento de água potável da cidade de Angicos, situada no semiárido potiguar, levando em consideração todos os fatores locais que influenciam no sistema, principalmente o clima quente da região e a escassez de água nas proximidades. A quantificação permite verificar dados sempre crescentes da evolução populacional e consequente aumento da demanda por água.

A partir desses dados, analisamos todas as unidades constituintes do sistema de abastecimento de água, desde a sua disponibilização *in natura* na barragem Armando Ribeiro, passando pelas unidades de adução de água bruta, tratamento, reservação e distribuição. Constatamos que as unidades do sistema produtor possui capacidade para atender a demanda atual e futura, bem como existe um superávit na reservação. As expansões no sistema de distribuição de água são realizadas sem controle e sem um dimensionamento prévio, contribuindo para o desequilíbrio da rede e ocasionando uma desigualdade no recebimento de água em algumas zonas da cidade, pois a pressão na rede é insuficiente.

Um fator que merece destaque é que apesar do sistema funcionar através de manobras na rede e com abastecimento irregular, 57,5% dos entrevistados estão satisfeitos com a prestação do serviço por parte CAERN. Este fato pode ser motivado pelo grande número de residências que possuem alguma forma adicional de reservação de água, onde 95% das residências possuem caixa d'água e 5% armazenam em cisternas, perfazendo um total de 100% dos habitantes. Vale salientar que os moradores de baixa renda são os que mais sofrem com a instabilidade no abastecimento, pois nem sempre podem arcar com os custos referentes ao armazenamento de água necessário para o novo ciclo do recebimento. Também são os que possuem residências nas periferias da cidade que são os mais afetados pela expansão não planejada da rede de distribuição, devido à carência de pressão para levar água até esta localização.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração é que apesar de 77,5% dos entrevistados acharem a qualidade da água fornecida pela CAERN boa ou ótima, 67,5% acham que as tarifas cobradas são elevadas e não condizem com o serviço prestado.

Neste contexto, concluimos com a ideia de que a água é um recurso escasso no semiárido potiguar e que os custos de operação e manutenção do sistema são elevados, principalmente se considerarmos a extensão da adutora (aproximadamente 31 km) até a entrada da cidade de Angicos (EEAT2). Apesar da carência de água e os custos elevados do sistema, ainda temos na cidade de Angicos vários problemas relacionados à regularidade no fornecimento de água, apesar de todas as unidades desde a produção até a reservação terem capacidade de suprir a demanda da cidade, ficando uma dúvida sobre a qualidade e dimensionamento adequados da rede de distribuição. A água, recurso tão precioso e caro em nossa região não pode continuar sendo desperdiçada ou manuseada de forma incorreta.

REFERÊNCIAS

ARENALES, Selma; DAREZZSO, Arthur . **Cálculo Numérico**. São Paulo: Thompson, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **NBR 122171 - projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BARROS, Raphael T. de V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios.

BASTOS, Cristiane Rodrigues. **Sistemas de abastecimento urbano de água**: estudo do sistema de abastecimento de água no município de Senador Sá-CE. 2011. 63 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) - Departamento de Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, CE, 2011.

BURDEN, Richard L.; FAIRES, Douglas. **Análise numérica**. São Paulo: CENGAGE, 2008.

CAERN. **Tabela tarifária 2011**. Disponível em: <www.caern.rn.gov.br>. Acesso em: 15 nov. 2011.

DNOCS. **Açude Açú**. Disponível em: <<http://www.dnocs.gov.br/barragens/acu/acu.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2011.

FELIPA, José Lacerda Alves; CARVALHO, Edilson Alves de. **Atlas escolar Rio Grande do Norte**. João Pessoa: Grafset, 2001.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

GOMES, Héber Pimental. **Sistemas de abastecimento de água**: dimensionamento econômico: João Pessoa: EDUFPB, 2002.

HELLER, Léo.; PAULA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

IBGE. **Censos demográficos e contagens populacionais**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. 10 nov. 2011.

IDEMA. **Perfil do seu município 2008**. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/perfil_a.asp#angicos>. Acesso em: 13 ago. 2011.

MENESES, Ronaldo Amâncio. **Diagnóstico operacional de sistemas de abastecimento de água: o caso de Campina Grande**. 2011. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Departamento de Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

PERFIL do Município de Angicos. Natal: IDEMA, 2006. Disponível em <<http://www.idema.rn.gov.br>>. Acesso em: 10 ago. 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ANGICOS. **Histórico**. Disponível em: <<http://www.angicos.rn.gov.br>>. Acesso em: 23 ago. 2011.

RUGGIERO, Márcia A. Gomes; LOPES, Vera Lúcia da Rocha . **Cálculo numérico: Aspectos teóricos e computacionais**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

SEMARH. **Sistema adutor sertão central cabugi**. Disponível em: <<http://www.semarh.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/semarh/INFRAESTRUTURA/gerados/adutorasertaocentralcabugi.asp>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

SEVERINO, Antonio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

SOUZA FILHO, Hudson Hernane. **Uma análise econômica dos resíduos sólidos em angicos/RN**. 2008. 52 f. Monografia (Graduação em Economia) – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, 2008.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE COLETA DE DADOS



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS ANGICOS

Pesquisa realizada na Cidade de Angicos/RN, com objetivo de coletar dados para a Monografia do aluno Amisterdam Alan Bertoldo de Moraes que tem como Tema “Análise da relação oferta/demanda de água potável na cidade de Angicos/RN” e Orientador Professor Msc. Matheus da Silva Menezes.

A pesquisa será realizada de forma objetiva, com perguntas e respostas já definidas (diretas), dessa forma, segue as mesmas:

1 – Quantas pessoas moram na sua casa incluindo você?

Duas ☐ Três ☐ Quatro ☐ Cinco ☐ Seis ☐ Mais de Seis ☐

2 – Água Corrente nas torneiras?

Sim ☐ Não ☐

2.1 – Ciclo de recebimento de Água?

Diário ☐ Semanal ☐ Quinzenal ☐ Outro ☐ _____

3 – Modo de Armazenamento da Água?

Caixa d’água ☐ Cisterna ☐ Tambor ☐ Outros ☐ _____

4 – Qualidade da Água?

Péssima ☐ Ruim ☐ Boa ☐ Ótima ☐

5 – Possui Hidrômetro?

Sim ☐ Não ☐

6 – Satisfeito (a) com os serviços prestados pela fornecedora de Água CAERN?

Sim ☐ Não ☐

7 – Satisfeito (a) com os valores cobrados pela fornecedora de Água CAERN?

Sim ☐ Não ☐

8 – Aonde é o destino final da água utilizada em (lavagem de louças, lavagem de roupa e máquinas de lavar roupas)?

Reuso para regar plantas Jardim/Quintal ☐ Direto para Fossa Séptica ☐

Despejado a Céu Aberto na Rua ☐ Zona de Tratamento de Esgoto ☐

Outros ☐

Bairro: _____

Angicos/RN, ____ de _____ de 2011

**ANEXO A – RELATÓRIO ANUAL 2011 – QUALIDADE DE ÁGUA DE ANGICOS
/RN**



RELATÓRIO ANUAL 2011 – QUALIDADE DA ÁGUA ANGICOS / RN

Decreto Nº 5440/2005

Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano.

Por meio deste relatório, garantimos ao consumidor o direito à informação sobre a qualidade da água distribuída, atendendo aos requisitos do Decreto Nº 5.440, de 4 de maio de 2005, e do artigo 9º da Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde.

Lei nº 8078, de 11 de setembro de 1990

CAPÍTULO III

Dos Direitos Básicos do Consumidor

Art. 6º São Direitos Básicos do Consumidor:

(...)

Portaria Nº 518/2004 MS

Em cumprimento a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde a qualidade da água fornecida é monitorada diariamente desde as unidades de tratamento até a entrada na residência do cliente obedecendo a um plano estabelecido pela Portaria.

Sempre que as amostras coletadas apresentarem resultados fora dos limites estabelecidos pela Portaria 518/2004 do MS ações corretivas são providenciadas e novas amostras são coletadas e analisadas até que a qualidade da água seja restabelecida.

No Estado do Rio Grande do Norte, os órgãos responsáveis pela fiscalização dos usos e gestão dos recursos hídricos são a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH (www.m.gov.br/secretarias/semh/) e o Instituto de Gestão das Águas - IGARN (www.rn.gov.br/secretarias/igarn/).

O Sistema de Abastecimento

Um sistema de abastecimento de água é composto pelas seguintes etapas:

Captação – pode ser superficial (rio, riacho, lagoa, barragem ou açude) ou subterrânea (poços rasos ou profundos);

Adução – consiste no transporte da água através de tubos ou canais;

Tratamento – objetiva remover, eliminar ou diminuir impurezas de natureza física, química ou biológica;

Reservação – é o armazenamento da água para garantir fornecimento contínuo;

Distribuição – encaminhamento da água tratada até os imóveis, através de tubulações.

Processo de Tratamento

Para garantir a sua qualidade, a água passa por um processo de tratamento que se realiza nas chamadas Estações de Tratamento (ETA) que de acordo com a qualidade da água bruta poderá ser completa ou simplificada.

Fases de uma Estação de Tratamento de Água:

Coagulação / Floculação – um produto químico coagulante é adicionado para juntar as partículas suspensas presentes na água bruta;

Decantação – processo onde as partículas em suspensão se precipitam para o fundo do tanque;

Filtração – retenção das partículas menores, não removidas nos processos anteriores, através da passagem da água por filtros geralmente contendo camadas de areia e carvão;

Desinfecção – a água, nesta etapa, recebe uma dosagem de cloro que elimina os germes nocivos à saúde, garantindo também a qualidade durante o armazenamento nos reservatórios e seu transporte na rede de distribuição.

Parâmetros Monitorados

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;

Coliformes totais – indica a contaminação por bactérias provenientes da natureza;

Escherichia coli / Coliforme termotolerante – indica a contaminação por material fecal;

Cloro – produto químico utilizado para eliminar bactérias;

Nitrato – sal proveniente da nitrificação do Nitrogênio-amoniaco resultante da decomposição de resíduos orgânicos, ou de adubações nitró-amoniacas.

Observações

» Para os parâmetros 'Coliformes totais' e 'Escherichia coli' os valores médios não se aplicam. Referem-se ao percentual de amostras que atendem aos padrões no período;

» Coliforme Total – sistemas que realizam mais de 40 análises por mês, devem apresentar ausência de contaminação em 95% das amostras;

» Sistemas que realizam menos de 40 análises por mês, apenas uma amostra, poderá apresentar resultado positivo.

O abastecimento de água à população de Angicos/RN é realizado através da exploração do manancial Barragem Armando Ribeiro Gonçalves – Adutora Sertão Central/Cabugi, pertencente à Bacia Hidrográfica Piranhas/Assú. A unidade da empresa responsável pela produção e distribuição de água para consumo humano nesta cidade é a Regional Assú, situada à Av. Senador João Câmara, 1717, Bairro: Dom Eliseu - Assú/RN, CEP: 59.650-000, tel.: (84) 3331-6592. O órgão responsável pela Vigilância da Qualidade da Água neste município é a Secretaria Municipal de Saúde, localizada à Rua Vereador José Alves, 47, Bairro: Alto da Esperança – Angicos/RN, CEP: 59.515-000, tel.: (84) 3531-3954.

Parâmetro	Cloro Residual (mg/L)			Turbidez (uT)			Cor Aparente (uH)			Coliformes Totais		
	Minimas Obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Minimas Obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Minimas Obrigatórias	Analisadas	Em conformidade	Minimas Obrigatórias	Analisadas	Em conformidade
Jan	15	0	0	3	0	0	3	0	0	15	0	0
Fev	15	5	5	3	5	5	3	5	5	15	5	5
Mar	15	4	4	3	4	4	3	4	4	15	4	4
Abr	15	6	6	3	6	6	3	6	6	15	6	6
Mai	15	6	6	3	6	6	3	6	6	15	6	6
Jun	15	7	7	3	7	7	3	7	7	15	7	7
Jul	15	7	7	3	7	7	3	7	3	15	7	7
Ago	15	4	4	3	4	4	3	4	4	15	4	4
Set	15	10	10	3	10	10	3	10	9	15	10	10
Out	15	5	5	3	5	5	3	5	5	15	5	5
Nov	15	6	6	3	6	6	3	6	6	15	6	6
Dez	15	1	1	3	1	1	3	1	1	15	1	1
Total 2010	180	61	61	36	61	61	36	61	56	180	61	61
PADRAO	0,2 a 2,0			< 5,0			< 15			Ausência em 95% das amostras		

Walter Gasl Diretor Presidente	Ricardo da Fonseca Varela Filho Diretor Técnico da CAERN	José Afonso Holanda de Araújo Gerente da Qualidade do Produto e Meio Ambiente
-----------------------------------	---	--

ANEXO B – ESTRUTURA TARIFÁRIA DA CAERN



TABELA TARIFÁRIA - 2011

PARTE INTEGRANTE DA RESOLUÇÃO Nº 09/2011-CA, DO CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Reajuste linear de 5,7% (cinco vírgula sete por cento) linear, na Tarifa Mínima e nos Consumos Excedentes, com vigência nas contas com vencimento a partir do mês de julho de 2011

VALORES EM R\$

CLASSE DE CONSUMO (SUB-CATEGORIA)	COTA BÁSICA (m³)	TARIFA MÍNIMA	CONSUMOS EXCEDENTES (m³)				
			11-15m³	16-20m³	21-30m³	31-50m³	51-100m³
RESIDENCIAL SOCIAL	10,00	4,84	2,67	3,17	3,57	4,11	5,31
RESIDENCIAL POPULAR	10,00	15,26	2,67	3,17	3,57	4,11	5,31
RESIDENCIAL	10,00	24,02	2,67	3,17	3,57	4,11	5,31
COMERCIAL	10,00	36,95	4,66	5,01	6,04	6,04	6,04
INDUSTRIAL	20,00	80,58	-	-	6,64	6,64	6,64
PÚBLICA	20,00	77,22	-	-	6,64	6,64	6,64

NOTAS COMPLEMENTARES:

- 1 - Para o Serviço de Coleta de Esgoto Convencional será cobrado o percentual correspondente a 70% (setenta por cento) do volume de água fornecido (cota básica mais consumo excedente), para todas as Categorias de Consumidores, exceto nos Contratos Especiais, previstos na Lei Federal 11.445 e no Artigo 80 do RGS.
- 2 - O Serviço de Coleta de Esgoto Condominial será tarifado no percentual de 35% (trinta e cinco por cento) da tarifa de água (cota básica mais consumo excedente), para todas as categorias de consumo, exceto nos Contratos Especiais previstos na Lei Federal 11.445 e no Artigo 80 do RGS.
- 3 - Para os consumidores com poço tubular, a tarifa de esgoto será cobrada no percentual de 100% (cem por cento) do volume de água medido ou estimado do poço (cota básica mais consumo excedente), para todas as Categorias de Consumidores, exceto nos Contratos Especiais.
- 4 - O preço de venda de água nas captações será de R\$6,04/m³ (seis reais e quatro centavos por metro cúbico) e para as Associações de Chafarizeiros será de R\$4,84/usuário/mês (quatro reais e oitenta e quatro centavos por usuário por mês), desde que os associados estejam enquadrados nos critérios de uma das tarifas da Classe Social, estabelecidos pela Resolução nº 08/2010-CA.
- 5 - O preço de venda de água nas captações e adutoras e aos órgãos dos governos federal, estadual e municipal, destinada exclusivamente às populações de baixa renda, não abastecidas por rede pública, será de R\$ 2,67/m³ (dois reais e sessenta e sete centavos por metro cúbico), salvo nos casos previstos em Resolução ou Norma Interna da Empresa.
- 6 - Esta Tabela foi aprovada em reunião do Conselho de Administração da CAERN, que fixou o reajuste tarifário em 5,7%, aplicado de forma linear, nas contas com vencimento a partir do mês de julho de 2011, sendo parte integrante da Resolução nº 09/2011-CA, com base em aprovação da Agência Reguladoras de Saneamento Básico de Natal - ARSBAN, com homologação do Conselho Municipal de Saneamento Básico de Natal - COMSAB, através da Resolução nº 001/2011, de 18/05/2011.

ANEXO C – UNIDADE ANGICOS – RESUMO DOS DADOS GERENCIAIS

ANEXO D – PLANTA DA CIDADE DE ANGICOS DIVIDIDA POR BAIRROS

