



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

LAÍSE ALVES CANDIDO

**DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E
ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE UMBUZEIRO – PB**

CAMPINA GRANDE

2011

LAÍSE ALVES CANDIDO

**DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E
ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE UMBUZEIRO – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado a Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador: Dr. Howard William Pearson

CAMPINA GRANDE

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

C217d

Cândido, Laíse Alves.

Diagnóstico das condições de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município de Umbuzeiro – PB [manuscrito] / Laíse Alves Cândido. – 2011.

58 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologias, 2011.

“Orientação: Prof. Dr. Howard William Pearson, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental”.

1. Abastecimento de água. 2. Saneamento. 3. Poluição ambiental. I. Título.

21. ed. CDD 628.1

LAÍSE ALVES CANDIDO

DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E
ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE UMBUZEIRO – PB

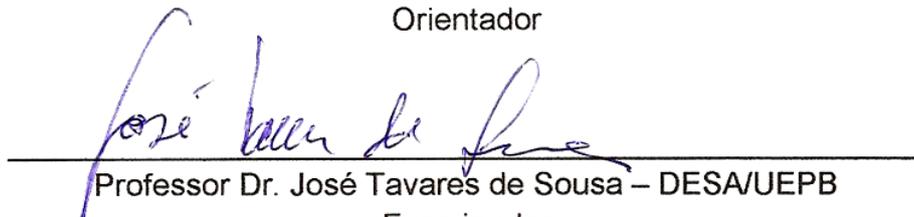
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado a Coordenação do Curso de
Engenharia Sanitária e Ambiental da
Universidade Estadual da Paraíba como
requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Sanitária e
Ambiental.

Aprovado pela Banca Examinadora em 10 de junho de 2011.

BANCA EXAMINADORA



Professor Dr. Howard William Pearson – DESA/UEPB
Orientador



Professor Dr. José Tavares de Sousa – DESA/UEPB
Examinador



Professor Dr. Rui de Oliveira – DESA/UEPB
Examinador

Dedico esse trabalho ao meu avô
Lourenço Candido da Silva (in memoriam),
por seu exemplo de força e coragem.
Suas vitórias me instigaram a merecer o
diploma pendurado na parede!

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, avós, tios e primos, pelo apoio nos momentos difíceis e constante estímulo para superar cada novo desafio. Em especial aos meus pais, que não mediram esforços para que eu chegasse a esta etapa da minha vida.

Ao meu orientador professor Howard William Pearson, pela orientação, paciência e dedicação concentradas na realização desta monografia.

Aos professores Tavares e Rui, por aceitarem o convite para participarem da comissão examinadora deste trabalho, pela atenção, sugestões e críticas propostas com o intuito de aprimorar o mesmo.

Aos meus amigos do meio acadêmico, que têm grande participação no meu processo de crescimento e aprendizagem. E aos amigos e namorado, Joselito Porto de Lucena, que me fizeram acreditar que dias melhores virão e souberam perdoar minhas ausências e falta de ânimo;

À minha tia Rosenilda, minha prima Joyce e a todas aquelas pessoas que de forma direta ou indireta deram sua contribuição para a realização deste trabalho.

"De um corpo para dois; de dois corpos para todos os belos corpos; dos belos corpos para as belas ocupações; destas aos belos conhecimentos, até que, de ciência em ciência, se eleve por fim o espírito à ciência das ciências, que nada mais é do que o conhecimento da Beleza Absoluta"

Platão

RESUMO

O Município de Umbuzeiro, localizado no semiárido Paraibano, no Nordeste do Brasil, foi escolhido como objeto de estudo deste trabalho, cujo objetivo foi fazer um diagnóstico do abastecimento de água e esgotamento sanitário do Município, fornecendo subsídios para a elaboração de propostas de ações, visando melhorias no seu saneamento ambiental. As informações utilizadas para compor o diagnóstico são relativas à população residente em domicílios particulares permanentes urbanos, e foram obtidas através da aplicação de questionários nas residências, visitas técnicas e entrevistas com os responsáveis pelos sistemas de captação e tratamento de água para abastecimento público e de esgotamento sanitário do Município. Em se tratando do abastecimento de água, os principais problemas observados foram: a existência de apenas um conjunto motor bomba na Estação de Tratamento de Água (ETA); a falta do dosador de cloro gasoso; e a ineficácia de um dos dois filtros de areia. Em virtude da constante falta de água, muitos moradores optaram pela não utilização da água da rede de abastecimento, usando água de outras fontes, em condições quase sempre inadequadas. Além do abastecimento de água, seu transporte e armazenamento também representam pontos de atenção. Avaliando-se as condições de esgotamento sanitário, descobriu-se que 63,46% da população têm seus esgotos lançados na rede pública de esgoto e dos 36,54% restantes, 68,42% possuem fossa séptica. O restante destina seus esgotos para a rua, quintal, córrego, ou fossa seca. Baseadas nos dados obtidos, as ações propostas incluem uma reforma completa da ETA municipal e a ampliação do seu reservatório de acumulação, e a instalação de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), composta por um sistema de lagoas de estabilização.

Palavras Chave: Abastecimento de Água. Esgotamento Sanitário. Semiárido.

ABSTRACT

The Municipality of Umbuzeiro, located in the semi-arid zone of Paraíba, Northeast Brazil, was selected as the object of the present study, whose goal was to make a diagnosis of the existing water supply and sanitation infrastructure in support of proposals, for improving sanitation in the city. The information used to make the diagnosis was obtained from the urban population living in permanent households, via the application of questionnaires and also technical visits and interviews with those persons responsible for the sewerage and water treatment systems of the city. Regarding water supply, the main problems observed were: the existence of only one functional pumping unit at the Water Treatment Plant (WTP), the lack of a chlorine gas dosing meter and the ineffectiveness of one of the two sand filters. In virtue of the constant lack of water, many residents opted not to use water from the public network, using instead, water from other inappropriate sources. Besides the source of water, transport and storage conditions also gave cause for concern. When assessing sanitation conditions it was found that 63.46% of the population had connections to the public sewers and of the remaining 36.54%, some 68.42% had septic tanks. The rest discharged their sewage directly to the street, backyard ditch or dry sump. Based on the data obtained, proposed actions for the improvement of water and sanitation conditions included a complete reformation of the existing WTP including expansion of its feed-reservoir and the construction of a Wastewater Treatment Plant (WWTP), comprising a system of waste stabilization ponds.

Keywords: water supply; sanitation; semi-arid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema das unidades de um Sistema Convencional de Tratamento de Água para Abastecimento.	17
Figura 2 – Processo de limpeza dos filtros: (a e b) Injeção em contracorrente de ar; (c) Início da lavagem contracorrente com água; (d e e) Impurezas sendo carreadas pela água.	18
Figura 3 – Fluxograma de uma estação convencional de tratamento de esgoto por lodo ativado.	23
Figura 4 – Foto aérea da sede do município de Umbuzeiro.	25
Figura 5 – Mapa geológico do município de Umbuzeiro.	26
Figura 6 – Localização de Umbuzeiro, sua população residente em 2000 e 2010, por situação do domicílio, com indicação da população urbana residente na sede municipal, área total e densidade demográfica.	27
Figura 7 – Distribuição da população por sexo, segundo os grupos de idade.	28
Figura 8 – Barragem de acumulação para captação de água.	32
Figura 9 – Filtros de areia (a) com leito filtrante e (b) sem leito filtrante.	33
Figura 10 – Fontes de água utilizadas como primeira opção pela população.	33
Figura 11 – Descarga de água de um caminhão pipa em um tanque de um morador da cidade.	34
Figura 12 – Frequência com que os moradores que utilizam a água da rede de abastecimento como fonte principal recebem água através dessa rede.	35
Figura 13 – Fontes de água utilizadas como segunda opção pela população.	35
Figura 14 – Volume dos reservatórios de água, somando tonéis, tambores, cisternas, tanques e caixas de águas.	36
Figura 15 – Problemas observados nas fossas sépticas das residências.	37
Figura 16 – Ligação do ramal interno com a rede coletora de esgoto.	38
Figura 17 – (a) Destino dado à água utilizada na limpeza e banho. (b) Destino dado a fezes e urina.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produto Interno Bruto do Município de Umbuzeiro.....	28
Tabela 2 – Produção Agrícola Municipal - Cereais, Leguminosas e Oleaginosas (2007).....	29
Tabela 3 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) no ano 2000. ...	29
Tabela 4 – Mapa de Pobreza e Desigualdade - Municípios Brasileiros 2003.	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1 ACESSO À ÁGUA	14
3.1.1 <i>Abastecimento de Água</i>	16
3.2 COLETA, TRANSPORTE E TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS.....	20
4 METODOLOGIA	25
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE UMBUZEIRO – PB.....	25
4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS DE CAMPO	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	32
5.2 COLETA, TRANSPORTE E TRATAMENTO DE ESGOTO	37
6 AÇÕES PROPOSTAS	40
7 CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE A - PROJETO DO SISTEMA DE LAGOAS DE ESTABILIZACAO	48
ANEXO A	53

1 INTRODUÇÃO

A tendência de crescimento da população mundial, agregada às modificações ocorridas nos padrões de vida e ao desenvolvimento de técnicas de exploração de recursos naturais, tem lançado sobre o homem a responsabilidade por alterações ambientais de proporções globais. Tais alterações são capazes de gerar impactos das mais diversas naturezas, o que ao longo dos séculos tem gerado discussões quanto à responsabilidade da humanidade sobre suas atividades e seus rejeitos.

No Brasil, muitos governantes não investem em Sistemas de Saneamento Ambiental, por considerar este tipo de obra de pequena repercussão política. A divulgação de dados relacionados à necessidade de investimentos em saneamento e planejamento ambiental para as comunidades, busca modificar esta realidade de desvalorização, majorando a importância de investimentos em saneamento ambiental. Por esta razão, foi definido que este trabalho seria realizado em uma cidade de pequeno porte e que o meio de divulgação destas informações fosse um Diagnóstico de Saneamento Ambiental Local.

O Município de Umbuzeiro foi selecionado como objeto de estudo por fazer parte do Agreste paraibano e apresentar condições comumente encontradas em cidades de pequeno porte no interior da Paraíba e outros estados. Sua população reduzida permite a realização de um diagnóstico da totalidade do município, assim como a proposição de soluções satisfatoriamente amplas.

Com a finalidade de identificar e quantificar a gravidade dos problemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário existentes, a fim de gerar propostas de ações, visando melhorias no saneamento ambiental local, levando em considerações os instrumentos legais e econômicos existentes, assim como para chamar atenção da sociedade para as condições a que são submetidos os cidadãos desse município, foi elaborado um Diagnóstico do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário Municipal, podendo justificar investimentos nesse tipo de infra-estrutura.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo elaborar um Diagnóstico do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Município de Umbuzeiro, mostrar a realidade do mesmo e fornecer subsídios para a elaboração de propostas de ações, visando melhorias no saneamento ambiental do município.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

I - Levantar dados referentes ao abastecimento de água e ao sistema de esgotamento sanitário do Município de Umbuzeiro, através da aplicação de questionários em cada uma das residências formadoras da amostra representativa do universo de estudo e realização de visitas e entrevistas técnicas;

II - Elaborar um diagnóstico das condições de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município de Umbuzeiro;

III - Apresentar alternativas para melhoria das condições de abastecimento de água e esgotamento sanitário passíveis de aplicação no município de Umbuzeiro.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ACESSO À ÁGUA

A água é considerada o elemento essencial à vida, tanto como parte integrante do habitat de uma infinidade de espécies quanto como próprio constituinte desses seres. Considerada solvente universal, a água é responsável pela diluição e transporte de nutrientes e contaminantes, contribuindo para a distribuição de compostos no solo, na atmosfera e nos próprios seres vivos.

O comportamento natural da água quanto à sua ocorrência, transformações de estado e relações com a vida humana é bem caracterizado pelo conceito de ciclo hidrológico. É o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, sofrendo mudanças de estado, transporte e armazenamento temporário.

Quando universalmente considerado, o volume de água compreendido em cada parte do ciclo hidrológico é relativamente constante; Porém, quando se considera uma área limitada, as quantidades de água variam continuamente, dentro de amplos limites. A superabundância e a escassez de chuva representam, numa determinada área, os extremos dessa variação. (GARCEZ e ALVAREZ, 2009).

De acordo com Setti (p.30, 2001), a água é um

bem precioso, de valor inestimável, que deve ser, a qualquer custo, conservado e protegido. Presta-se para múltiplos usos: geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, irrigação de culturas agrícolas, navegação, recreação, aquicultura, piscicultura, pesca e também para assimilação e afastamento de esgotos. (SETTI, 2001, p. 30).

O suprimento de água em quantidade e qualidade adequadas a uma cidade é decisivo para o controle e prevenção de doenças, para a garantia do conforto e para o desenvolvimento sócio-econômico. O crescimento da

demanda pode gerar conflitos pelos usos da água, passando a exigir gestão de bem econômico, com valores atribuídos. Conflitos desta natureza podem surgir da escassez de água ou da falta de acesso à mesma, seja devido à sua má qualidade ou à impossibilidade de exploração.

De acordo com a ONU, 1,1 bilhões de pessoas não dispõem de instalações que lhes permitam abastecer-se de água e 2,4 bilhões de pessoas não têm acesso aos sistemas de saneamento. Apesar das promessas que foram feitas no decorrer dos últimos dez anos e do fato de que o direito à água foi assimilado a nível internacional como um direito humano, um sexto da população mundial não possui acesso contínuo à água, e dois quintos da população mundial não têm acesso a equipamentos de saneamento mínimos. (ONG-NGO, 2010).

Durante este ciclo a água sofre alterações em sua qualidade devido às condições ambientais em razão das inter-relações com outros componentes do meio e/ou devido às ações antrópicas. Tais alterações podem disseminar contaminantes e patógenos, gerando impactos ambientais, econômicos e sociais.

As principais fontes de poluição dos recursos hídricos são:

- a) fontes naturais: as fontes naturais não apresentam graves alterações no meio. Entre estas fontes são exemplos a decomposição de vegetais e animais mortos e a erosão das margens de rios e lagos;
- b) esgotos domésticos: são originados predominantemente nas habitações provenientes de instalações sanitárias, lavagens de utensílios domésticos, banheiros, pias, dentre outros. As características destes efluentes variam de acordo com os hábitos da população, do tipo de sistema de esgotamento e de outras contribuições, além das domiciliares;
- c) esgotos industriais: estes efluentes são originados, principalmente, nos processos industriais e suas características são extremamente dependentes das matérias-primas e processos envolvidos;
- d) fontes agropastoris: entre estas, as de maior importância são os pesticidas, fertilizantes e excrementos de animais;
- e) águas do escoamento superficial: as águas pluviais, ao escoarem pelo solo, podem carrear materiais particulados e solúveis. As concentrações

destas impurezas vão depender de vários fatores como: usos do solo, atividades desenvolvidas, construções, desmatamentos, frequência e volume das chuvas, dentre outros;

- f) resíduos sólidos: os resíduos sólidos quando tratados de forma inadequada causam contaminações no corpo receptor, tanto em virtude do aporte dos resíduos sólidos no corpo de água, quanto pela lixiviação do chorume.

Os sistemas de saneamento que estão relacionados com o ciclo hidrológico têm por finalidade assegurar as necessidades de água em quantidade e qualidade adequadas para os diversos usos; evitem a contaminação de corpos receptores; controlem problemas de inundações, e conseqüentemente, problemas de saúde pública e ambientais.

A infraestrutura do saneamento ambiental relacionado ao ciclo hidrológico é composta por três grandes grupos de sistemas (ROCHA, 2003):

- a) captação, tratamento e distribuição de água potável;
- b) coleta e tratamento de esgotos;
- c) drenagem de água pluvial.

3.1.1 Abastecimento de Água

A Lei nº 9.433/97 define que “a água é um bem de domínio público e possui valor econômico” e que “em situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais.” (BRASIL, 1997). O objetivo do abastecimento é fornecer água em quantidade e qualidade adequadas para os usos aos quais será destinada.

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde define os padrões de potabilidade da água para consumo humano e os deveres do Ministério da Saúde, Secretarias da Saúde dos Estados, Distrito Federal e Secretarias Municipais de Saúde.

Para atingir os padrões de potabilidade, a água é submetida a uma série de processos de tratamento, dependendo de suas condições naturais. O Sistema Convencional de Tratamento de Água é um sistema composto de

coagulação e floculação, decantação, filtração e desinfecção, e é denominado convencional por ser comumente encontrado na maioria das estações de tratamento de água.

A Figura 1 apresenta as etapas do processo de tratamento convencional: coagulação e floculação, decantação, filtração, desinfecção, correção do pH e fluoretação (em alguns casos).



Figura 1 – Esquema das unidades de um Sistema Convencional de Tratamento de Água para Abastecimento.
Fonte: SAAE, 2006.

Durante a coagulação as impurezas presentes na água se agregam pela ação do coagulante (sulfato de alumínio, policloreto de alumínio (PAC), cloreto férrico, sulfato ferroso, hidróxido de cálcio e diversos polímeros), em partículas maiores (flocos) que possam ser removidas pelo processo de decantação. Podem ainda ser utilizados agentes alcalinizantes (hidróxido de cálcio, hidróxido de sódio ou carbonato de sódio), caso haja necessidade de correção de pH para uma atuação mais efetiva do coagulante. Na floculação ocorre a produção efetiva de flocos. O coagulante e o alcalinizante são adicionados à água em um ponto de elevado gradiente de velocidade, de modo a garantir uma boa distribuição destes compostos em um curto espaço de tempo. Comumente utiliza-se a Calha Parshall como medidor de vazão e estes produtos são adicionados no ressalto hidráulico seguinte a ela.

O processo de decantação é responsável pela separação das partículas sólidas da água, devido à ação da gravidade, e ocorre dentro de grandes

tanques chamados de decantadores. As partículas sedimentam-se quando sua força peso sobrepõe à força de empuxo.

As partículas cujo tamanho e densidade não são suficientes para que elas sedimentassem, deverão ficar retidas na filtração. Um filtro é constituído de um meio poroso granular de uma ou mais camadas, normalmente com cascalhos, areia, antracito e/ou carvão ativado. As Estações de Tratamento de Água (ETA) possuem filtros rápidos que funcionam por ação da gravidade e sob pressão. São lavados em contracorrente (inversão de fluxo) com uma vazão capaz de assegurar uma expansão adequada para o meio filtrante.

A Figura 2 apresenta o processo de limpeza dos filtros na ETA Botafogo (responsável pela geração de aproximadamente 17% do volume de água distribuído na Região Metropolitana do Recife) inicialmente com a injeção de ar em contra corrente, seguida da lavagem com água.

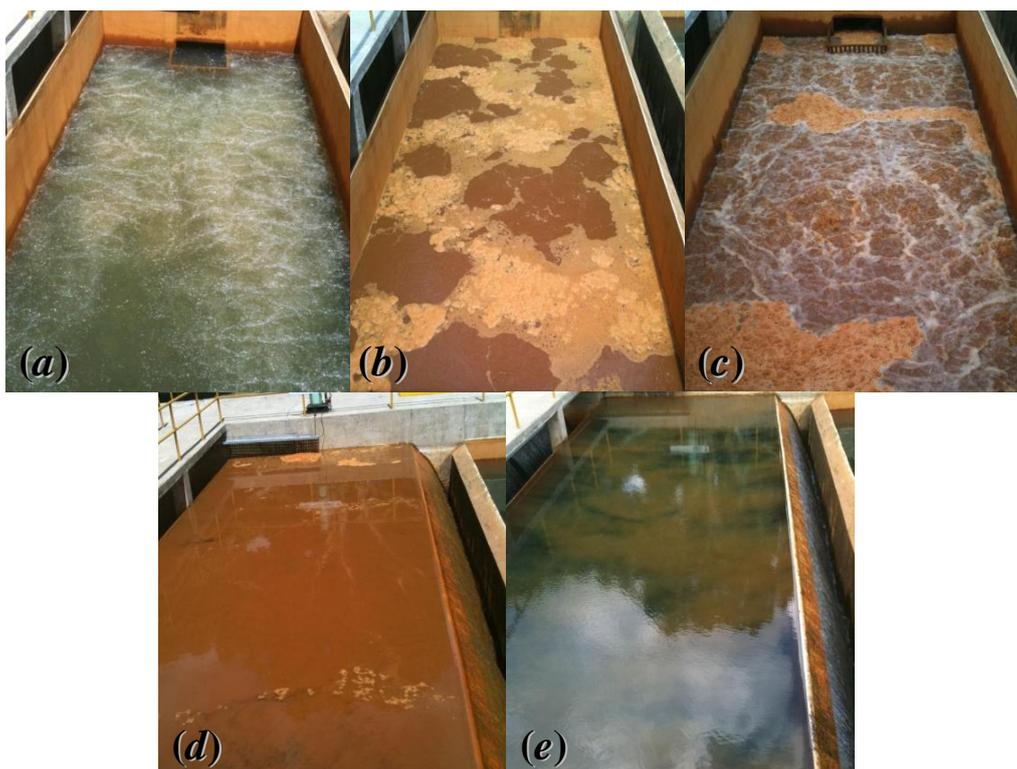


Figura 2 – Processo de limpeza dos filtros: (a e b) Injeção em contracorrente de ar; (c) Início da lavagem contracorrente com água; (d e e) Impurezas sendo carreadas pela água.

Após passar pela filtração, a água segue para o processo de desinfecção, que objetiva destruir ou inativar organismos patogênicos capazes de provocar doenças ou outros organismos indesejáveis. Para efetuar a desinfecção de águas de abastecimento, utiliza-se um agente físico ou químico

(cloro gasoso, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio). É usual a aplicação de cloro, no entanto, há a possibilidade de utilização de outros agentes desinfetantes, citados em ordem de frequência: ozônio, luz ultravioleta e íons de prata. (SAAE, 2006). Pode-se adotar também a pré-cloração, que ocorre no início do tratamento e tem por objetivo principal auxiliar a eficiência da coagulação, realizar o controle de algas e microrganismos e reduzir a produção de certos gostos e odores. Todavia, a pré-cloração pode elevar as concentrações de organoclorados no produto final, sendo esta prática ainda utilizada com cautela. A desinfecção tem sua finalização dentro do tanque de contato, que permite a homogeneização do cloro na água e o tempo mínimo de contato exigido pela Portaria N.º 518 do Ministério da Saúde (25 de março de 2004), de 30 minutos. A Portaria determina ainda, em seu artigo 13, que “após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição”.

A correção do pH é efetuada através da adição de produtos químicos para uma neutralização adequada à proteção da tubulação da rede. A acidez pode gerar corrosão de tubulações e equipamentos. No entanto, águas excessivamente alcalinas podem provocar incrustações. Para tal, pode-se utilizar hidróxido de cálcio, hidróxido de sódio ou carbonato de sódio.

A fluoretação da água de abastecimento público é efetuada através de compostos à base de flúor (fluossilicato de sódio ou ácido fluossilícico). A aplicação destes compostos na água de abastecimento público contribui para a redução da incidência de cárie dentária em até 60%, se as crianças ingerirem desde o seu nascimento, quantidades adequadas de íon fluoreto. A Portaria MS N.º 518 determina o valor máximo permitido de fluoretos na água para abastecimento em 1,5 mg/l, uma vez que o flúor em concentrações elevadas pode ocasionar a fluorose dental em crianças, e em concentrações extremas a fluorose esquelética. (KUNRATH, 2005).

As características da água bruta e os usos a que se destinam determinam as unidades utilizadas para seu tratamento, assim como os compostos químicos e suas concentrações.

3.2 COLETA, TRANSPORTE E TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS

A água é um dos recursos naturais mais utilizados pelo homem, não só para cumprir suas necessidades metabólicas, mas também para diversos outros fins. Após a utilização da água nas diversas atividades às quais foi destinada, esta sofre alterações em sua qualidade, mudando as suas condições físico-químicas e biológicas, agora sendo chamado de esgoto ou efluente líquido, com capacidade de gerar inúmeros impactos sobre o ambiente natural.

A coleta dos esgotos sanitários é também fundamental para a garantia da qualidade de vida da população, prevenindo a poluição resultante da disposição final dos esgotos sanitários coletados em corpos d'água. A utilização de água com características inapropriadas pode transmitir diversos tipos de doenças, tanto por ingestão quanto por contato, além de gerar poluição estética e efeitos adversos sobre a hidrogeologia, fauna e flora.

A Organização das Nações Unidas (ONU), em sua assembleia geral de julho de 2010, avaliou o dramático panorama mundial, no qual 2,6 bilhões de pessoas no mundo não têm acesso a serviços de coleta e tratamento de esgoto e 900 milhões de pessoas ainda vivem sem acesso a fontes confiáveis de água potável. Ainda de acordo com a ONU, em 2004, doenças relacionadas a sistemas precários de água e esgoto e a deficiências de higiene causaram a morte de mais de 1,6 milhão de pessoas em países pobres. (TRATA BRASIL, 2010).

Com relação à sua composição, o efluente doméstico é composto normalmente por 99,9% de água e 0,1% de resíduos sólidos; destes cerca de 70 % são orgânicos e 30% são minerais. Apresenta características de perenidade e variação de fluxo em função das atividades domésticas. Os efluentes industriais são originados nos diversos processos industriais, sendo seu fluxo e suas características dependentes da forma e dinâmica do processo produtivo.

A coleta e o transporte dos efluentes líquidos permitem retirá-los do ambiente próximo às fontes produtoras, reduzindo os impactos causados em tal localidade. No entanto, o lançamento destes efluentes em outros pontos

gerará outros impactos, atingindo outras espécies e atividades. Desse modo, é de essencial importância a concepção de Estações de Tratamento de Efluentes (ETE), adequadas às características do efluente a ser tratado e dos padrões de lançamento para sua disposição final.

O tratamento pode atingir diferentes níveis denominados tecnicamente de tratamento preliminar, primário, secundário ou terciário.

O tratamento preliminar envolve a remoção de sólidos grosseiros, e areia, através de gradeamento e caixas de areia. O esgoto pode ainda ser sujeito a um pré-arejamento e a uma equalização. Essa fase produz quantidade de sólidos que devem ser dispostos adequadamente, as formas de tratamento desse lodo variam de maneira bastante ampla.

O tratamento primário objetiva a remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis, materiais flutuantes (óleos e graxas) e parte da matéria orgânica em suspensão, sendo realizado através de sedimentação, flotação, sistemas anaeróbios (lagoa anaeróbia, tanque séptico, tanque Imhoff, reator anaeróbio de fluxo ascendente, digestão de lodo e secagem de lodo). Tais processos podem ser ajudados pela adição de agentes químicos, que através de uma coagulação/floculação, possibilitam a obtenção de flocos de matéria poluente de maiores dimensões e assim mais facilmente decantáveis. Após o tratamento primário, a matéria poluente que permanece na água é de reduzidas dimensões, normalmente constituída por colóides, não sendo por isso passível de ser removida por processos exclusivamente físico-químicos.

O tratamento secundário, por sua vez, destina-se a degradação biológica de compostos carbonáceos, através de decomposição de carboidratos, óleos e graxas e proteínas a compostos mais simples, tais como: CO_2 , H_2O , NH_3 , CH_4 , H_2S , etc., dependendo do tipo de processo predominante. O tratamento secundário é comumente realizado através de digestão aeróbia ou anaeróbia, ocorrendo em filtros biológicos, lodos ativados e lagoas de estabilização facultativas.

O tratamento anaeróbio é um sistema ecologicamente equilibrado, no qual cada microrganismo tem sua função específica, pois apresenta um elevado grau de especialização metabólica, a capacidade degradativa é diferenciada, dependendo das interações entre as espécies bacterianas. (VAZOLLER, 2004). De uma forma simplificada, o processo anaeróbio ocorre

em quatro etapas. Na primeira etapa, a matéria orgânica complexa é transformada em compostos mais simples como ácidos graxos, aminoácidos e açúcares, pela ação dos microrganismos hidrolíticos. Na segunda etapa, as bactérias acidogênicas transformam os ácidos e açúcares em compostos mais simples como ácidos graxos de cadeia curta, ácido acético, H_2 e CO_2 . Na terceira etapa, estes produtos são transformados, principalmente, em ácido acético, H_2 e CO_2 , pela ação das bactérias acetogênicas. Por fim, os microrganismos metanogênicos transformam esses substratos em CH_4 e CO_2 . A matéria orgânica presente nos efluentes é transformada em aproximadamente 78% de biogás, uma mistura de CH_4 e CO_2 , 20% de material orgânico que continua em dissolução, e entre 1 a 2 % de novos microrganismos (ARRIETA E CANTERA, 1999).

Na degradação aeróbica, o oxigênio atua como “receptor” de elétrons e os contaminantes são utilizados pelas bactérias como fontes de carbono, necessárias para manter suas funções metabólicas, incluindo o crescimento e a reprodução. Quando o oxigênio é totalmente consumido, os microrganismos buscam receptores naturais de elétrons disponíveis, com ordem de preferência definida: nitrato, manganês, ferro, sulfato e, por fim, dióxido de carbono, sendo este último convertido em ácidos orgânicos para gerar o metano (FURTADO, 2011). Como se baseia no anabolismo, o processo de digestão aeróbia gera um grande montante de lodo, formado por biomassa.

A pequena formação de biomassa do processo anaeróbio em relação ao aeróbio é uma das grandes vantagens ao uso das bactérias que proliferam em ambiente anaeróbio pelo tratamento de efluentes, pois o custo e a dificuldade para tratamento, transporte e disposição final do lodo biológico tornam-se bastante reduzidos.

O tratamento terciário é a etapa mais avançada do sistema, com a finalidade de remover organismos patogênicos e nutrientes (principalmente fósforo). Para tal, utilizam-se filtração, adsorção por carvão e membranas filtrantes.

As formas de tratamento dos esgotos são, principalmente, dependentes das características físicoquímicas, biológicas e da vazão referente ao mesmo. A Figura 3 apresenta o fluxograma de uma estação convencional de tratamento de esgoto.

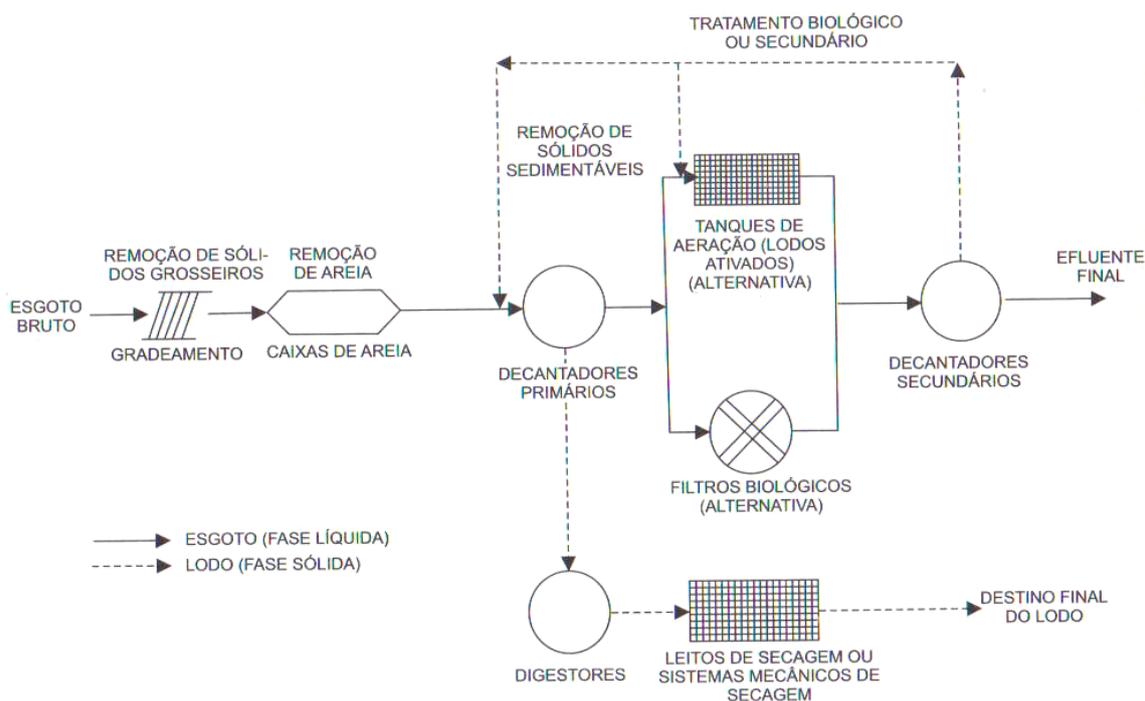


Figura 3 – Fluxograma de uma estação convencional de tratamento de esgoto por lodo ativado.
 Fonte: Jordão, 2009.

As fossas sépticas são unidades de tratamento primário de esgoto doméstico nas quais são feitas a separação e a transformação físico-química da matéria sólida contida no esgoto. É uma maneira simples e barata de disposição dos esgotos indicada, sobretudo, para a zona rural ou residências isoladas. O seu uso é essencial para a melhoria das condições de higiene das populações rurais e de localidades não servidas por redes de coleta pública de esgotos. Todavia, o tratamento não é completo como numa Estação de Tratamento de Esgotos.

O emprego de tanques sépticos para destino dos esgotos sanitários é limitado a despejos de um ou mais prédios, de forma que, como forma de facilitar a manutenção e/ou operação, o volume útil máximo admissível para um tanque séptico seja de 75.000 litros (CPRH, 2004).

Devem ser encaminhados aos tanques sépticos todos os despejos domésticos oriundos de cozinhas, lavanderias domiciliares, chuveiros, lavatórios, bacias sanitárias, bidês, banheiras, mictórios e ralos de pisos de compartimentos internos. É vedado o encaminhamento de águas pluviais, bem como de despejos capazes de causar interferência negativa em qualquer fase do processo de tratamento ou a elevação excessiva da vazão do esgoto

afluente, tais como os provenientes de piscinas e de lavagem de reservatórios de água. No caso de despejos provenientes de hospitais, clínicas, laboratórios de análises clínicas, postos de saúde e demais estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, deverá ser feita a sua desinfecção, conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005, complementada e alterada pela Resolução CONAMA 430/2011.

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE UMBUZEIRO – PB

O município de Umbuzeiro (coordenadas geográficas 07° 41' 45" S 35° 39' 50" O) foi fundado em 1890 e está localizado a 109 km de João Pessoa, situado no Agreste Paraibano (Figura 4). Encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Médio Paraíba. Seus principais tributários são o Rio Paraíba e os riachos Sipaúba, da Balança, Alecrim, Grotão, Quixaba, da Conquista e Sanharém. Todos os cursos d' água no município têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico. (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2005).



Figura 4 – Foto aérea da sede do município de Umbuzeiro.
Fonte: <<http://umbuzeiro9.blogspot.com/>>

O relevo é bastante movimentado, moderadamente dissecado, apresentando altitudes entre 300 e 700 metros, com solos pobres e rasos, salvo nas áreas de fundo de vales estreitos e profundos. A Figura 5 apresenta o mapa geológico do município, suas unidades litoestratigráficas, informações geológicas e cartográficas.

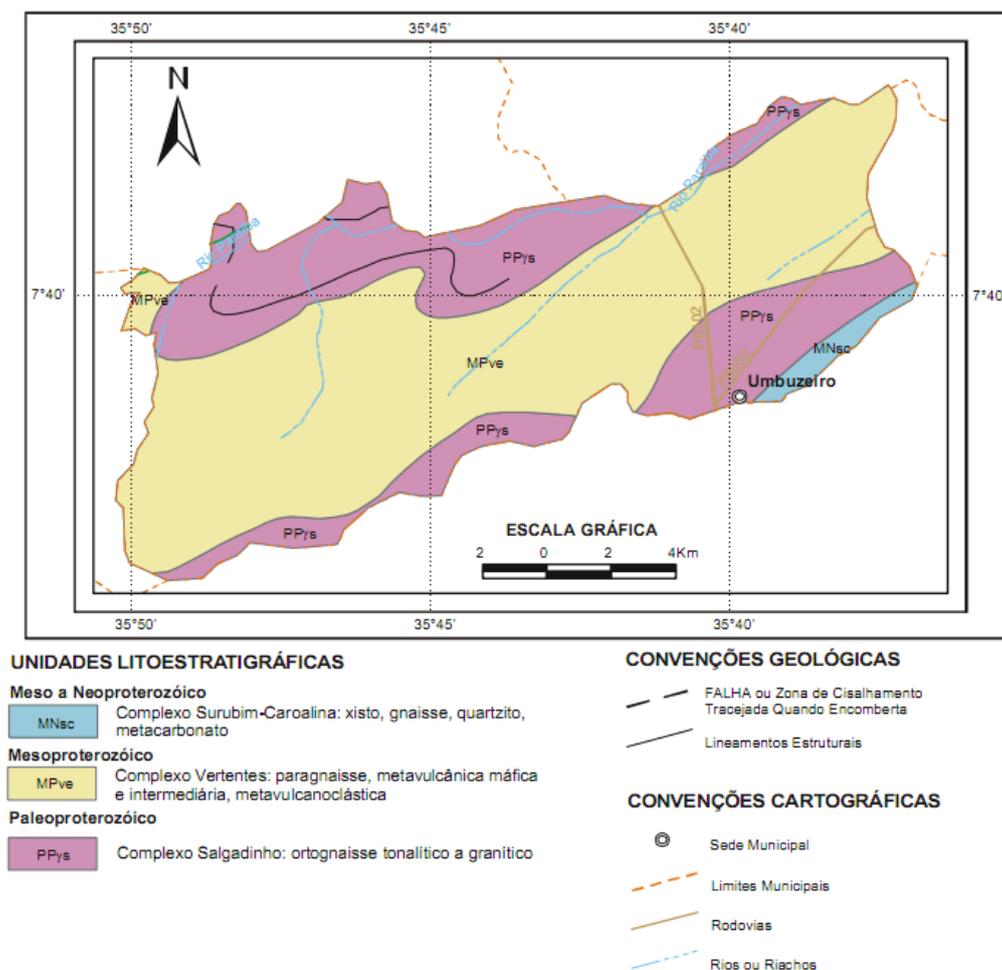


Figura 5 – Mapa geológico do município de Umbuzeiro.
Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2005.

O município está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro, definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2005. Esta delimitação tem como critérios o índice pluviométrico (precipitação de chuvas média entre 300 mm e 800 mm), o índice de aridez e o risco de seca.

Para a nova delimitação do semiárido brasileiro, o Grupo de Trabalho Interministerial para delimitação do semiárido nordestino e do Polígono das Secas do Ministério da Integração Nacional (GTI) tomou por base três critérios técnicos:

- precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros;
- índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e
- risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

Longos períodos secos e chuvas ocasionais concentradas em poucos meses do ano. A precipitação pluviométrica é em média cerca de 750 mm/ano, de forma bastante irregular no espaço e no tempo. As altas temperaturas (média de 26° C) com pequena variação interanual exercem forte efeito sobre a evapotranspiração que, por sua vez, determinam o déficit hídrico como o maior entrave à ocupação do semiárido e ressaltam a importância da irrigação na fixação do homem nas áreas rurais da Região Nordeste em condições sustentáveis.

De acordo com o CENSO 2010, o município ocupa uma Área de 181,3 km², com densidade populacional 51,28 hab./km², sendo sua população total igual a 9.298 habitantes. A população urbana é de 3.986 habitantes, vivendo 3.598 na sede municipal, enquanto a população rural é composta por 5.312 habitantes, conforme resumo apresentado na Figura 6.

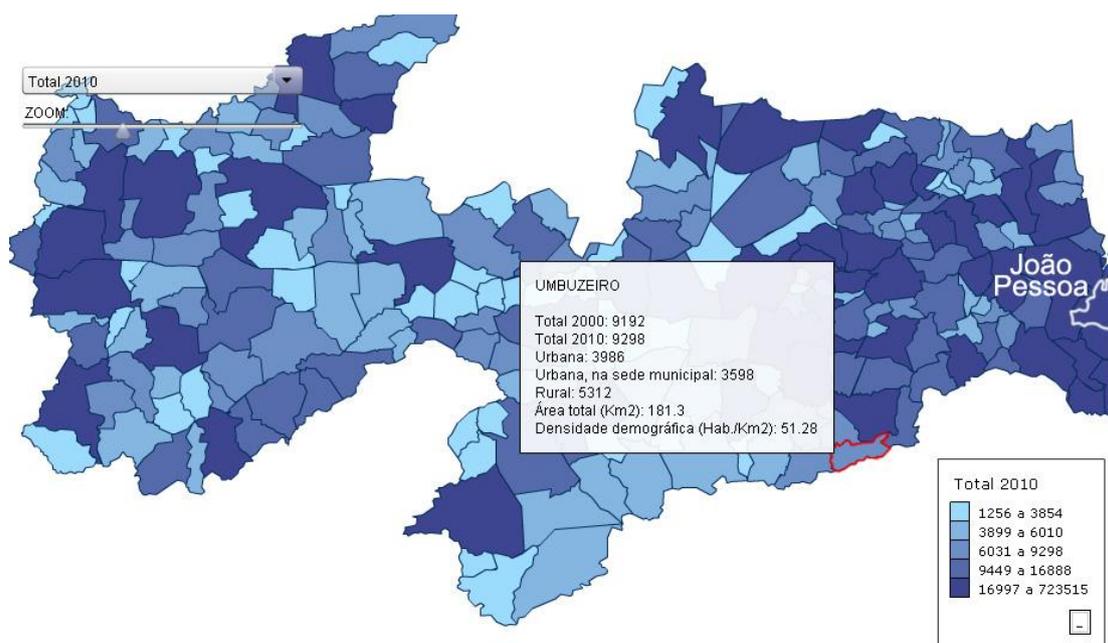


Figura 6 – Localização de Umbuzeiro, sua população residente em 2000 e 2010, por situação do domicílio, com indicação da população urbana residente na sede municipal, área total e densidade demográfica.

Fonte: Adaptado de CENSO 2010.

A Figura 7 apresenta a distribuição da população por sexo, segundo os grupos de idade, também conhecida como pirâmide etária, utilizadas como um complemento aos estudos de qualidade de vida, uma vez que é possível visualizar a média do tempo de vida, a taxa de mortalidade e a regularidade, ou não, da população ao longo do tempo.

**Distribuição da população por sexo, segundo os grupos de idade
Umbuzeiro (PB)**

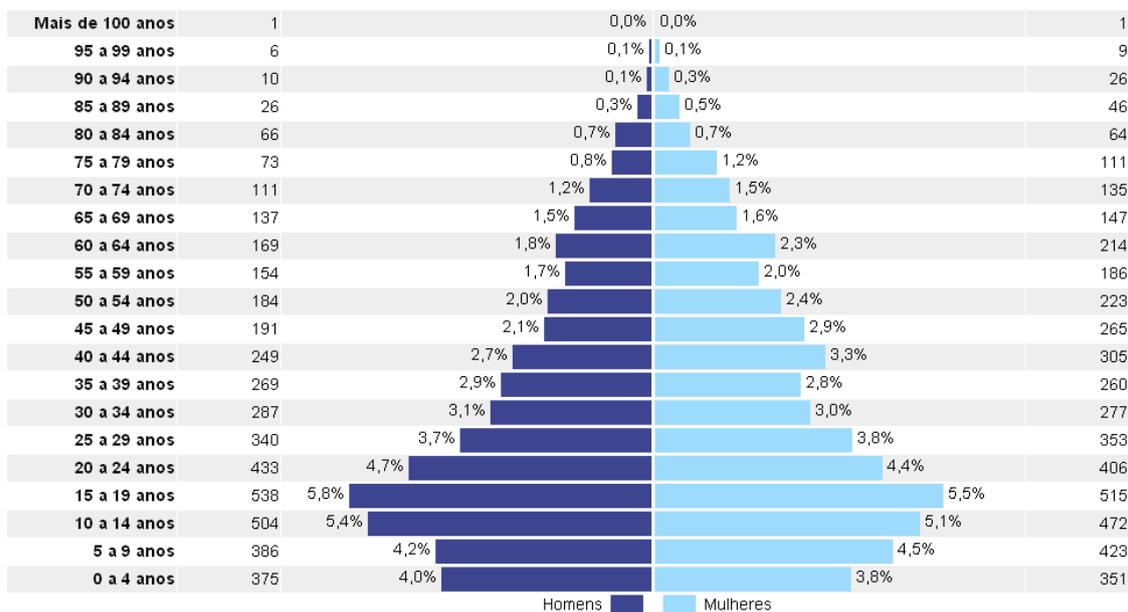


Figura 7 – Distribuição da população por sexo, segundo os grupos de idade.
Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

O Produto Interno Bruto de 2008 do Município de Umbuzeiro é de 46.440 mil reais, gerado por contribuições da agricultura, indústria, serviços e impostos, conforme dados do IBGE apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Produto Interno Bruto do Município de Umbuzeiro.

Valor adicionado bruto da agropecuária a preços correntes	R\$ 9.568,00
Valor adicionado bruto da indústria a preços correntes	R\$ 5.985,00
Valor adicionado bruto dos serviços a preços correntes	R\$ 29.137,00
Impostos sobre produtos líquidos de subsídios a preços correntes	R\$ 1.750,00
PIB a preços correntes	R\$ 46.440,00
PIB per capita a preços correntes	R\$ 3.887,86

Fonte: IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA.

Na agricultura, figuram a produção de algodão herbáceo, feijão, mamona e milho, tendo destaque as produções de feijão e milho, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Produção Agrícola Municipal - Cereais, Leguminosas e Oleaginosas (2007).

Cultura	Algodão herbáceo (em caroço)	Feijão (em grão)	Mamona (baga)	Milho (em grão)
Quantidade produzida	3 t	144 t	2 t	100 t
Valor da produção	R\$ 2.000	R\$ 158.000	R\$ 2.000	R\$ 40.000
Área plantada	4 ha	405 ha	2 ha	250 ha
Área colhida	4 ha	405 ha	2 ha	250 ha
Rendimento médio da produção	750 kg/ha	355 kg/ha	1.000 kg/ha	400 kg/ha

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de Umbuzeiro, gerado a partir de dados de expectativa de vida ao nascer, educação e PIB per capita, é de 0,540 (PNUD, 2000), similar ao de países como Vanuatu e Cambodja. A Tabela 3 apresenta os indicadores utilizados na confecção do IDH e seus respectivos valores para o município, que está bem abaixo da média, quando comparado ao IDH nacional, de 0,757, e ao da Paraíba, de 0,661, do mesmo período.

Tabela 3 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) no ano 2000.

Esperança de vida ao nascer	Taxa de alfabetização de adultos	Taxa bruta de frequência escolar	Renda per capita	Índice de esperança de vida (IDHM-L)
56,522	0,522	0,765	73,593	0,525
Índice de educação (IDHM-E)	Índice de PIB (IDHM-R)	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH-M)	Ranking por UF	Ranking Nacional
0,603	0,490	0,540	206	5377

Fonte: ONU, 2000.

A Tabela 4 mostra os dados referentes à incidência de pobreza. Na América Latina, a abordagem que tem embasado quase todas as linhas de pobreza calculadas nos últimos anos tem sido a de necessidades calóricas

mínimas ou necessidades calóricas insatisfeitas. (SOARES, 2008). A incidência da Pobreza Subjetiva utiliza a avaliação de cada um sobre qual deveria ser a linha da pobreza. O Índice de Gini mede o grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita. Seu valor varia de 0, quando não há desigualdade (a renda de todos os indivíduos tem o mesmo valor), a 1, quando a desigualdade é máxima (apenas um indivíduo detém toda a renda da sociedade e a renda de todos os outros indivíduos é nula).

Tabela 4 – Mapa de Incidência de Pobreza e Desigualdade de Umbuzeiro (2003).

Incidência de Pobreza	52,77 %
Limite inferior da Incidência de Pobreza	43,99 %
Limite superior da Incidência de Pobreza	61,54%
Incidência da Pobreza Subjetiva	62,63 %
Limite inferior da Incidência da Pobreza Subjetiva	55,85 %
Limite superior da Incidência da Pobreza Subjetiva	69,41 %
Índice de Gini	0,39
Limite inferior do Índice de Gini	0,36
Limite superior do Índice de Gini	0,43

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000 e Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002/2003.

4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS DE CAMPO

As informações utilizadas para compor o diagnóstico da situação dos sistemas de abastecimento de água e esgotos sanitários no município de Umbuzeiro - PB são relativas à população residente em domicílios particulares permanentes urbanos e às ligações existentes nesses domicílios a algum tipo de esgotamento sanitário: rede coletora, fossa séptica, fossa seca, córrego ou vala. Essas informações foram produzidas através da aplicação de questionários (ver ANEXO A), conforme modelo disponibilizado pelo Regulamento Operacional do Programa de Desenvolvimento do Turismo no

Nordeste (Prodetur/NE II), do Banco do Nordeste, aplicados no mês de fevereiro de 2011.

Para a seleção do número de residências a serem visitadas, utilizou-se a média de 3,55 moradores por domicílio particular ocupado (IBGE, 2010). Realizou-se uma amostragem aleatória estratificada proporcional conforme Spiegel (2006), levando em conta um universo de 3.598 habitantes, totalizando 1.014 residências. Utilizou-se para isso um erro de 7%. Para determinar o número de questionários a serem aplicados utilizaram-se as equações 1 e 2.

$$n_0 = \frac{1}{e^2} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: n_0 = primeira aproximação do tamanho da amostra

e = erro amostral tolerável (0,07)

$$n = \frac{N \times n_0}{N + n_0} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde: n = número total de questionários a serem aplicados

N = número total do universo de alunos

Desse modo, fez-se necessária a aplicação de 54 questionários (259 habitantes), sendo as residências a serem visitadas selecionadas com uma distância de 18 residências entre uma e outra.

As informações que parte da população se recusou a dar e questões que não eram de interesse, não foram utilizadas como dados neste trabalho. Os dados sobre os domicílios particulares permanentes foram extrapolados para a população urbana, isto é, foi admitido que, se 63,5% dos domicílios são atendidos por rede coletora, então esse também é o índice de cobertura da população urbana.

No levantamento de dados de campo foram realizadas visitas e entrevistas técnicas com os responsáveis pelos seguintes sistemas de saneamento:

- a) captação e tratamento de água para abastecimento público do município;
- b) coleta e tratamento de esgoto sanitário do município.

Nas entrevistas realizaram-se questionamentos envolvendo o funcionamento do sistema de saneamento, suas dificuldades, não conformidades, peculiaridades do sistema e perspectivas futuras.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A estação de tratamento de água (ETA) que abastece a cidade de Umbuzeiro tem capacidade para tratar 35 m³/h, funcionando apenas quando a água atinge nível suficiente para sua captação. Em períodos de estiagem, a ETA opera por 24 horas e chega a ficar fora de operação por 90 horas. Durante o período de chuvas, mesmo com o período de funcionamento máximo da estação sendo de 24 horas, o intervalo entre seu funcionamento é reduzido. A Figura 8 exibe a barragem de acumulação.



Figura 8 – Barragem de acumulação para captação de água.

Devido à expectativa de inativação desta ETA, em virtude da adução de água de Matinadas, localizada a cerca de 8 km, para o abastecimento de Umbuzeiro, a ETA tem contado com pouca atenção por parte dos responsáveis. Dentre os problemas observados estão: a existência de apenas um conjunto motor bomba (quando são exigidos no mínimo dois); a falta do dosador necessário para dosagem do cloro gasoso; a ineficácia de um dos dois filtros de areia, que perdeu seu leito filtrante, mas continua em operação, ou seja, a água a ser distribuída para a população continua passando através da estrutura de alvenaria, mesmo sem ser filtrada. Tais deficiências, além da intermitência do abastecimento, geram desajustes nas concentrações de

alumínio e cloro residual livre que atingem os domicílios. A Figura 9 apresenta os dois filtros da estação.

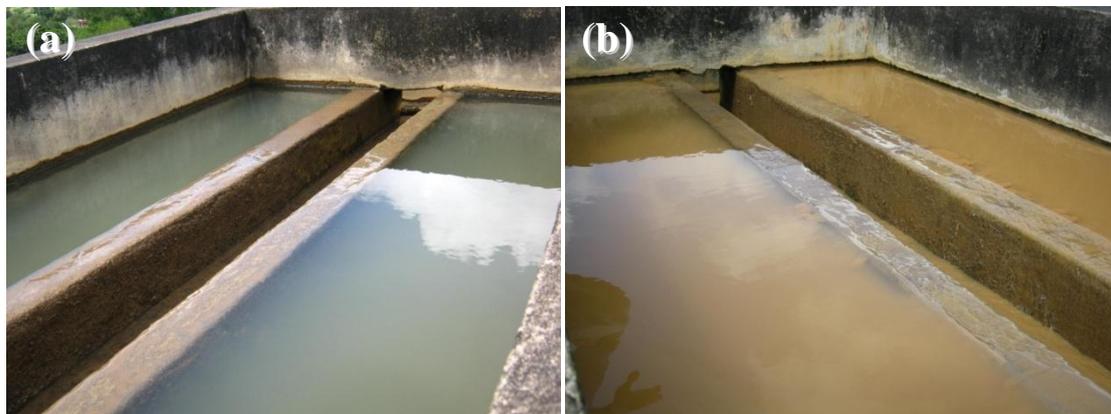


Figura 9 – Filtros de areia (a) com leito filtrante e (b) sem leito filtrante.

Em virtude da constante falta de água, muitos moradores optaram pelo desligamento da rede de água, utilizando água de outras fontes. A Figura 10 apresenta um gráfico com as fontes de água utilizadas pela população.

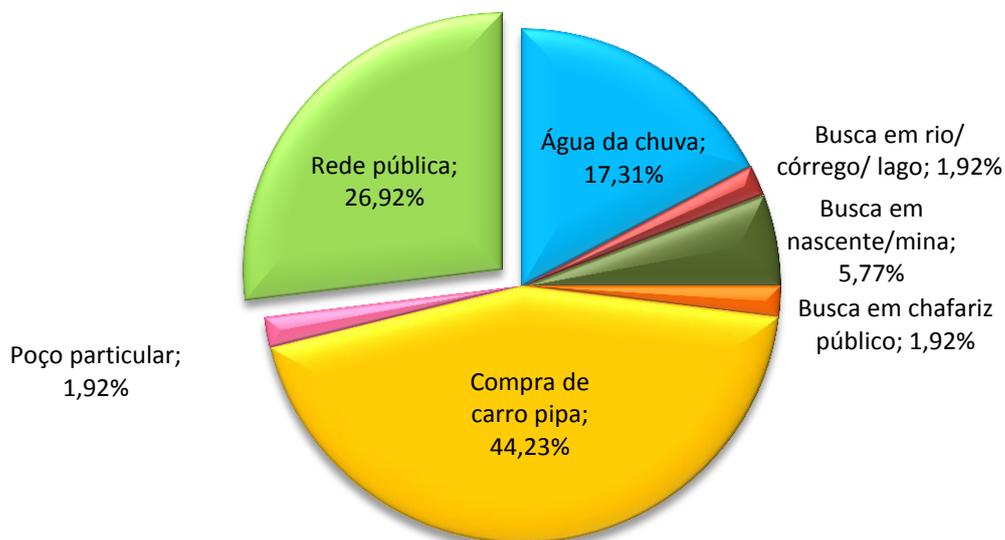


Figura 10 – Fontes de água utilizadas como primeira opção pela população.

É possível observar a grande participação dos carros pipa no processo de abastecimento de água para a população, gerando questionamentos sobre a qualidade organoléptica deste insumo ao ser consumido pela população, com origem no riacho da Psarreira, um dos riachos que abastece o reservatório da ETA de Umbuzeiro, e no Pipiri, fonte localizada em Matinadas. Ao ser questionado sobre a origem e qualidade da água, o pipeiro entrevistado