



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA
SUBTERRÂNEA – ESTUDO DE CASO NO
MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS – BAHIA**

MARIANA LOPES BASTOS

CRUZ DAS ALMAS, 2013.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA
SUBTERRÂNEA – ESTUDO DE CASO NO
MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS – BAHIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Engenheira Sanitarista e Ambiental.

Orientadora: Profª Drª Rosa Alencar S. de Almeida

MARIANA LOPES BASTOS

CRUZ DAS ALMAS, 2013.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA
– ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS –
BAHIA**

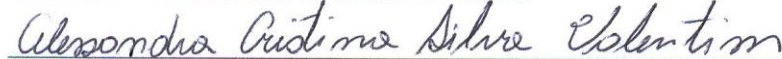
Aprovado em: 23/10/2013

Examinadores:

Prof.^a Dr.^a Rosa Alencar S. de Almeida



Prof.^a Dr.^a Alessandra Cristina Valentim



Prof.^o Dr.^o Jorge Luiz Rabelo



MARIANA LOPES BASTOS

CRUZ DAS ALMAS, 2013.

FICHA CATALOGRÁFICA

B327	<p>Bastos, Mariana Lopes. Caracterização da qualidade da água subterrânea: estudo de caso no Município de Cruz das Almas – Bahia / Mariana Lopes Bastos. _ Cruz das Almas, BA, 2013. 75f.; il.</p> <p>Orientadora: Rosa Alencar S. de Almeida.</p> <p>Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas.</p> <p>1. Águas subterrâneas – Uso. 2. Águas subterrâneas – Qualidade. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. II. Título.</p> <p>CDD: 551.49</p>
------	---

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA
– ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS –
BAHIA**

RESUMO

O consumo de águas obtidas de fontes alternativas, principalmente em poços rasos escavados e em poços artesianos, tem crescido muito devido a escassez de água de boa qualidade nos mananciais superficiais. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água subterrânea explorada em poços particulares localizados no bairro do INOCOOP, no município de Cruz das Almas (BA), utilizando como suporte análises laboratoriais de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos que caracterizam a qualidade do recurso. A pesquisa objetivou, também, identificar os principais usos destas águas e motivo da opção por este tipo de suprimento, com base em entrevistas realizadas junto aos usuários e proprietários dos poços particulares. A partir das análises foi possível concluir que as águas exploradas dos poços estudados estão em desacordo com o que preconiza a portaria de potabilidade vigente no Brasil, de modo que o seu uso, para fins nobres, pode acarretar em riscos a saúde humana. A pesquisa também revelou que a água subterrânea é utilizada para consumo humano e que a maioria dos usuários optou por esta solução motivada por insatisfação com os serviços prestados pela concessionária do sistema de abastecimento coletivo.

Palavras-chave: Água subterrânea, Padrões de potabilidade, Água consumo humano.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVO	10
2.1.	OBJETIVO GERAL	10
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1.	ABORDAGEM DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NAS LEGISLAÇÕES	11
3.2.	ESTUDO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	14
3.2.1.	CICLO HIDROLÓGICO	14
3.2.2.	AQUÍFEROS	15
3.2.3.	RECARGA E DESCARGA DE AQUÍFEROS	17
3.2.4.	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	17
3.2.5.	COMO CAPTAR ÁGUA SUBTERRÂNEA	24
3.4.	RISCOS ASSOCIADOS À INGESTÃO DE ÁGUA DE MÁ QUALIDADE	25
3.5.	A ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS	26
3.6.	CONTROLE E VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA NO MUNICÍPIO	29
4.	METODOLOGIA	31
4.1.	LEVANTAMENTO E SELEÇÃO DOS POÇOS DE MONITORAMENTO	31
4.2.	ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS	32
4.4.	DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE AMOSTRAGEM DOS POÇOS	34
4.5.	INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA	35
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1.	DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	36
5.1.1.	DEMOGRAFIA	36
5.1.2.	ABASTECIMENTO DE ÁGUA	37
5.1.3.	SITUAÇÃO DOS POÇOS	37
5.1.4.	ESGOTO DOMÉSTICO	38
5.1.5.	QUALIDADE DA ÁGUA	38
5.1.6.	USOS PREPONDERANTES	41
5.1.7.	PORQUE ESCOLHEU POÇO	41
5.2.	DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DOS POÇOS	42
5.3.	DAS ANÁLISES DE LABORATÓRIO	43
5.4.	ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA	48
6.	CONCLUSÕES	51
6.1.	CONTROLE E VIGILÂNCIA DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	51
6.2.	CONDIÇÕES DE USO DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS	52
6.3.	AÇÕES RECOMENDADAS	52
6.4.	PERSPECTIVAS DE PESQUISAS COMPLEMENTARES	53
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
	APÊNDICES	58
	APÊNDICE A– PARÂMETROS AMOSTRADOS E MÉTODOS DE ANÁLISE	59
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO	71
	ANEXO A – CADASTRO DE SOLUÇÃO ALTERNATIVA INDIVIDUAL E COLETIVA- SISAGUA	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 Ciclo Hidrológico	15
Figura 3.2: Tipos de aquíferos quanto à porosidade	16
Figura 3.3: Tipos de aquíferos quanto às características hidráulicas	17
Figura 3.4: Províncias e subprovíncias hidrogeológicas do Brasil	27
Figura 4.1: Localização dos pontos de coleta.....	34
Figura 5.1: Característica socioeconômica dos entrevistados.....	35
Figura 5.2: Características do abastecimento de água.....	36
Figura 5.3: Situação dos Poços.....	37
Figura 5.4: O que faz para tornar a água mais segura.....	38
Figura 5.5: Conhecimento de doenças de veiculação hídrica.....	38
Figura 5.6: Reservatório.....	39
Figura 5.7: Usos preponderantes.....	40
Figura 5.8: Porque a escolha dessa alternativa (usuário de poço).....	41
Figura 5.9: Poços fora de conformidade de conservação P1 e P5 respectivamente.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Padrão da dureza da água.....	19
Quadro 3.2: Poços perfurados - Cruz das Almas(BA).....	27
Quadro 4.1: Parâmetros amostrados e Métodos de análises.....	32

LISTA DE TABELA

Tabela 5.1: Resultados das análises das águas de poços na primeira e segunda amostragem....	48
Tabela 5.2: Concentração de parâmetros para IQA das amostras na primeira campanha.....	48
Tabela 5.3: IQA das amostras da primeira campanha.....	49

1 INTRODUÇÃO

Encontrar água de boa qualidade para o consumo humano está cada vez mais difícil. Apesar de haver grande quantidade de água doce superficial, a escassez no Brasil torna-se cada dia mais grave. A redução da disponibilidade de água de qualidade tem avançado devido, dentre outros motivos, ao aumento da população e à falta de gestão adequada. A escassez vem ocorrendo também com as águas subterrâneas.

A escassez da água é um assunto muito discutido na mídia, nas instituições e organizações governamentais ou não, nos congressos técnicos e científicos. Essa discussão não é por mero acaso, há uma preocupação muito grande com o futuro da humanidade devido a pouca disponibilidade de água apropriada para o consumo humano.

Sabe-se da importância da água para vida, sendo assim, a manutenção do seu padrão de qualidade, para os múltiplos usos, é fundamental para que sua função seja cumprida com êxito nos diversos sistemas dos quais faz parte.

No presente, tem-se verificado a utilização das soluções alternativas de abastecimento de água, mesmo em locais onde se dispõe de sistemas de abastecimento operados pelo poder público. Os motivos podem ser financeiros, corroborados pela ineficiência da prestação de serviços das concessionárias, demonstrada por desabastecimento; ou mesmo por dúvida, dos clientes, em relação à qualidade da água distribuída.

Dessa maneira, na busca por fontes alternativas, as comunidades voltam-se para a extração de água subterrânea. No uso desta opção, são motivados pelo baixo custo de captação/ adução e porque, por suposto, na maioria das vezes não se faz necessário nenhum tipo de tratamento, pois os processos de filtração lenta e depuração do subsolo promovem a purificação natural da água, tornando-a potável (KEMERICH, 2008).

A técnica de construção de poços é um dos métodos mais antigos de captação de água para o consumo. No passado, essa prática era imprescindível como forma de abastecimento; e a qualidade da água, seguramente, não estava tão comprometida como agora. Atualmente, é necessário fazer várias considerações ao se adotar esse procedimento, pois são muitos os processos de contaminação das águas subterrâneas, nas áreas urbanas, e também nas áreas rurais. No meio urbano, destacam-se os processos pontuais pela presença de fossas, oficinas mecânicas, postos de abastecimento e cemitérios, além da disposição inadequada de resíduos urbanos e efluentes de sistemas

de esgoto sanitário. Nas áreas rurais predominam os processos difusos, que atingem zonas maiores, e cujo foco principal não é fácil de ser identificado.

Além disso, no Brasil, a utilização de águas subterrâneas é feita de forma descontrolada e improvisada. A consequência dessa exploração são problemas como: interferências entre poços, redução de fluxo de base dos rios, impactos de áreas encharcadas e redução das descargas de fontes e nascentes. Os poços inativados podem ser um meio de poluição de água subterrânea. Além disso, se avalia que, em muitos casos, a água pode estar sendo usada para fins potáveis (e.x. ingestão, preparação de alimentos, higiene pessoal) sem avaliação dos riscos inerentes ao seu uso.

Na zona urbana do município de Cruz das Almas é possível identificar um microcosmo da situação brasileira. Nesta região, foram relatados casos de utilização de poços particulares para diversos usos da água, que oportunizaram a realização desta pesquisa. A oportunidade não é apenas para relatar os casos existentes e identificar os usos a que estão sendo destinadas, mas, sobretudo para investigar e avaliar a qualidade das águas que estão sendo exploradas e propor utilização compatível com a qualidade do recurso.

Portanto este trabalho buscou diagnosticar a qualidade da água captada em poços particulares em uma região localizada na zona urbana do município de Cruz das Almas, com a realização de análises bacteriológicas, físicas e químicas, e comparar com padrões de qualidade estabelecidos na literatura e na legislação vigente. Também se propôs a identificar seus usos atuais e propor, quando necessário, a utilização da água em consonância com a qualidade apresentada no diagnóstico realizado.

2 OBJETIVO

2.1. OBJETIVO GERAL

Diagnosticar a qualidade da água subterrânea explotada em poços particulares na zona urbana do município de Cruz das Almas e identificar os possíveis usos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a qualidade da água subterrânea explotada em poços particulares no município de Cruz das Almas;
- Investigar os atuais usos da água explotada em poços particulares no município de Cruz das Almas através de aplicação de questionários;
- Propor utilização da água de acordo com a qualidade da água explotada.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. ABORDAGEM DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NAS LEGISLAÇÕES

O Decreto N.º 24.643, de 10 de Julho de 1934 (BRASIL, 1934), conhecido como Código das Águas, define premissas para o uso das águas subterrâneas. De acordo com o decreto, o dono do terreno poderia explorar por meio de poços, galerias, etc., a água subterrânea existente no seu território, contudo os aproveitamentos não poderiam prejudicar o curso natural das águas públicas dominicais, públicas de uso comum ou particulares; como também não poderiam ser derivados nem desviados. Este mesmo dispositivo também classifica as águas em comuns, particulares e públicas.

Em 1981 foi publicada a Lei Federal N° 6.938 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus afins e mecanismos de aplicação, e dá outras providências. A PNMA tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida. Essa lei constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e define o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) como órgão superior da formulação de diretrizes da PNMA. Foi um marco legal para todas as políticas públicas a serem desenvolvidas pela federação, já que, antes desse instrumento legislador, cada Estado ou Município tinha autonomia para selecionar suas diretrizes políticas em relação ao meio ambiente.

Mais adiante, em 1988, a Constituição Federal no seu Art. N° 225 estabeleceu que o meio ambiente é “bem de uso comum do povo” e por isso, segundo Souza (2013), não pode ser qualificado como um bem que pertença a uma pessoa física ou jurídica privada ou pública, mas sim como um bem pertencente a uma coletividade indeterminada (SOUZA, 2013).

Conforme estabelece o Inciso III do Artigo 20, da Carta Magna: “são bens da união: os lagos, os rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhe mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a territórios estrangeiros ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias pluviais.” (BRASIL, 1988). O Rio São Francisco serve como exemplo de “bem da união”, posto que banha os Estados de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe.

A constituição também estabelece, no Artigo 26, que “incluem-se entre os bens dos Estados: as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras públicas da União”. Neste caso, serve como exemplo o Rio Paraguaçu, posto que sua bacia hidrográfica é inserida completamente no Estado da Bahia; como também as águas subterrâneas que afloram na região.

Ao perceber que a água era fundamental para a economia deu-se a ela um valor econômico. Segundo Almeida (2012), foi a utilização econômica quem fez a água ser vista como recurso hídrico, tal como os recursos minerais muito utilizados economicamente.

Por possuir múltiplos usos, a água pode ser vista como uma substância essencial para a manutenção da vida, ou como recurso hídrico, dotado de valor econômico. Daí vem a importância de se estabelecer e atualizar legislações, cada vez mais preocupadas em preservar e racionalizar o uso deste valioso recurso. A “Lei das Águas”, como é conhecida a lei Nº 9433/1997, é considerada um avanço na gestão dos recursos hídricos nacionais. Ali se objetivou o uso sustentável da água, garantindo o direito de uso e estabelecendo deveres e obrigações dos usuários. Também instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Fundamenta-se que a água é um bem econômico, de domínio público, com uso prioritário para o consumo humano, o uso múltiplo, o gerenciamento por bacias hidrográficas e a gestão descentralizada. A Lei das Águas estabelece os instrumentos de gestão, e enfatiza que as águas subterrâneas estão sujeitas a outorga.

Dentre as principais resoluções, firmadas pelo CONAMA, aplicadas às águas, e em particular às águas subterrâneas, estão as seguintes:

- Resolução CONAMA Nº 303/2002, que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, e também conceitua as nascentes como exutório de águas subterrâneas (BRASIL, 2002).
- Resolução CONAMA Nº 335/2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios (BRASIL, 2003).
- Resolução CONAMA Nº 357/2005, esta que foi uma resolução muito importante para a preservação dos corpos d’água, aprovada em 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água superficial e diretrizes

ambientais para enquadramento, bem como estabelece as condições padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005).

- Resolução CONAMA N° 396/ 2008, de cunho exclusivo das águas subterrâneas, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências (BRASIL, 2008).
- Resolução CONAMA N° 107/2010, a mais recente resolução relevante, que estabelece as diretrizes e critérios a serem adotados para o planejamento, a implantação e a operação de Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de Águas Subterrâneas (BRASIL, 2010).

Relacionado à qualidade da água adequada para consumo humano, a obrigação em legislar está a cargo do Ministério da Saúde (MS). Relativo a esta matéria, está em vigor a Portaria MS N° 2914/2011 de 12 de dezembro de 2011. Essa portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011).

Do que se observa, houve um grande avanço nas legislações federativas que abordam a gestão de recursos hídricos, no entanto evidencia-se a necessidade de se avançar mais sobre a fiscalização da gestão e controle da exploração de águas subterrâneas, sua classificação e enquadramento; como também sobre controle de uso e ocupação do solo, para minimizar os riscos de contaminação dos mananciais subterrâneos.

No âmbito estadual, o destaque fica para a Lei N° 11.612 de 08 de Outubro de 2009 (BAHIA, 2009) que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Neste instrumento legislador as águas subterrâneas têm destaque de um título (TÍTULO III – Art.33 ao Art.42) inteiramente dedicado às suas definições, à sua importância estratégica; às diretrizes para assegurar sua qualidade e quantidade; às medidas cabíveis para sua exploração; e à proteção sanitária para evitar a contaminação de aquíferos.

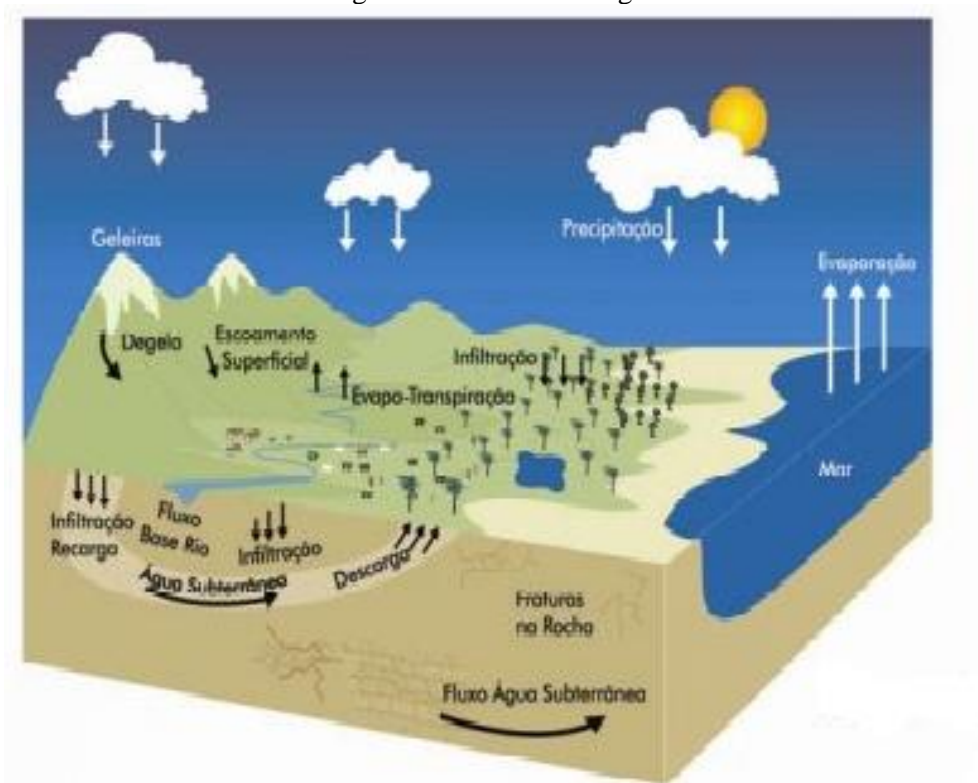
3.2. ESTUDO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

3.2.1. CICLO HIDROLÓGICO

A água subterrânea é toda aquela que se encontra armazenada abaixo da superfície da Terra, preenchendo os espaços vazios ocorridos entre os grãos sedimentares, ou fraturas, falhas e fissuras contidas nas rochas compactadas.

Após a precipitação, parte da água escorre pela superfície e outra parcela infiltra e percola no interior do subsolo, em diferentes intervalos de tempo, pois a infiltração depende de fatores como: porosidade do solo, presença ou não de cobertura vegetal, inclinação do terreno, regime de chuva, entre outros fatores. Ao se infiltrar no solo, a água da chuva passa por uma porção de terreno chamada de zona não saturada, onde os poros são preenchidos parcialmente por água e ar. A outra parcela da água, devido à gravidade, continua em movimento atingindo zonas mais profundas. As zonas saturadas são as mais profundas, onde os poros são totalmente preenchidos. Uma representação esquemática é mostrada na Figura 3.1.

Figura 3.1 Ciclo Hidrológico



Fonte: MMA 2013

O limite entre zonas não saturadas e saturadas é usualmente chamado de lençol freático. Quando se perfura um poço raso, o nível de água observado representa a profundidade do lençol freático naquele ponto.

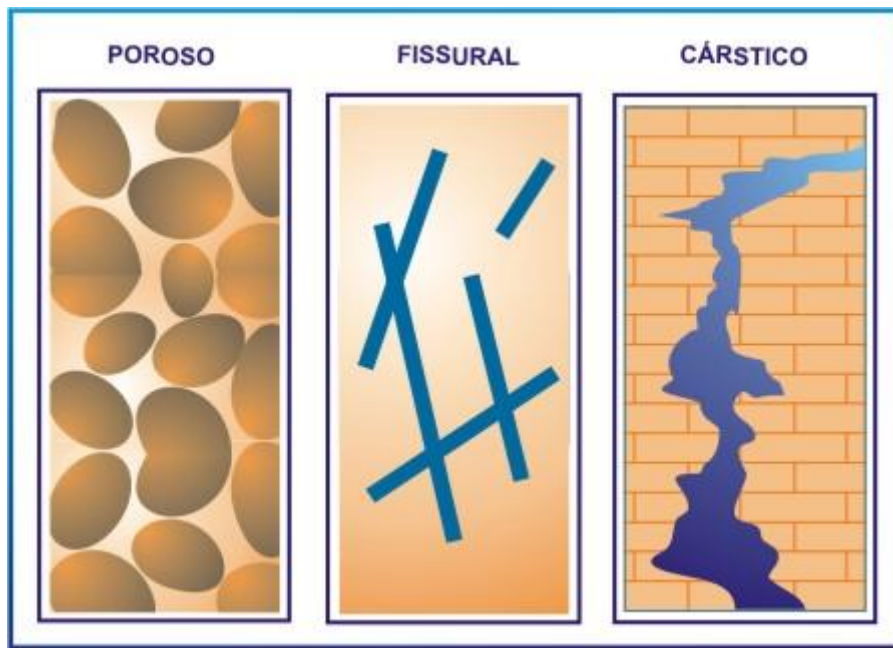
3.2.2 AQUÍFEROS

Aquífero é um reservatório subterrâneo de água, caracterizado por camadas ou formações geológicas suficientemente permeáveis, constituído de rochas sedimentares ou rochas maciças compactas, capazes de armazenar e transmitir água. Segundo Ezaki e Iritani (2008), quanto mais homogêneo o tamanho e a distribuição dos grãos, maior a interconexão entre poros e a capacidade do aquífero em transmitir água.

Quando relacionado à porosidade os aquíferos são classificados em três tipos (Figura 3.2). Os aquíferos sedimentares ou porosos são formados por rochas sedimentares. A água percola e permanece, temporariamente, armazenada nos vazios entre os grãos. Os aquíferos de rochas maciças e compactadas, cujos espaços vazios intersticiais são desprezíveis, a porosidade é devido às fraturas conectadas. As fissuras são ocasionadas por forças físicas que ocorrem naturalmente na crosta terrestre ao longo da história geológica, são chamados aquíferos fraturados ou fissural. Os aquíferos de

rochas carbonáticas nos quais a água circula pelas aberturas e cavidades formadas pelas aberturas ou cavidades causadas pela dissolução das rochas, denominado aquífero cárstico.

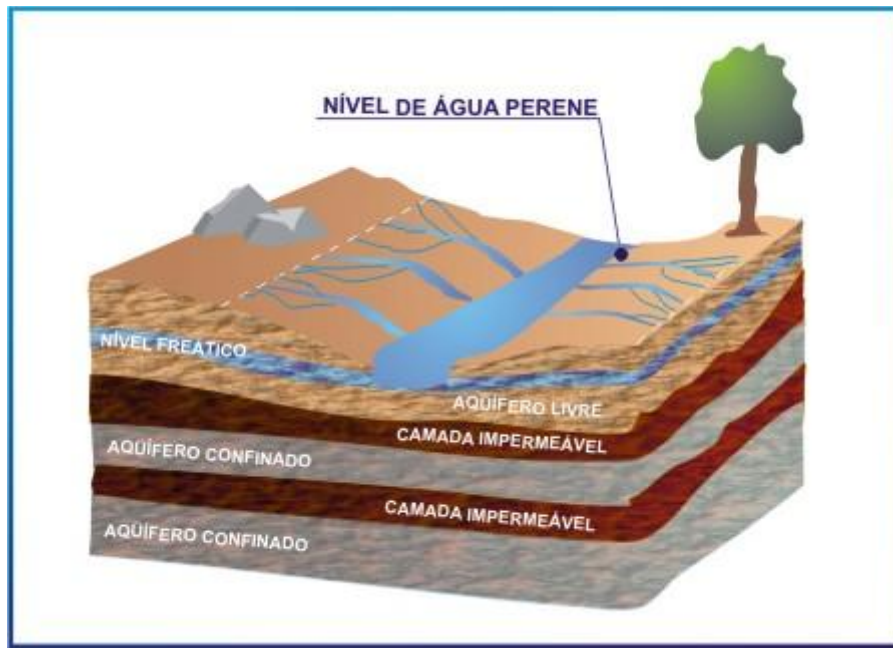
Figura 3.2: Tipos de aquíferos quanto à porosidade



Fonte: BOSCARDIN BORGHETTI et al. (2004) apud ABAS (2013)

Quanto às características hidráulicas os aquíferos podem ser de dois tipos (Figura 3.3). O aquífero livre é limitado superiormente por uma camada permeável e inferiormente por uma camada impermeável, ficando submetido à pressão atmosférica. A recarga desse aquífero é direta. O aquífero confinado é limitado por camadas impermeáveis. Nesse caso o aquífero está submetido a uma pressão maior que a atmosférica, devido à camada confinante acima dele. A camada se encontra saturada impedindo que a água atinja uma altura acima do topo do aquífero. A recarga do aquífero é feita lentamente.

Figura 3.3: Tipos de aquíferos quanto às características hidráulicas



Fonte: BOSCARDIN BORGHETTI et al. (2004) apud ABAS (2013)

3.2.3. RECARGA E DESCARGA DE AQUÍFEROS

A água que recarrega os aquíferos deriva de chuva, que cai na superfície do terreno e infiltra nas áreas aflorantes das formações geológicas.

As áreas de reabastecimento dos aquíferos podem ser: direta ou indireta. A zona de recarga direta é aquela em que a água provinda da chuva infiltra diretamente no aquífero, por meio de fissuras de rochas subjacentes ou suas áreas de afloramento. A zona de recarga indireta se dá através de drenagem superficial e do fluxo subterrâneo indireto; que é o fluxo lento através das camadas confinantes.

As águas emergem do sistema, jorrando com pressão por poços artesianos ou alimentando rios, essas são chamadas zonas de descarga.

3.2.4. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O recurso provido dos lençóis freáticos nem sempre tem uma boa qualidade e o seu consumo pode interferir diretamente na saúde daqueles que o utilizam para ingestão direta ou indireta. A poluição das águas subterrâneas ocorre por inúmeros fatores, entre eles estão: as fontes potenciais de poluição provenientes de atividades humanas

(pontuais e difusas) e a exploração intensiva ou descontrolada de água. A falta de proteção dos poços também gera um risco potencial de poluição.

De acordo com o disposto na Lei Federal Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, poluição é “a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente” (BRASIL, 1981):

- a) Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) Afetem desfavoravelmente a biota;
- d) Afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) Lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

A poluição das águas subterrâneas ocorre quando os agentes contaminantes percolam pelo solo atingindo assim o lençol freático, ou são lançados diretamente através dos poços. Os poços que estão abandonados são os que mais preocupam, pois eles podem não estar devidamente vedados, sendo um acesso de contaminantes no aquífero.

3.2.5. CARACTERIZAÇÃO DAS IMPUREZAS PRESENTES NA ÁGUA

As propriedades físicas, químicas e biológicas da água são usadas como parâmetros para saber se o corpo hídrico está no nível aceitável para o consumo humano.

As propriedades físicas são características de ordem estética, não caracterizando riscos a saúde do consumidor, elevados valores de algumas delas, podem causar certa repugnância a consumidores mais exigentes. As águas subterrâneas dificilmente são portadoras de características perceptíveis, exceto o sabor decorrente de sais dissolvidos em quantidade excessiva. Enquadram-se nas características de 37 propriedades físicas os seguintes aspectos: temperatura, cor, odor, sabor, turbidez e sólidos em suspensão (FEITOSA e MANOEL FILHO, 1997).

- *Temperatura* - Temperatura média anual com variações dependentes do grau geotérmico.
- *Cor* - Está relacionada com as substâncias dissolvidas na água. Se a água subterrânea apresentar uma cor azulada pode está se encontrar pura, se conferir

uma cor arroxeadada pode conter ferro dissolvido, negra rica em manganês e amarelada conter ácidos húmicos.

A cor é esteticamente indesejada, visto que água de cor elevada causa rejeição por parte de consumidor. A Portaria 2914/11 do MS estabelece para cor aparente o valor máximo permitido de 15 uH como padrão de aceitação para consumo humano.

- *Odor e Sabor* - Dependem do teor e tipo de sais dissolvidos
- *Turbidez* - A turbidez da água é devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo de erosão ou de despejos domésticos e industriais (FUNASA, 2009).

Importante no processo de tratamento de água, a água com sua turbidez elevada, e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados que decantam mais rapidamente comparado com a água de baixa turbidez. Entretanto, possui suas desvantagens, como no caso da desinfecção. Água com presença de sólidos em suspensão pode dificultar o contato direto dos microorganismos, pela proteção que é dada, com os desinfetantes. É um indicador sanitário e de aceitação da água para consumo humano.

O valor máximo permitido pela Portaria é de 5,0 uT como padrão de aceitação para consumo humano

- *Sólidos Totais*- Carga sólida em suspensão que pode ser separada por simples filtração. A maioria dos poços não apresenta essa característica, caso possuam pode ser decorrente do mau dimensionamento dos filtros, pré-filtros ou da má complementação do aquífero ao redor do filtro.

As características químicas das águas subterrâneas refletem os meios percorridos, guardando uma relação com os tipos de rochas drenados e com os produtos das atividades humanas adquiridas ao longo de seu trajeto (ZIMBRES, 2006).

- *Sólidos Totais Dissolvidos* - É o peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume.
- *Condutividade elétrica* - Facilidade de condução de corrente elétrica, está relacionada ao teor de sais dissolvidos.

- *Dureza total* - A dureza é um parâmetro característico da qualidade da água de consumo humano e de insumo industrial. Águas com dureza elevada pode causar incrustação nas tubulações e a elevação do consumo de sabão.

A dureza total da água compõe-se em duas partes: dureza temporária, chamada de dureza de carbonatos é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio que pode ser eliminada com a ebulição e dureza permanente, chamada de dureza de não carbonato é devido a presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, não produzem incrustações por conter sais muito solúveis, não decompondo sob ação de calor.

Assim, a dureza total é a soma da dureza de carbonato e dureza de não carbonato, sendo expressa neste trabalho em miligramas por litro (mg/l) de CaCO₃. As águas podem ser classificadas de acordo com sua dureza, numa escala de branda a muito dura. No Quadro 3.1 são apresentados os limites padrões da dureza da água.

Quadro 3.1: Padrões da Dureza da água

Dureza	Concentração de CaCO ₃ (mg/l)
Branda	Até 50
Pouco dura	Entre 50 e 100
Dura	Entre 100 e 200
Muito dura	Acima de 200

Fonte: CUSTÓDIA & LLAMAS, 1983.

A Portaria vigente da qualidade da água para consumo humano estabelece limites altos de dureza, de até 500 (mg/L). Segundo Von Sperling (1996), águas de elevada dureza possui efeitos laxativos e sabor desagradável.

Entretanto, quando enquadradas na classe de água dura, esta representa restrições industriais, tendo então a necessidade de remoção Ca²⁺ e Mg²⁺, técnica conhecida como abrandamento.

- *Ferro* - O ferro é o segundo metal mais comum na crosta terrestre, apenas em menor quantidade que o alumínio. Suas fontes são minerais escuros (máficos) como: magnetita, biotita, pirita, piroxênios, anfibólios e no ambiente natural, a origem desse elemento pode estar relacionada a depósitos orgânicos, detritos de

plantas, podendo associar-se a colóides ou húmus, o que dá a cor amarelada à água (CPRM, 1997 apud Oliveira, 2013).

Apesar de o organismo necessitar diariamente de 19 mg de ferro, a Portaria de potabilidade exige que a água de abastecimento público não ultrapasse 0,3 mg/L. Esse limite é estabelecido devido aos problemas estéticos relacionado a presença do ferro na água e do sabor ruim que o ferro lhes confere.

No corpo humano, o ferro atua na formação da hemoglobina (pigmento do glóbulo vermelho que transporta oxigênio dos pulmões para os tecidos). A sua carência pode causar anemia e seu excesso pode aumentar a incidência de problemas cardíacos e diabetes (CPRM, 1997 apud Oliveira, 2013).

- *Cloretos* - Cloretos podem estar presentes naturalmente em água salobras ou como resultado de poluição por efluentes industriais ou domésticos, constituindo, portanto, indicador auxiliar de poluição ou contaminação. Em águas para consumo humano, a concentração de cloretos está diretamente associada à alteração de sabor e, conseqüentemente, à aceitação para consumo. Os cloretos presentes na água que alteram sabor são, principalmente, os de sódio, potássio e cálcio, em concentrações superiores a 200 – 300 mg/L. No padrão de potabilidade brasileiro, o valor máximo permitido é o de 250 mg/L (Ministério da saúde, 2006).
- *Amônia* - A amônia é considerada um poluente por ter efeitos tóxicos. A sua forma dissolvida mais simples pode ser encontrada na água como amônia livre ou ionizada. Pode ser produzida, ou formada naturalmente pelas atividades dos microorganismos, plantas e animais através do ciclo do nitrogênio. As águas subterrâneas não têm, normalmente, concentrações elevadas de amônia, contudo caso ocorram poderá ser um indício de eventuais processos de contaminação orgânica, de origem humana ou industrial. No caso da água potável, a Portaria N° 2914/2011 do Ministério da Saúde limita uma concentração de amônia em 1,5 mg/L para água de consumo humano.
- *Nitrato* - O nitrato e o nitrito são substâncias químicas derivadas do nitrogênio e são encontrados de forma natural na água e no solo em baixas concentrações. A deposição de matéria orgânica no solo, como acontece quando se utiliza fossas e sumidouros, aumenta drasticamente a quantidade de nitrogênio. Esse nitrogênio é biotransformado e por fim se transforma na substância inorgânica denominada nitrato que possui grande mobilidade no solo alcançando o manancial

subterrâneo e ali se depositando. O nitrato por possuir essas características, se torna um ótimo indicativo para avaliar se um dado manancial subterrâneo está sendo contaminado pela atividade antrópica sobre ele exercida (MELLO, 1984 apud Campos, 2013).

Em elevadas concentrações, o nitrato está adjunto à doença da metahemoglobinemia ou síndrome do bebê azul, que dificulta o transporte de oxigênio na corrente sanguínea de bebês podendo acarretar a asfixia. Em adultos, a atividade metabólica interna impede a conversão do nitrato em nitrito, que é o agente responsável por essa enfermidade.

Águas utilizadas para abastecimento, contaminadas com nitrato, têm causado problemas, tanto para animais como para o homem. As crianças com idade inferior a três meses são mais sensíveis a íons nitrato por consumirem, relativamente, mais água que os adultos quando se compara seu peso corporal. Além disso, o pH do estômago de crianças é mais favorável ao desenvolvimento de bactérias que agem reduzindo íons de nitrato a íons de nitrito, o que não ocorre normalmente no adulto (DANIEL, 2008).

Concentrações maiores que 10 mg/L de nitrato, expresso como nitrogênio (N-NO₃), podem ser fatais para crianças com idades inferiores a seis meses e causar problemas de saúde em animais. Assim, a fim de se evitar esses distúrbios, estabeleceu-se um limite máximo de 10 mg/L N-NO₃ em água potável.

- *pH* - Segundo a ANA (2009), o pH das águas subterrâneas varia geralmente entre 5,5 e 8,5. Os principais fatores que determinam o pH da água são o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade.

Conforme a CPRM (1995), as águas subterrâneas tendem ao neutro (solução-tampão mas, alto pH deve-se ao CO₃²⁻ e baixo pH ao SO₄²⁻, normalmente.

- *Alcalinidade* - A alcalinidade é devida principalmente à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Os compostos mais comuns são os seguintes:
 - Hidróxidos de cálcio ou de magnésio;
 - Carbonatos de cálcio ou de magnésio;
 - Bicarbonatos de cálcio ou de magnésio;
 - Bicarbonatos de sódio ou de potássio

A alcalinidade das águas não representa risco potencial à saúde pública. Provoca alteração no paladar e a rejeição da água em concentrações inferiores às aquelas que eventualmente pudessem trazer prejuízos mais sérios. A alcalinidade não se constitui em padrão de potabilidade.

- *Resíduo Seco* - É o peso dos sais resultantes da evaporação de um litro de água, após a filtragem para a remoção dos materiais em suspensão.
- *Demanda Química de Oxigênio* - Um valor de DQO alto indica uma grande concentração de matéria orgânica e baixo teor de oxigênio. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial.
- *Demanda Bioquímica de Oxigênio* - É a medida da quantidade de oxigênio necessária para consumir a matéria orgânica contida na água, mediante processos biológicos aeróbicos. É uma medida de suma importância para avaliação da contaminação da água. Refere-se a um tempo de referência, normalmente de cinco dias. Nas águas subterrâneas, valores maiores do que 1 mg/L indicam contaminação.
- *Oxigênio Dissolvido (OD)* - É um dos principais parâmetros de caracterização dos efeitos da poluição das águas decorrentes de despejos orgânicos.

A presença de OD em águas ricas em material orgânico é desejável por prevenir a formação de substâncias com odores desagradáveis que comprometem os diversos usos da água, como por exemplo, consumo humano.

Apesar de desejável no sistema de águas naturais, a presença de altas concentrações de OD não é conveniente em águas que percorrem tubulações de ferro e aço, pois favorecem a corrosão. Por esse motivo, nas águas tratadas o valores de recomendados de OD é de 2,5 mg/L.

Segundo Feitosa; Manuel Filho, 1997, os valores normalmente encontrados em águas subterrâneas é de 5 mg/L.

A água potável não deve conter microorganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Os indicadores de contaminação fecal, tradicionalmente aceitos, pertencem a um grupo de bactérias denominadas coliformes (FUNASA, 2009). As características biológicas da água são muito importantes, pois fornecem elementos indispensáveis ao bom andamento dos órgãos responsáveis pela Saúde Pública.

- *Coliformes Totais (CTO)* - As bactérias do grupo coliformes são utilizadas como indicadores de contaminação bacteriológica da água. Além de serem encontradas nas fezes, elas podem ocorrer no meio ambiente, em águas com alto teor de material orgânico, solo ou vegetação em decomposição. Na análise que acusar presença de coliformes totais, ainda não indica necessariamente que água contaminada por bactérias patogênicas ou vírus, mas indica uma grande probabilidade. De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde, em vigência, a análise deverá apresentar ausência de Coliformes em 100 ml de amostra.
- *Coliformes Termotolerantes (CTE)* - Os coliformes termotolerantes vivem normalmente no organismo humano, existindo em grande quantidade nas fezes de humanos, animais domésticos, selvagens e pássaros. Na análise que acusar a presença de coliformes ainda não indica necessariamente água contaminada por bactérias patogênicas ou vírus, mas a probabilidade é muito grande. De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde, em vigência, a análise deverá apresentar ausência de Coliformes em 100 ml de amostra.

3.2.6. COMO CAPTAR ÁGUA SUBTERRÂNEA

A captação de água subterrânea geralmente é feita em localidades onde não há abastecimento do sistema público de água, ou para complementar o volume quando a concessionária não supre a necessidade do usuário. É muito comum também a utilização de poços quando se precisa de um grande volume de água, como por exemplo, indústrias, condomínios residenciais, irrigação.

A escolha do tipo de obra para captação de água subterrânea depende da potencialidade e tipo do aquífero, da demanda da água e da qualidade adequada ao fim a que se destina. Os poços dos tipos rasos e profundos são os mais comuns para captar água subterrânea. Estas opções têm reflexos diretos no custo; portanto é de se esperar que as populações menos favorecidas, adotem as soluções mais econômicas.

O poço do tipo cacimba é muito comum em pequenas comunidades. Eles apresentam baixa capacidade de produção de água, são de pequenas profundidades e por isso são edificados manualmente. Esse tipo de poço extrai água de aquíferos livres e rasos. Segundo a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS, 20013), os poços cacimba, cisternas ou poço raso, como também são conhecidos, são poços de grandes diâmetros (1 metro ou mais), escavados manualmente e revestidos com tijolos

ou anéis de concreto. Captam o lençol freático e possuem geralmente profundidades na ordem de até 20 metros (ABAS, 2013). Para esses poços, não é necessário a autorização ou licenciamento dos órgãos gestores. O poço cacimba por ser menos profundo tem uma vulnerabilidade muito grande quanto à questão de poluição.

O poço tubular tem a profundidade e a capacidade de produção de água bem maior que a do poço cacimba. A depender do tipo de aquífero (livre ou confinado) os poços podem atingir mais de 1000 metros. Ezaki e Iritani reportam que em São José do Rio Preto (SP), por exemplo, há um poço explorando a porção confinada do Aquífero Guarani, com mais de 1300 metros de profundidade (EZAKI E IRITANI, 2008).

Para a perfuração dos poços tubulares, é necessário equipamento especializado e o acompanhamento de um profissional habilitado, como engenheiros capacitados nessa área ou geólogo. De acordo com informações da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS, 2013), trata-se de obra de engenharia geológica de acesso a água subterrânea, executada com sonda perfuratriz mediante perfuração vertical com diâmetro de 4” a 36” e profundidade de até 2000 metros, para captação de água” (ABAS, 2013).

3.4. RISCOS ASSOCIADOS À INGESTÃO DE ÁGUA DE MÁ QUALIDADE

A água constitui elemento essencial à vida. O homem necessita de água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para proteção de sua saúde e para propiciar o desenvolvimento econômico.

A demanda de água tem-se intensificado à medida que se expandem os usos aos quais se destina. Antes utilizada para ingestão, preparo de alimentos e higiene pessoal; os usos consuntivos se diversificaram na indústria, na agricultura e em outros ramos de atividade, elevando a demanda de água e aumentando as exigências quanto a sua qualidade.

A água pode veicular um elevado número de enfermidades. De várias maneiras a água pode afetar a saúde do homem, através da ingestão direta, na preparação de alimentos, na higiene pessoal, na agricultura, na higiene do ambiente, nos processos industriais ou nas atividades de lazer.

A insuficiência da quantidade de água também pode ser um mecanismo de transmissão de doenças podendo resultar em (i) deficiências na higiene; (ii) acondicionamento da água em vasilhames, para fins de reservação, podendo esses

recipientes tornarem-se ambientes para procriação de vetores e vulneráveis à deterioração da qualidade, e (iii) procura por fontes alternativas de abastecimento, que constituem potenciais riscos à saúde, seja pelo contato das pessoas com tais fontes (risco para esquistossomose, por exemplo), seja pelo uso de águas de baixa qualidade microbiológica (risco de adoecer pela ingestão) (Ministério da Saúde, 2006).

A Portaria MS Nº 2914/11 (BRASIL, 2011) estabelece que a água produzida e distribuída para consumo humano está sujeita ao controle e vigilância de qualidade. A legislação fixa também que devem ser realizadas análises para determinação da qualidade e estabelece a quantidade mínima de amostras; a frequência de amostragem e os padrões limites permitidos de cada substância. O propósito é que a água fornecida para uso coletivo não ofereça riscos de danos à saúde do consumidor.

É de competência da Secretária de Vigilância em Saúde (SVS) promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelecer ações especificadas no Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA), estabelecer ações próprias dos laboratórios de saúde pública, executar ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2011).

A vigilância da qualidade da água para fins de consumo humano deve ser rotineira, de ação preventiva sobre o sistema público e soluções alternativas de abastecimento de água. Também deve dar a conhecer, ao consumidor, a situação da água para consumo humano, reduzindo a possibilidade de doenças transmitidas pela água ingerida.

3.5. A ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS

Para facilitar o estudo das águas subterrâneas o Brasil foi dividido em regiões homogêneas, formando 10 províncias hidrogeológicas (Figura 3.4). Os limites dessas províncias não coincidem necessariamente com os das bacias hidrográficas, estas províncias são regiões onde os sistemas aquíferos apresentam condições semelhantes de armazenamento, circulação e qualidade de água (MMA, 2013).

Figura 3.4: Províncias e subprovíncias hidrogeológicas do Brasil

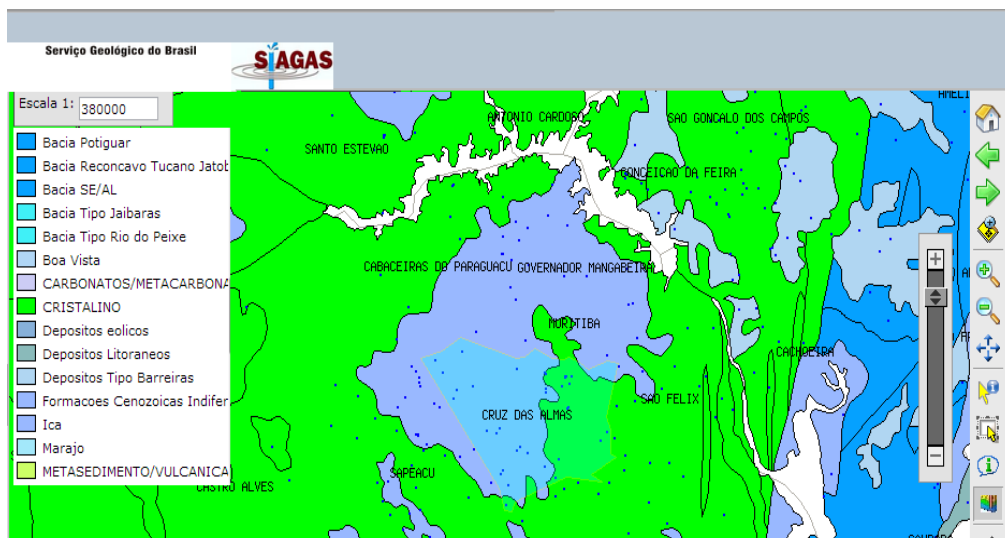


Fonte: Adaptado: (BRASIL.DNPM/CPRM, 1981) apud, MMA (2013)

O município de Cruz das Almas está localizado na Bacia Hidrográfica Atlântico Sul – Leste, na região que compreende o rio Capivari, o riacho Rebouças e o riacho Capadinho, pertencentes à bacia do Paraguaçu. Dentre os aspectos hidrogeológicos da região, pode-se observar um aquífero de importância média, com profundidade de 0 a 30 m, principalmente em Depósitos Tipo Barreiras e Arqueano, do qual o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS WEB (CPRM, 2013) dispõe de dados sobre 33 poços perfurados, como mostrados na Figura 3.5 e no Quadro 3.2.

A vazão específica, expressada no Quadro 3.3, é um parâmetro que estima a capacidade de extração de águas do poço, determinada por meio de testes de bombeamento, a partir da determinação da vazão extraída Q e o correspondente rebaixamento do lençol freático s , sendo determinada como: Q/s .

Figura 3.5 –Domínios Hidrogeológicos – Cruz das Almas (BA)



Fonte: Adaptado: (SIAGAS, 2013)

Quadro 3.2 – Poços Perfurados – Cruz das Almas (BA)

Ponto	Uso da Água	Data da Perfuração	Tipo da Formação	Vazão Específica	Cor	Turbidez
2900002623	Abastecimento urbano		Formação barreiras			
2900002624	Abastecimento urbano	01/01/1971 00:00	Formação barreiras			
2900002625	Abastecimento urbano		Formação barreiras			
2900002626	Abastecimento urbano	01/01/1970 00:00	Formação barreiras			
2900002627	Abastecimento urbano	01/01/1970 00:00	Formação barreiras			
2900005376	Abastecimento urbano	16/12/1996 00:00	Arqueano	0.037	5.00	0,5
2900005485	Abastecimento doméstico/animal	01/02/1984 00:00	Arqueano	0.011		
2900005486	Abastecimento urbano	17/01/1984 00:00	Arqueano			
2900005607	Abastecimento urbano	12/09/1997 00:00	Arqueano	0.325	5.00	0,8
2900005608	Abastecimento urbano	10/11/1997 00:00	Arqueano			
2900005609		14/09/1997 00:00		0.044	15.00	8,5
2900005610	Abastecimento urbano	28/10/1988 00:00	Arqueano	0.114		
2900005611	Abastecimento urbano	02/11/1988 00:00	Arqueano	0.028	40.00	1,4
2900005612	Abastecimento urbano	31/10/1988 00:00	Arqueano	0.014	5.00	0,7
2900005642		28/07/1992 00:00	Arqueano			
2900005643	Abastecimento urbano	07/12/1997 00:00	Arqueano	0.049	10.00	1,9
2900005644	Abastecimento urbano	18/07/1992 00:00	Arqueano			
2900005645	Abastecimento urbano	06/08/1992 00:00	Arqueano			
2900005744		04/11/1984 00:00	Arqueano			

Ponto	Uso da Água	Data da Perfuração	Tipo da Formação	Vazão Específica	Cor	Turbidez
2900005745		03/11/1984 00:00	Arqueano			
2900022783		17/09/2008 00:00		0.282		4,73
2900022784		21/09/2008 00:00		0.051		18,2
2900022785		30/08/2008 00:00		0.465		0,76
2900022786		08/09/2008 00:00		0.644		ND
2900022787		21/08/2008 00:00				
2900022788		19/08/2008 00:00		0.04		10,3
2900022789		13/08/2008 00:00		0.007		45,7
2900023867		21/05/2009 00:00				
2900024463		06/04/2010 00:00				
2900024464		07/04/2010 00:00		0.384	33.00	2,42
2900024466		08/04/2010 00:00				
2900025017		21/04/2011 00:00		0.022	375.00	44,8
2900025019		13/04/2011 00:00		0.156	108.00	8,37

Fonte: Adaptado: (SIAGAS, 2013).

3.6. CONTROLE E VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA NO MUNICÍPIO

A população de Cruz das Almas é de 58.606 habitantes (IBGE, 2013). Embora a maioria tenha acesso à água tratada; parte dos moradores, por variados motivos, utiliza meios alternativos para se abastecer. Um dos objetivos deste trabalho é esclarecer quais são as razões mais frequentes para esta opção de suprimento de água.

Conforme já relatado neste trabalho, apenas 33 poços estão cadastrados na base de dados do sistema SIAGAS (SIAGAS WEB, 2013); todavia, nos registro do SISÁGUA (Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano), cedidos pelo coordenador da Secretária Municipal de Vigilância e Saúde de Cruz das Almas, existem 54 poços individuais cadastrados no município e 86 poços para abastecimento coletivo (Anexo A). Tal divergência de informações revela a falta de fiscalização e controle sobre a exploração da água subterrânea no município.

Segundo informações sem caráter oficial, obtidas na Secretária Municipal de Vigilância e Saúde, a vigilância em Saúde Ambiental vem atendendo apenas parcialmente as disposições da Portaria MS Nº 2914/11, especialmente no que se refere “vigilância da qualidade da água para consumo humano” (Seção III - Das Competências dos Municípios). Conforme estabelecido na portaria é responsabilidade do município executar as ações estabelecidas no programa Programa Nacional de Vigilância da

Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA); consideradas as peculiaridades regionais e locais, nos termos da legislação do Sistema Único de Saúde.

O programa VIGIAGUA tem o objetivo de projetar ações de vigilância ambiental e saúde pautada na qualidade da água para consumo humano, que garantam à população o acesso à água em quantidade suficiente e qualidade compatível com o padrão de potabilidade estabelecido na legislação em vigor, para promover a saúde, por meio de monitoramento da prestadora de serviço de abastecimento de água ou das soluções alternativas (carros pipas, poços, fontes, etc.).

De acordo com a mesma fonte da Secretaria Municipal de Vigilância e Saúde, desde o ano de 2010, a vigilância não monitora a qualidade da água em poços individuais de Cruz das Almas. Ainda segundo as informações colhidas na secretaria, o programa VIGIAGUA no município prioriza o monitoramento da água do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e de Sistemas Alternativos Coletivos (SAC), todavia há vários meses, a meta mensal de 36 amostras de água clorada não vem sendo alcançada.

Na circunstância de realização da amostragem, os parâmetros analisados pelo programa são: pH, cor turbidez, cloro, odor e análises bacteriológicas. Os dados obtidos são confrontados com os limites exigidos pela Portaria MS Nº 2914/11. Caso a amostra não atenda aos padrões definidos na portaria, o procedimento adotado é informar ao consumidor que a água não é própria para o consumo humano.

Do que se pode observar, a ausência de vigilância das soluções alternativas de abastecimento existentes em Cruz das Almas pode contribuir para que a população utilize estes serviços, em tese de custo mais baixo, ocasionando a disseminação de poços não autorizados no município. Por outro lado, a não conformidade da água aos padrões estabelecidos na legislação pode contribuir para ocorrência de doenças relacionadas com a água (e.x. giardíase, amebíase, hepatite infecciosa, diarreia aguda).

Vale ressaltar que não foram encontradas pesquisas aprofundadas sobre a ocorrência de todos estes tipos de enfermidades no município. Todavia, estudos preliminares realizados por Souza et al (2011), relatam que os casos de diarreia no município de Cruz das Almas, aumentaram em mais de 50%, no período de 2009 a 2010.

4. METODOLOGIA

4.1. LEVANTAMENTO E SELEÇÃO DOS POÇOS DE MONITORAMENTO

O município de Cruz das Almas localiza-se no recôncavo Sul da Bahia, distante cerca de 150 km da capital Salvador. Como já relatado neste trabalho, segundo dados do último censo publicado pelo IBGE, o município contava com 58.606 habitantes, densidade demográfica de 402,14 hab/km² e média de três moradores por domicílio, em 2010 (IBGE, 2012)

A zona urbana de Cruz das Almas é dividida em bairros. Para realização deste trabalho foi escolhido o bairro do INOCOOP, um conjunto habitacional localizado nas proximidades da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. O motivo foi a facilidade de acesso à comunidade, pois a pesquisadora reside no bairro e tem relacionamento próximo com aos moradores. A ocupação predominante no bairro é residencial, com alguns pequenos comércios e poucos equipamentos públicos, como praças e áreas de lazer.

Em relação à infraestrutura de saneamento básico, o sistema de abastecimento de água no bairro é atendido pela EMBASA; e sobre a coleta de esgotos sabe-se que está em fase de implantação a rede coletora, operada pela mesma concessionária. Esta informação sobre a coleta de esgotos chama à atenção para um aspecto relevante na qualidade das águas subterrâneas, considerando a necessidade do descarte dos esgotos em fossas. Este cenário confere impactos na qualidade da água do aquífero freático que serão discutidos mais adiante.

Para estimar o número de residências da área de recorte, adotou-se como parâmetro a densidade demográfica do município e a quantidade de moradores por domicílio, calculada no último censo demográfico realizado em 2010, e os seguintes procedimentos:

1. Foi utilizado o software Autodesk® AutoCAD®, para visualizar o mapa da cidade e obter a área do bairro selecionado. Obteve-se uma área de 3,336 Km² para o bairro INOCOOP.
2. Com estes dados foi possível calcular a população do bairro (densidade da localidade x área do bairro), ou seja:

$$\text{População} = \text{Densidade} \times \text{Área} = 402,14 \times 3,336 = 1.342 \text{ moradores}$$

3. Com o número de moradores, foi possível calcular o número de residências (população do bairro / número de moradores por residência), ou seja:

$$\text{Domicílios} = \text{População} \div \text{MoradoresPor Residência} = 1.342 \div 3 = 448 \text{domicílios}$$

Para calcular o tamanho da amostra para a aplicação dos questionários, foi utilizado como referência o estudo desenvolvido por Silva e Araújo (2000) para o município de Feira de Santana (BA). A amostra foi calculada com base no parâmetro “cor da água”, que identificou como adequadas 92,5% das amostras usadas em Silva e Araujo (2000). A precisão usada foi de 5% e o nível de significância considerado também foi de 5%. Com base nestas informações o tamanho mínimo de amostra necessário foi de 86 domicílios.

Deste modo, por tratar-se de apenas um bairro em um período, a seleção dos 86 domicílios foi realizada com base no esquema da amostra aleatória simples para proporção.

Foram amostrados todos os poços encontrados pela aplicação dos questionários

4.2. ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

O questionário versou sobre quatro eixos distintos. (1) O primeiro eixo é composto por perguntas sobre situação sócio-demográfica do entrevistado com o propósito de relacionar os dados demográficos com a opção de abastecimento de água. Foram perguntados o grau de escolaridade e a faixa de renda do grupo familiar. (2) No segundo eixo estão as variáveis que visam caracterizar o tipo de abastecimento de água. Foram perguntados dados sobre a origem da água consumida; o motivo da escolha e dados do poço, quando existente. (3) O eixo seguinte investigou o destino dos esgotos domésticos e no (4) quarto e último eixo investigou a percepção do usuário sobre a qualidade e os usos a que se destinam as águas captadas nos poços particulares, como também foram feitas perguntas sobre a reservação da água explorada.

Os resultados foram tabulados, e serviram como base para identificar a motivação dos usuários para escolha de uma das formas de abastecimento; bem como o perfil dos utilizadores. Também foi possível identificar a situação dos poços na região amostrada.

4.3. SELEÇÃO DOS PARÂMETROS E METODOLOGIA DE ANÁLISE

A escolha dos parâmetros foi feita de acordo com a investigação mínima sugerida pela Empresa Baiana de Água e Saneamento (EMBASA) para determinação da qualidade da água de poços. O Quadro 4.1 mostra os parâmetros investigados, e os métodos adotados para determinação das concentrações.

QUADRO 4.1 – Parâmetros amostrados e Métodos de Análise

Parâmetros Físico- Químicos	
Parâmetros	Métodos
Alcalinidade	Titulométrico
Cor	Comparação Visual
Condutividade	Conduvímétrico
Dureza Total	Comparação Visual
Amônia	Comparação Visual
pH	Potenciométrico
Sólidos Dissolvidos Totais	Gravimétrico
OD	Eletroquímico
DQO	Titulométrico
Turbidez	Nefelométrico
Ferro	Comparação Visual
Nitrato	Comparação Visual
Parâmetros Bacteriológicos	
Bactérias do grupo Coliformes	Alfa Kit

As determinações da cor, amônia, dureza total, ferro, nitrato foram feitas pelo método comparativo visual, usando kit básico de potabilidade comercializado pela Alfa Kit. A AlfaKit é uma empresa especializada no desenvolvimento de kits e equipamentos para análises de águas, solos e efluentes; e um dos seus produtos é o kit básico customizado para análises de potabilidade, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Portaria nº2914/2011 (BRASIL, 2011).

Para verificar a condutividade elétrica foi utilizado o condutivímetro e aplicado o método condutivimétrico. Pelo método potenciométrico foi possível determinar o pH. O oxigênio dissolvido das amostras foi determinado pelo método eletrométrico. Com o método titulométrico se determinou a alcalinidade, o cloreto e a demanda química de oxigênio. Para a determinação dos sólidos totais foi utilizado o método gravimétrico.

Os métodos completos para todas as substâncias amostradas podem ser consultados no APÊNDICE B.

4.4. DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE AMOSTRAGEM DOS POÇOS

Das 86 residências onde foram aplicados os questionários, nove residências possuem poços e oito delas os poços estão em uso (Figura 4.1). Deste modo, optou-se por amostrar todos os poços em operação, e para cada um deles realizar duas campanhas de coletas, como segue:

- Foram realizadas 2 análises para cada parâmetro escolhido, em duas coletas quinzenais;
- As amostras foram coletadas diretamente no poço, quando viável. Em alguns casos, a coleta foi feita no reservatório.
- O acondicionamento das amostras foi feito em recipientes plásticos com capacidade para 1.0 l, devidamente rotulados e identificados com o número do poço cadastrado.

Figura 4.1: Localização dos pontos de coleta



Fonte: Adaptado de (Google Earth, 2013)

4.5. INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Os resultados obtidos foram interpretados de acordo com as especificidades de cada parâmetro. Para turbidez e cor, que são parâmetros interpretados em relação à situação momentânea da água, e para coliformes totais e termotolerantes onde se baseia na ausência ou presença de microorganismos, os teores encontrados em cada coleta de água foram interpretados individualmente, sempre comparando os valores obtidos com os exigidos pela Portaria MS N° 2914/2011 (BRASIL, 2011).

Para as demais variáveis físicas e químicas analisadas, a avaliação também foi feita de forma individual; todavia sabe-se que são parâmetros cujas modificações em termos numéricos se dão em períodos mais longos, e que qualquer apreciação sobre a evolução dos teores deve ser realizada com monitoramento sistemático em várias campanhas.

Para todas as variáveis, as duas campanhas aqui realizadas se justificam. Servem para que os resultados possam ser comparados, e que possam ser descartados aqueles que porventura venham a sugerir que houve censura e falta de acurácia na determinação dos teores.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

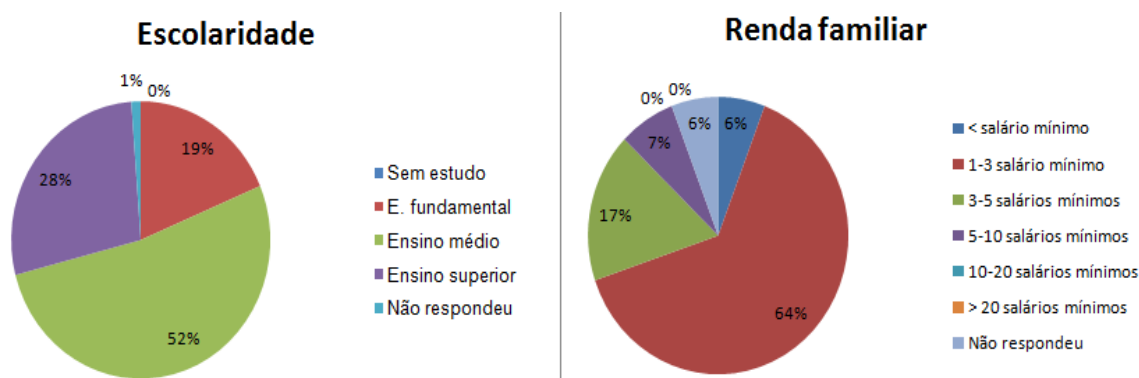
Para melhor juízo sobre os resultados encontrados na pesquisa, as informações foram apreciadas separadamente. Em primeiro lugar são apresentados os resultados e discussões das entrevistas com os moradores do bairro do INOCOOP. Em seguida, são mostrados os resultados da avaliação da qualidade da água. No item seguinte são feitos alguns cruzamentos destas informações.

5.1. DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

5.1.1. DEMOGRAFIA

A demografia do grupo amostrado resultou nas seguintes características socioeconômicas. Das 86 residências entrevistadas, 52% responderam que a maioria dos residentes cursaram ou estão cursando o ensino médio e 64% informaram que tinham renda familiar entre 1 à 3 salários mínimos. A Figura 5.1 apresenta o resumo das características sócio- econômicas dos entrevistados.

Figura 5.1: Característica socioeconômica dos entrevistados



5.1.2. ABASTECIMENTO DE ÁGUA

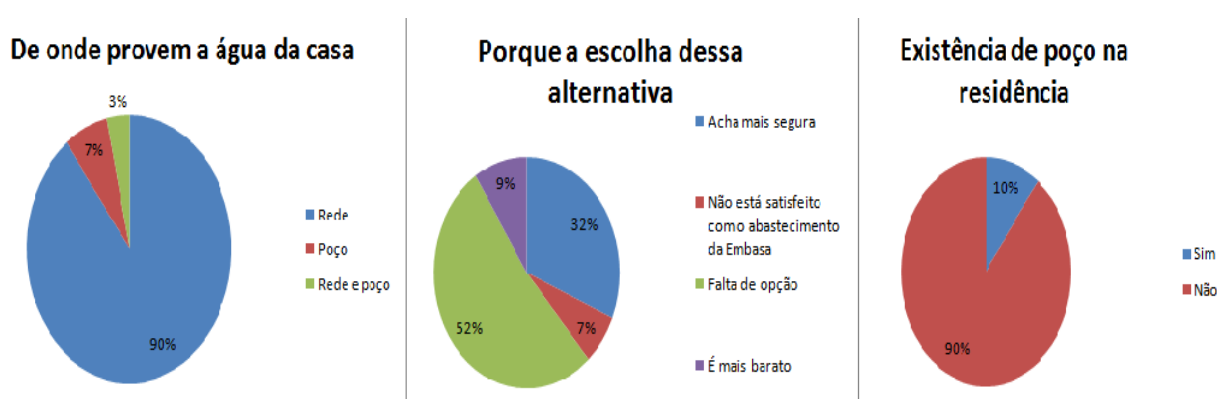
O diagnóstico do tipo de abastecimento revela forte presença do abastecimento por rede de distribuição (90%). O resultado frustrou as expectativas iniciais, posto que, antes da pesquisa formal, foram colhidas algumas informações oficiosas onde se registraram muitas queixas sobre o fornecimento de água da EMBASA. As respostas podem revelar que os moradores temem declarar o uso de águas subterrâneas, com certo receio, cujas causas não puderam ser apuradas.

Todavia, a declaração de que usam água da rede de distribuição por falta de opção (52% dos entrevistados), evidencia certo descontentamento ou desapontamento com os serviços prestados pela concessionária. Informalmente, alguns usuários chegaram a declarar que não usam água de poço porque não possuem renda para escavar e manter um poço na residência.

Nota-se que 10% dos usuários declararam a existência de poço no domicílio, mas apenas 7% disseram usar apenas água de poço para abastecimento. Todos estes domicílios foram alvo da segunda etapa da pesquisa. Em todas estas residências foram coletadas amostras para análise da qualidade da água.

A Figura 5.2 apresenta característica do abastecimento de água no bairro estudado.

Figura 5.2: Característica do abastecimento de água



5.1.3. SITUAÇÃO DOS POÇOS

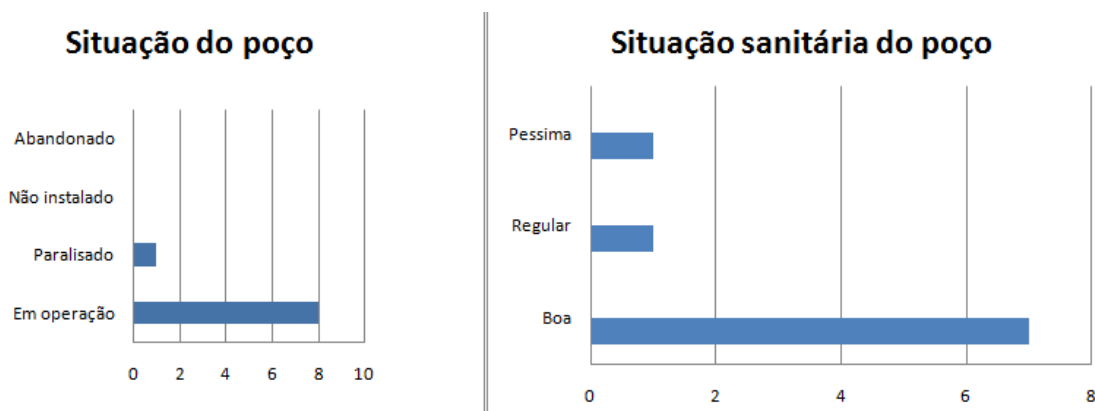
Para as residências que responderam <sim> para a existência de poço, foi perguntada qual a situação de operação do poço e a percepção sobre a situação sanitária. Das nove residências que possuem poço, apenas um (1) dos usuários relatou que o poço

está paralisado, pois a bomba apresentou problema e o usuário não teve condições de fazer a manutenção. Nas demais oito residências os poços estão em operação.

Sobre a situação sanitária: sete (7) usuários declararam que a situação sanitária do poço é boa, apenas um (1) declarou que a situação é regular e também apenas um (1) considerou como a situação como péssima.

Ao serem perguntados sobre qual o tipo de poço havia em sua residência, cinco pessoas não souberam responder e quatro responderam que era do tipo artesiano. Quanto à profundidade do poço, seis entrevistados não sabiam e três afirmaram que está entre 15 a 20 metros. A Figura 5.3 apresenta o resumo das situações relatadas pelos usuários dos poços.

Figura 5.3: Situação dos Poços



5.1.4. ESGOTO DOMÉSTICO

Sabendo que a existência de fossas pode influenciar a qualidade da água, foram incluídas, no questionário, perguntas que pudessem obter informações sobre o destino do esgoto doméstico, e caso a residência tivesse poço, a distância entre o poço e a fossa.

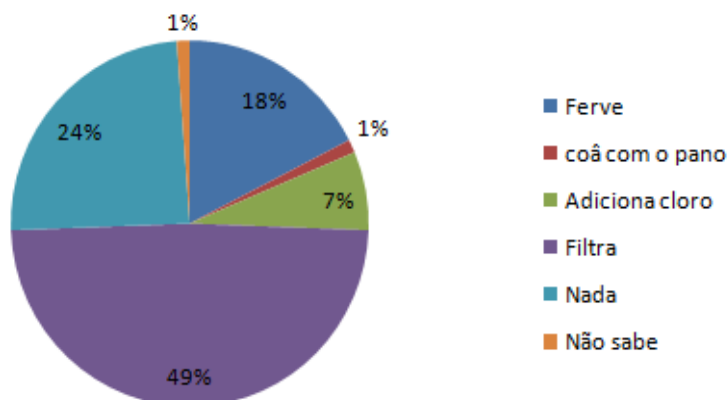
Todos os entrevistados responderam que os efluentes domésticos são destinados a fossas sépticas. Na cidade de Cruz das Almas ainda não há rede coletora de esgoto. Das pessoas que informaram existir poço na residência, cinco não sabiam a distância entre o poço e a fossa, e quatro afirmaram conhecer essa distância.

5.1.5. QUALIDADE DA ÁGUA

No que se refere à qualidade da água, foi perguntado o que os 86 entrevistados fazem para torná-la mais segura. Quanto ao tratamento adotado para tornar a água mais segura, 18% dos entrevistados afirmou ferver a água, 1% declararam coar com o pano,

7% adicionam cloro, 49% filtram a água, 24% não fazem nada e 1% não sabe. Nota-se que um percentual elevado de usuários nada faz; revelando que, possivelmente desconhecem os agravos à saúde relacionados ao uso da água de qualidade inadequada. A Figura 5.4 auxiliará no entendimento.

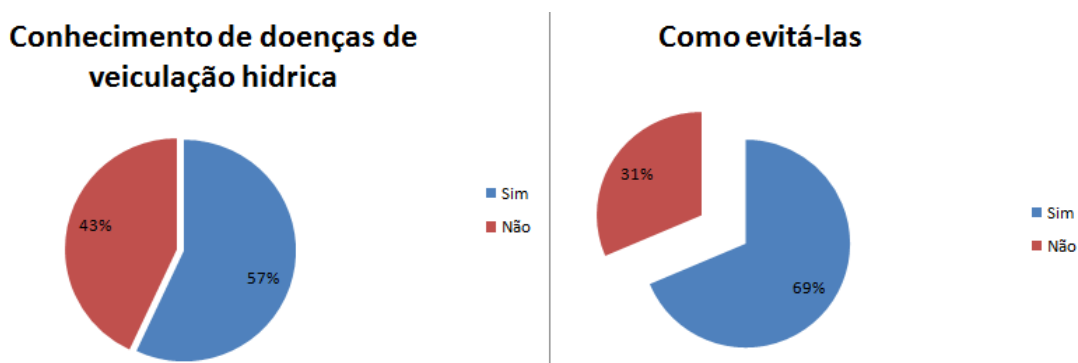
Figura 5.4: O que faz para tornar a água mais segura



Quando perguntados se tinham conhecimento sobre as doenças de transmissão hídrica e as formas de como pode evitá-las, 57% disseram que conhecem as doenças causadas pela ingestão de águas contaminadas e 69% afirmaram que sabem como evitá-las (Figura 5.5).

A falta de conhecimento sobre doenças transmitidas pela água e de como evitá-las são dados que causam muita preocupação. Como visto na revisão deste trabalho, estudos preliminares indicam que as doenças diarreicas têm aumentado no município; e a ingestão de água imprópria ao consumo pode ser uma das causas.

Figura 5.5: Conhecimento de doenças de veiculação hídrica



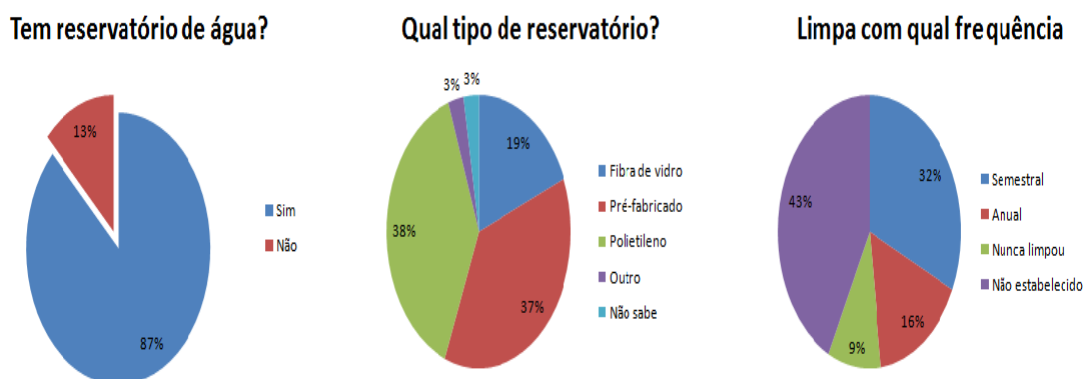
A existência de reservatórios nas residências pode atuar como fator deteriorador da qualidade da água. De acordo com Ministério da Saúde, nos domicílios, os níveis de contaminação elevam-se pela precariedade das instalações hidráulico-sanitárias, pela falta de manutenção dos reservatórios e pelo manuseio inadequado da água (BRASIL, 2006). Por esse motivo, a pesquisa considerou importante saber se existe reservatório na residência, o material do reservatório e com qual frequência é feita a higienização do mesmo.

Alegando a necessidade de armazenar água devido à descontinuidade do fornecimento da concessionária, 87% dos entrevistados responderam <sim> a existência de reservatório em sua residência. Quanto ao tipo de reservatório 37% responderam ser do tipo pré-fabricado de alvenaria, 38% de polietileno, 19% declararam ser do tipo fibra de vidro, 3% não sabiam e 3% outros.

A escolha do tipo de material do reservatório depende da necessidade de armazenamento da habitação, já que o desempenho é similar, mas outras variáveis podem influenciar na escolha, como: preço, manutenção e condições do local de instalação. Os reservatórios podem ser moldados *in loco* ou pré-fabricados, utilizando materiais como fibra de vidro, polietileno e cimento. Independente do tipo de material, o produto precisa manter níveis de potabilidade e toxicidade que não prejudiquem a qualidade da água (Leal, 2003).

Dos oitenta e seis residentes entrevistados, 9% responderam que nunca haviam limpado o reservatório, 43% informaram que não tem um tempo estabelecido. Observou-se certo constrangimento dos entrevistados ao responderem a essa questão, sendo assim pode ter ocorrido alguma omissão na resposta. A Figura 5.6 representa os dados abordados anteriormente.

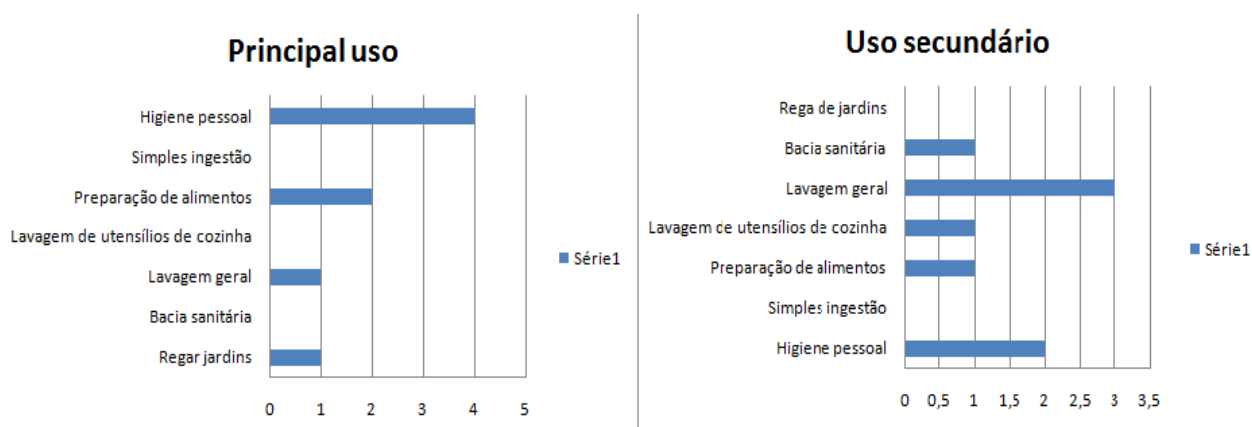
Figura 5.6: Reservatórios



5.1.6. USOS PREPONDERANTES

Sabe-se que a potabilidade da água depende de qual fim ela se destina, sendo que para consumo humano exigem-se limites mais rigorosos quanto suas características físico-químicas e biológicas. Investigou-se qual o uso principal e secundário ao qual se destina a água captada no poço. A Figura 5.7 exibe com clareza os resultados.

Figura 5.7: Usos preponderantes



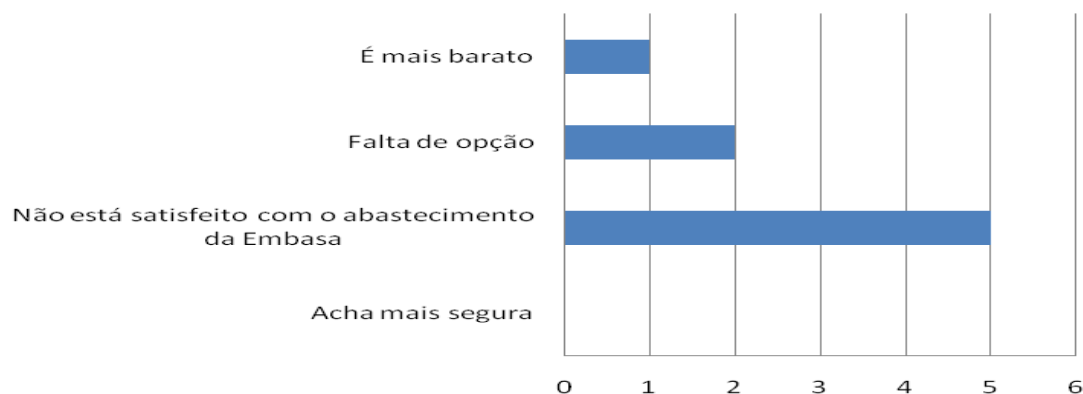
Estes resultados revelam que a água subterrânea é largamente utilizada para fins de consumo humano. De acordo com a Portaria MS 2914/2011, o consumo humano inclui a ingestão, preparação e produção de alimentos e a higiene pessoal, independentemente da origem da água.

5.1.7. PORQUE ESCOLHEU POÇO

Dos nove domicílios que afirmaram possuir poço e utilizá-lo para o abastecimento da residência, a grande maioria (seis entrevistados) respondeu que escolheu o meio alternativo por que não está satisfeito com o abastecimento da concessionária. Dois entrevistados responderam que não tem opção e somente um, declarou que acha uma forma mais barata. A Figura 5.8 representa o exposto acima.

Nota-se que o descontentamento com o abastecimento da EMBASA é um fator importante para a escolha de alternativas de abastecimento. Com isso a saúde da população corre riscos ao consumir água das quais não tem o conhecimento e o controle da qualidade.

Figura 5.8: Porque a escolha dessa alternativa (usuário de poço)



5.2. DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DOS POÇOS

Foi observado que alguns poços não apresentam conformidade de construção e/ou conservação conforme a NBR 12244:2006 (ABNT, 2006), como o ilustrado na Figura 5.9. Entre as não conformidades estão: o selo de vedação ou sanitário inadequado ou insuficiente, a inexistência de laje de proteção, a falta de tampa ou tampa inadequada; como também, foi detectada em alguns locais, a presença de pequenos animais e vetores mecânicos. Todas essas irregularidades, trazem riscos à saúde das pessoas que utilizam a água dessas fontes alternativas para consumo humano.

Tais condições construtivas, conjugadas à falta de limpeza e conservação do entorno dos poços, são fatores preocupantes. São situações que podem vir a contaminar a água subterrânea, especialmente em poços escavados com valores baixos de nível freático, os quais podem sofrer maior influência da água proveniente do escoamento superficial e futura infiltração no solo.

Figura 5.9: Poços fora de conformidade de conservação P1 e P5, respectivamente.



Fonte: Autoria própria

5.3. DAS ANÁLISES DE LABORATÓRIO

Foi muito expressiva a quantidade de amostras com presença de bactérias do grupo coliformes totais; sete das oito amostras analisadas. O ponto P6 foi o único que não acusou a presença deste grupo de bactérias. Os pontos P2, P3, P5, P7 e P8 acusaram a presença de coliformes totais nas duas amostragens.

Nos demais pontos (P1 e P4) a primeira amostragem indicou contaminação bacteriológica pelo grupo de coliformes totais, já a segunda não determinou a presença desse grupo de bactéria. A não observância da presença dos microorganismos nas duas amostras, não expressa inconfiabilidade do resultado. Pode-se explicar analisando os parâmetros físico-químicos. Nota-se que nas amostras que apontaram esta contaminação houve elevação da turbidez, da demanda química de oxigênio e dos sólidos totais e diminuição do oxigênio dissolvido, levando a crer que a contaminação por coliformes é ocasionada pela presença de matéria orgânica.

Na Tabela 5.1 são mostrados os resultados obtidos das análises de cada parâmetro. E na sequência estão os comentários sobre os resultados.

Tabela 5.1: Resultados das análises das águas de poços na primeira e segunda amostragem

Hora	Ponto de Coleta	Procedência	Amostra	Local da Coleta	Amônia mg/l	C.TO.	Cloreto mg/l	Dureza mg/l	Fe mg/l	Nitrato mg/l	pH	Sólidos Totais mg/l	Turbidez	Cor	Alcalinidade mg/l	DQO	Condutividade us/cm	O.D ppm	C.TE
		Limite Teor Portaria 2914/2011			1,5 mg/L	Ausência	250 mg/L	500 mg/l	3 mg/L	10 mg/L	6,0 a 9,5.		5 UT	15 uH					Ausência
08:10	P1	Rua B Nº 244	1	Reservatório	0,5	Presença	10,5	160	<0,25	5	4,06	0,918	0,21	< 3	0,16	18,96	825,8	4,35	Ausência
08:40			2	Poço	0,5	Ausência	8,95	175	<0,25	5	4,26	0,762	0,03	<,3	0,04	9,36	759,5	5,82	Ausência
08:20	P2	Rua C Nº166	1	Poço	1	Presença	8,6	160	<0,25	2	3,83	0,76	23	3	0,08	7,32	667,2	2,93	Ausência
08:55			2	Poço	0,25	Presença	8,75	120	<0,25	2	4,21	0,784	33,9	3	0,06	6,24	598	5,49	Ausência
08:40	P3	Rua J Nº 207	1	Poço	1	Presença	4,95	82	<0,25	2	4,09	0,496	1	<3	0,04	21,96	411,3	4,23	Ausência
09:10			2	Poço	1	Presença	4,94	70	0,25	2	4,37	0,458	0,03	<3	0,04	0	377,2	5,9	Ausência
08:55	P4	Rua B Nº 32	1	Poço	1	Presença	8,6	150	<0,25	2	3,9	0,694	28,2	3	0,12	9,76	584,3	3,28	Ausência
13:40			2	Poço	0,25	Ausência	8,5	130	<0,25	2	4,21	0,81	36,08	5	0,04	0	544,4	5,18	Ausência
09:15	P5	Rua D Nº 30	1	Reservatório	3	Presença	9,25	120	<0,25	5	3,7	0,158	0,53	<3	0,06	17,08	721,1	4,03	Ausência
15:10			2	Reservatório	3	Presença	8,45	150	<0,25	5	4,01	0,74	0,07	<3	0,16	8,58	703,8	5,59	Ausência
08:30	P6	Rua J Nº 340	1	Poço	2	Ausência	7,5	140	<0,25	5	3,98	0,64	0,13	<3	0,18	18,96	628,4	4,44	Ausência
16:40			2	Poço	0,5	Ausência	8,5	141	0,25	5	4,34	0,61	0,21	<3	0,04	9,76	663,7	4,67	Ausência
08:50	P7	Rua C Nº105	1	Poço	0,25	Presença	8,1	100	<0,25	1	3,94	0,64	0,1	<3	0,08	9,76	617,6	4,79	Ausência
17:10			2	Poço	0,25	Presença	8,3	139	<0,25	1	4	0,34	0,21	3	0,1	9,5	673,5	5,15	Ausência
13:00	P8	Rua Álvaro Nº 45	1	Reservatório	2	Presença	8,6	145,5	<0,25	5	3,85	0,88	0,52	3	0,06	7,32	778,8	5,27	Ausência
11:00			2	Reservatório	1	Presença	8,9	141	<0,25	5	3,89	0,828	0,95	3	0,08	18,96	892,4	5,14	Ausência

- *Bactérias do Grupo Coliformes (Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes)* – O ponto P₆ foi o único poço que não apresentou presença de coliformes totais. As amostras realizadas dos demais poços constataram a presença de bactérias do grupo de coliformes totais, estando, portanto não conformes ao padrão bacteriológico de potabilidade estabelecido na Portaria MS Nº 2914/11. Entretanto, todas as amostras analisadas atendem ao padrão no que se refere ao grupo de termotolerantes, pois não foi detectada presença deste grupo de bactérias em nenhuma das análises realizadas. Mesmo as amostras que apresentaram presença de coliformes totais, quando analisadas quanto ao grupo de termotolerantes, indicaram a ausência destes.
- *Cor* – O teor máximo encontrado nas análises realizadas foi 3 uH. A Portaria MS Nº 2914/11 estabelece para cor aparente o valor máximo permitido de 15 uH como padrão de aceitação para consumo humano. Portanto, os poços analisados apresentaram valores de cor da água aceitáveis.
- *Turbidez* – O valor máximo permitido pela Portaria MS Nº 2914/11 é de 5,0 UT como padrão de aceitação para consumo humano. As análises de turbidez mostraram que os pontos P₂ e P₄ apresentam valores muito acima dos limites definidos na portaria. No Ponto P₂ os valores foram 23 UT e 33,90 UT, na primeira e na segunda campanha, respectivamente. Enquanto que no Ponto P₄ os valores alcançaram 28,20 UT na primeira campanha e 36,08 UT na segunda. Estes dois poços são profundos, portanto provavelmente em captam a água em lençol confinado; de modo que o alto nível de turbidez da água foi surpreendente. Como o município ainda não dispõe de sistema de coleta de esgoto sanitário, o resultado encontrado pode ser explicado pela presença de matéria orgânica provinda das fossas sépticas, que de alguma forma, podem ter influenciado na magnitude da turbidez da água; ou também a decomposição de plantas presentes na área.
- *Sólidos Totais* – A presença elevada de sólidos totais pode expressar um mau dimensionamento dos filtros ou da má complementação do aquífero ao redor do filtro. As amostras analisadas não apresentaram excesso de sólidos totais nas águas dos poços.
- *Condutividade Elétrica* - A condutividade elétrica das amostras analisadas variou entre 400 e 900 µS.cm. A Portaria MS 2914/11 não faz referências diretas a esse parâmetro. Porém, segundo Chapman e Kimstach (1998, apud Kemerich,

2008): a condutividade elétrica em águas doces varia de 10 a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. O valor obtido das análises está dentro do padrão. Oliveira, Morais e Serzedelo (2000, apud Kemerich, 2008) reforçam que a condutividade elétrica é um indicador da presença de material orgânico recente introduzido no corpo de água. Quando a condutividade for igual ou maior do que 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, as águas estão salobras ou podem estar poluídas.

- *Dureza Total* - Os resultados mostram com clareza que dos oito pontos analisados apenas um ponto (P₃), com teores de 82,0 mg/l na primeira campanha e 70,0 mg/l na segunda, tem sua água classificada como “pouco dura”. Os sete pontos restantes se classificam como “água dura”; ou seja, possuem teores superiores a 100,0 mg/l. Todavia, a dureza da água destes poços está em conformidade se os teores encontrados forem confrontados com o limite estabelecido na Portaria MS 2914/11, que é de 500,0 mg/l.
- *Ferro* - Todos os poços apresentaram teores de ferro abaixo do limite de potabilidade. Houve uma pequena variação nos resultados dos pontos P₃ e P₆ que pode ser explicado por um erro de leitura, já que o método é de comparação visual, portanto suscetível a erros.
- *pH* - Nos poços estudados, os resultados de pH indicaram águas ácidas, com teores variando na faixa de 3,28 a 4,37. Estas águas são mais leves, pouco mineralizadas e mais fáceis de serem ingeridas. A Portaria MS N° 2914/ recomenda que o pH da água para consumo humano seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição. Vale resaltar, que o consumo de água com valores de pH muito abaixo de 7 (neutro) não é recomendado devido a característica de acidez da água.
- *Alcalinidade* - Dependendo do pH da água, podem ser encontrados os seguintes compostos: valores de pH acima de 9,4: hidróxidos e carbonatos (alcalinidade cáustica); valores de pH entre 8,3 e 9,4: carbonatos e bicarbonatos; valores de pH entre 4,4 e 8,3: apenas bicarbonatos. Como o pH das águas analisadas foram entre 3,28 a 4,37, a alcalinidade das águas muito provavelmente é devido a presença de bicarbonato.
- *Cloretos* - Os valores de cloretos encontrados nas amostras estão dentro da faixa considerada de normalidade e não representam riscos a saúde humana, de acordo com a legislação vigente. A Portaria MS N° 2914/11 estabeleceu o teor de 250 mg/L como valor máximo permitido para água potável.

- *Oxigênio Dissolvido* - As amostras dos pontos P2 e P4 apresentaram grandes variações na medição do Oxigênio Dissolvido. No ponto P2 foram obtidos 2,93 e 5,49 PPM, respectivamente na primeira e segunda campanha. E no ponto P4 os resultados foram 3,28 e 5,18 PPM, respectivamente. Trata-se de um parâmetro muito instável, o que pode explicar esta variação. Apesar de algumas amostras estarem acima e outras abaixo do valor normalmente encontrado, a média das amostras se enquadram no valor estipulado por Feitosa (1997) como normalmente encontrado em águas subterrâneas.
- *Amônia* – Das amostras analisadas observa-se que os teores medidos nos pontos P5, P6 e P8 excedem ao limite da Portaria MS Nº 2914/11, que é de 1,5 mg/L, em pelo menos uma das campanhas. No ponto P5, o limite foi excedido nas duas campanhas, pois teor encontrado nas duas amostras foi de 3,0 mg/L. Nos pontos P6 e P8 o limite foi excedido na primeira campanha (P6 = 2,0 mg/L e P8 = 2,0 mg/L). Este resultado é revelador; pois a amônia é um possível indicador de contaminação bacteriana de água, esgoto ou dejetos de animais (OMS, 2011)
- *Nitrato* – Os valores de nitrato das amostras então de acordo com o padrão de potabilidade exigido pela Portaria MS Nº 2914/11. Entretanto, a existência de quatro pontos (P1, P5, P6 e P8), ou seja, 50% dos poços amostrados, com teores de 5,0 mg/L evidencia a necessidade de que estes pontos sejam monitorados, pois a ocorrência de nitrato em águas subterrâneas pode ser associada a eliminação de águas residuárias e a oxidação de resíduos de produtos nitrogenados em excretas humanas e animal, incluindo as fossas sépticas. Algumas águas subterrâneas também podem ter contaminação por nitrato como uma consequência da lixiviação natural de vegetação (OMS, 2011). O nitrato está associado a ocorrência de *metemoglobinemia* em bebês que tomam mamadeira (OMS, 2011).
- *Demanda Química de Oxigênio (DQO)* – Os pontos apresentaram valores baixos de DQO durante o período da coleta, chegando ao máximo de 21 mg/L e o mínimo de 6 mg/L.

Em resumo, todos os poços amostrados estão em conformidade no que se refere às características físicas de cor, sólidos totais e condutividade. Entretanto, quanto ao padrão de turbidez, dois dos oito poços analisados apresentaram não conformidade com os limites estabelecidos.

No que se refere às características químicas, embora a quase totalidade dos parâmetros atenda aos padrões estabelecidos; a concentração de amônia fora dos limites recomendados e a presença de nitrato, embora ainda em conformidade, causa apreensão.

Entretanto, a maior preocupação está relacionada aos péssimos resultados para os exames bacteriológicos, pois apenas um dos poços está em conformidade com a norma de potabilidade.

5.4. ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Os índices de qualidade de água são ferramentas apropriadas para complementar as informações sobre a avaliação de qualidade de mananciais, superficiais e subterrâneos. Dentre os índices mais utilizados está o IQA utilizado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), que no seu cálculo admite nove substâncias para as quais estabelece pesos e notas, de acordo com a relevância do parâmetro na qualidade do recurso. Os parâmetros utilizados no índice são: Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Totais e Turbidez.

Este trabalho se apropriou da formulação de IQA utilizada pela CETESB (2013), e fez algumas modificações para adequá-la aos parâmetros disponíveis. Deste modo, foram usados os parâmetros: Coliformes termotolerantes, Turbidez, Nitrato, pH, OD e Sólidos Totais; e para os parâmetros não disponíveis adotou-se a nota = 100 (ótima). Os resultados mostrados nas Tabela 5.2 e 5.3, revelam que o conjunto de águas amostrado tem boa qualidade, segundo classificação CETESB ($52 \leq \text{IQA} < 80 = \text{Boa}$); todavia são águas inapropriadas para o consumo humano, que só é recomendado para águas com $\text{IQA} > 80$ (Ótima).

Tabela 5.2 – Concentração de Parâmetros para IQA das Amostras da Primeira Campanha

Procedência da Amostra	Amostra	C.TE. UFC/100MI	Turbidez UT	NO3 mg L ⁻¹	pH	Temperatura °C	OD mg L ⁻¹	DBO mg L ⁻¹	Fosfato mg L ⁻¹	Resíduos Totais mg L ⁻¹
	Limite Resolução CONAMA Nº396/2008	Ausente	Portaria MS 5	10 mg/L	6					
	VALOR DE REFERÊNCIA (OMS)	Ausente	4	11 mg/L						
Rua B Nº 244	01/2013	0,00	0,21	5	4,06	Resultados não disponíveis	4,35	Resultados não disponíveis	Resultados não disponíveis	536,77
Rua C Nº166	01/2013	0,00	23,00	2	3,83		2,93			433,68
Rua J Nº 207	01/2013	0,00	1,00	2	4,09		4,23			267,35
Rua B Nº 32	01/2013	0,00	28,20	2	3,90		3,28			379,80
Rua D Nº 30	01/2013	0,00	0,53	5	3,70		4,03			468,72
Rua J Nº 340	01/2013	0,00	0,13	5	3,98		4,44			408,46
Rua C Nº105	01/2013	0,00	0,10	1	3,94		4,79			401,44
Rua Álvaro Nº 45	01/2013	0,00	0,52	5	3,85		5,27			506,22

Tabela 5.3 – IQA das Amostras da Primeira Campanha

Procedência da Amostra	Amostra	C.TE. UFC/100mL	Turbidez UT	NO3 mg L ⁻¹	pH	Temperatura °C	OD mg L ⁻¹	DBO mg L ⁻¹	Fosfato mg L ⁻¹	Resíduos Totais mg L ⁻¹	WQINSF	
Rua B Nº 244	01/2013	100,00	100,00	74,67	11,18	100,00	50,68	100,00	100,00	32,00	60,72	
Rua C Nº166	01/2013	100,00	46,69	89,97	9,23	100,00	34,13	100,00	100,00	41,31	54,29	
Rua J Nº 207	01/2013	100,00	97,44	89,97	11,47	100,00	49,28	100,00	100,00	64,46	65,19	
Rua B Nº 32	01/2013	100,00	40,40	89,97	9,78	100,00	38,21	100,00	100,00	48,81	55,82	
Rua D Nº 30	01/2013	100,00	99,48	74,67	8,32	100,00	46,95	100,00	100,00	36,44	58,43	
Rua J Nº 340	01/2013	100,00	100,00	74,67	10,45	100,00	51,73	100,00	100,00	44,82	62,10	
Rua C Nº105	01/2013	100,00	100,00	95,07	10,11	100,00	55,80	100,00	100,00	45,80	64,29	
Rua Álvaro Nº 45	01/2013	100,00	99,52	74,67	9,38	100,00	61,39	100,00	100,00	32,00	61,41	

6. CONCLUSÕES

A seguir são apresentadas as principais conclusões da investigação realizada neste trabalho. São abordados os aspectos de controle e vigilância da qualidade da água no município de Cruz das Almas, as condições de uso das soluções alternativas, e também a qualidade da água explorada nos poços particulares na área de recorte aqui abordada. Também são feitas considerações sobre os limites e possibilidades de usos das águas subterrâneas captadas nos poços particulares e recomendações para segurança dos usuários. E finalmente, são expostas algumas oportunidades de trabalhos complementares.

6.1. CONTROLE E VIGILÂNCIA DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Este trabalho permitiu saber que o município de Cruz das Almas tem uma deficiência muito grande no controle da qualidade da água consumida na cidade. As pesquisas nos órgãos de saúde do município evidenciaram sérias lacunas no cumprimento das determinações do Ministério da Saúde; que podem se refletir em agravos à saúde da população usuária das soluções alternativas para abastecimento de água.

Além do descumprimento da legislação por parte dos órgãos públicos, a pesquisa também revelou que parte da população desconhece os riscos à que está exposta quando consome água de origem duvidosa.

Estas situações mostram a oportunidade, a necessidade e a responsabilidade dos órgãos públicos em controlar, fiscalizar e educar os munícipes no uso da água segura, para fins potáveis.

Vale ressaltar que, o Art. 4º das disposições gerais da Portaria MS 2914/2011, estabelece que toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água (BRASIL, 2011). E que o Art. 16º deste mesmo instrumento, determina que a água proveniente de solução alternativa coletiva ou individual, para fins de consumo humano, não poderá ser misturada com a água da rede de distribuição; o que, dentre outras prerrogativas, permite ao usuário a garantia dos seus direitos relacionados à qualidade da água fornecida pela concessionária.

6.2. CONDIÇÕES DE USO DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS

As entrevistas com os usuários das soluções alternativas individuais revelaram que o principal motivo para a escolha deste tipo de solução é o descontentamento com o abastecimento coletivo prestado pela concessionária de serviços de saneamento do município. Como também revelaram que a solução alternativa é largamente utilizada para fins de consumo humano.

As visitas realizadas aos domicílios, documentadas em registros fotográficos, mostraram que alguns poços operam de forma precária, e apresentam irregularidades do ponto de vista construtivo e de manutenção.

A pesquisa também mostrou que as águas explotadas nos poços particulares na área de recorte não estão de acordo com os padrões de potabilidade previstos na legislação vigente no país. Por outro lado, revela-se a deficiência do controle e vigilância da qualidade da água nas soluções individuais existentes no município.

Além disso, ao substituir o abastecimento coletivo pela solução individual, com a percepção de que o atendimento da concessionária é precário, o usuário perde em segurança.

Portanto, fica evidente que a água das soluções individuais de poços particulares está inadequada ao consumo humano e sua utilização para fins potáveis coloca em risco a saúde dos moradores do bairro do INOCOOP. Entretanto essas águas podem ser utilizadas para fins não nobres, como: regar jardins, lavagem em geral, bacia sanitária e outros usos não potáveis.

6.3. AÇÕES RECOMENDADAS

Faz-se necessário a implantação de ações educativas interinstitucionais, como por exemplo, convênios entre a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, a Secretaria Municipal de Vigilância e Saúde, a concessionária prestadora do serviço de abastecimento de água e a comunidade de moradores; com o objetivo de esclarecer a população sobre a importância do consumo de água de qualidade adequada e os riscos que o consumo de água contaminada traz a saúde. São atitudes que podem render grandes benefícios. Para a Universidade, pela oportunidade de prestar serviços à comunidade. Para a municipalidade, pois ações desta natureza possibilitam mudanças de hábitos que podem diminuir a pressão sobre a infraestrutura de saúde. E para a

concessionária, pois resgata clientes que migraram dos serviços e presta esclarecimentos à comunidade sobre controle exercido na qualidade da água distribuída.

Sugere-se ainda que a Secretaria Municipal de Vigilância e Saúde adote procedimentos de fiscalização mais efetiva sobre a qualidade da água consumida pela comunidade cruz-almense, principalmente àqueles que vivem em bairros mais carentes, onde estão mais expostos às doenças evitáveis.

6.4. PERSPECTIVAS DE PESQUISAS COMPLEMENTARES

Para avaliar de forma inequívoca a utilização de água subterrânea no município de Cruz das Almas, é oportuno ampliar o recorte para contemplar toda a área urbana, e em seguida a zona rural. Deste modo, o número de pessoas entrevistadas será ampliado; e as respostas aos questionários podem revelar outros comportamentos e outros usos da água. A pesquisa pode ser conduzida bairro a bairro, quando também podem ser revelados diferentes dados demográficos e outros hábitos de consumo. Desta maneira, pode-se estender a pesquisa para estudos comparativos sobre comportamento associado à faixa etária, renda familiar e escolaridade, como também o bairro onde reside.

Novas pesquisas também são oportunas para avaliar a influência das atividades, exercidas na região de estudo, no tipo de contaminação encontrado. A qualidade da água pode ser afetada, por exemplo, pela presença de cemitérios, postos de combustíveis e oficinas mecânicas.

Outras investigações complementares referem-se ao monitoramento temporal da qualidade das águas subterrâneas. Assim, é muito oportuno que sejam realizadas novas campanhas de coleta de amostras e análises dos parâmetros de investigação mínima de qualidade; e mais adiante que os resultados sejam comparados com as campanhas realizadas neste trabalho.

Também são relevantes, pesquisas nos documentos e relatórios de monitoramento da Agência Nacional de Águas (ANA); do Serviço Geológico do Brasil (CPRM); e no âmbito estadual, minerar os dados do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Os resultados das investigações podem corroborar com os arquivos existentes, mas também podem revelar informações discordantes entre as instituições; que podem ser confrontadas com dados primários gerados localmente, e posteriormente atualizados em todas as esferas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAS (2013) - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Disponível em <www.abas.gov.br> Acessado em agosto de 2013.
- ABDALLA, Kênia Victória. et al. Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de rosário-ma. XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT/ NBR 13736 (Nov/1996).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT/ NBR 10357 (Jul 1988)
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Construção de poço para captação de água subterrânea: NBR 12244. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAKTsAD/nbr-12244-construcao-poco-captacao-agua-subterranea>> Acesso em 09 de outubro de 2013
- ALMEIDA, Rosa Santana de. Índice de Qualidade de Uso da Água Subterrânea (E-IQUAS): uma metodologia de modelagem numérica flexível. Tese (Doutorado em Energia e Ambiente) – Centro Interdisciplinar em Energia e Ambiente, Universidade Federal da Bahia (UFBA, BA), Salvador, 2012.
- ANA (2009)- Agência Nacional de Águas. Disponível em <http://pnqa.ana.gov.br/rede/rede_informacoes.aspx> Acessado em agosto de 2013.
- BAHIA. LEI N° 11.612 de 08 de Outubro de 2009
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1998.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual Prático de Análise de Água. Brasília: Funasa, 2009.
- BRASIL. Lei nº. 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 de setembro de 1981. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L6938org.htm>>. Acesso em 13 de junho 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreta o Código de Águas. Decreto N° 24.643.

Diário Oficial da União 1934.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução Nº 303/2002, que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, e também conceitua as nascentes como exutório de águas subterrâneas. Diário Oficial da União 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução Nº 335/2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Diário Oficial da União 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução Nº 357/2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água superficial e diretrizes ambientais para enquadramento, bem como estabelece as condições padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União 2005

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução Nº 396, DE 03 DE ABRIL DE 2008 - Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Diário Oficial da União 2008; 03 de abril.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução n.º107. Estabelece as diretrizes e critérios a serem adotados para o planejamento, a implantação e a operação de Rede Nacional de Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de Águas Subterrâneas Brasília: Conselho Nacional de Recursos Hídricos. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Boas Práticas no Abastecimento de Água: procedimento para a minimização de riscos a saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Manual de Orientação para Cadastramento das Diversas Formas de Abastecimento de Água. Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

CAMPOS, Tiago de Sousa. Avaliação dos Valores de Nitrato em Águas Subterrâneas e Sua Correlação Com Atividades Antrópicas no Município de Águas Lindas de Goiás. Disponível em: <<http://www.cpgls.ucg.br/ArquivosUpload/1/File/V%20MOSTRA%20DE%20PRODUO%20CIENTIFICA/SAUDE/86.pdf>> Acesso em: 25. Ago.2013

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, São Paulo. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>> Acesso em: 28 de Ago 2013.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS. Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS web - Acessado em agosto, 2013.

CUSTÓDIA E LLAMAS, 1983. Disponível em: <http://www.bdt.d.ufpe.br/tedesimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1071> Acesso em 02.Agosto.2013.

DANIEL, Mariely Helena Barbosa. Caracterização do perfil do nitrato na água para consumo humano do município de Natal-RN no ano de 2007. Monografia (especialização) -Universidade de Brasília. 2008.

FEITOSA, A C.F.; MANOEL FILHO, J. Hidrogeologia - Conceitos e Aplicações; CPRM -Serviço Geológico do Brasil, Fortaleza: Editora Gráfica LCR, 1997.

GOOGLE EARTH – MAPAS. [Hptt://maps.google.com](http://maps.google.com). Consulta realizada em outubro de 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Cruz das Almas: Censo 2012.

IRITANI, Mara Akie; EZAKI, Sibebe. As águas subterrâneas no estado de São Paulo. São Paulo - Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA, 2008.

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha. Água Subterrânea e a Saúde da Comunidade em bairro de Santa Maria- RS. 2008. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Rio Grande do Sul. 2008.

LEAL, U. Poucas diferenças nas caixas d'água industrializadas. Revista Técnica, São Paulo, maio 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE- MMA (2013) Águas subterrâneas no Brasil. Disponível em< <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas>> Acesso em 23 de setembro de 2013.

OLIVEIRA, Daniela Alves. Avaliação do teor de Ferro em Águas Subterrâneas de Alguns Poços Tubulares, no Plano Diretor de Palmas- To. Disponível em< <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/gilda.pdf>> Acesso em: agosto de 2013.

SOUZA, Márcia Maria dos Santos. A dominialidade das águas e a questão das fontes situadas em propriedade privada. Disponível em: < http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=5926> Acesso em 02.Agosto.2013.

SOUZA, Lais Secundino de. Retrato da doença diarreia no Brasil, na Bahia e na cidade de Cruz das Almas. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2011.

ZIMBRES, E. Água Subterrânea. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/aguasubterranea.htm>> Acesso em 9 de abril 2013.

VON SPERLING, M., 1996. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade. Federal de Minas Gerais.

APÊNDICES

APÊNDICE A– PARÂMETROS AMOSTRADOS E MÉTODOS DE ANÁLISE

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO

NOME: Alcalinidade

UNIDADE: mg/ L

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Titulométrico com indicador

MATERIAL NECESSÁRIO

1. Erlenmeyer de 250 mL
2. Proveta de 100 mL
3. Bureta de 25 mL
4. Suporte universal
5. Garra para bureta
6. Solução de H₂SO₄ (ácido sulfúrico) 0,02 mol/L
7. Solução de fenolftaleína, solução de metil Orange

TÉCNICA

1. Transferir 100 mL da amostra para um *erlenmeyer*, utilizando a proveta.
2. Adicionar sobre a mesma amostra ainda no *erlenmeyer*, 3 gotas de metil Orange e se a amostra ficar amarela, titular com H₂SO₄ 0,02 mol/L até atingir a coloração levemente avermelhada e anotar o volume gasto de titulante.

CÁLCULO

O Resultado é expresso pela fórmula: $mg \frac{CaCO_3}{l} = \frac{V_1 \times 0,02 \times 1000}{V_a}$ na qual,

- V₁= Volume (mL) de solução de H₂SO₄ gasto na titulação.
- V_A= Volume (mL) da amostra.

OBSERVAÇÕES

Como o pH das amostras foi menor que 8 a água não possuiu alcalinidade à fenolftaleína.

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO

NOME: Amônia

UNIDADE: mg/ L

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Comparação visual

TÉCNICA

1. Alfa Kit

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO

NOME: Bacteriológico

UNIDADE: UFC/100 ml

TÉCNICA

1. Alfa Kit

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO

NOME: Cloreto

UNIDADE: mg/ L

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Titulação com nitrato de prata.

MATERIAL NECESSÁRIO

1. Bureta de 50 mL,
2. Becker e frasco de erlenmeyer de 250 mL,
3. Medidor de pH,
4. Proveta de 100 mL
5. Solução padrão de Nitrato de Prata 0,0141N
6. Hidróxido de sódio 1N
7. Ácido Sulfúrico 1N
8. Solução Indicadora de Cromato de Potássio.

TÉCNICA

1. Colocar 100 mL da amostra usando a proveta no erlenmeyer, caso for preciso, ajustar o pH entre 7 e 10, usando NaOH e H₂SO₄
2. Adicionar 1 mL da solução Indicadora
3. Titular com a Solução Padrão de Nitrato de Prata 0,0141 N até a viragem para amarelo avermelhado que é o ponto final da titulação.
4. Fazer um branco da mesma maneira que a amostra

CÁLCULO

$\frac{mg}{l} de\ cl = (A - B) \times N \times 35.450$ na qual,

A= Volume (mL) do titulante gasto da amostra

B= Volume (mL) do titulante gasto no branco

N = Normalidade do titulante.

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO

NOME: Condutividade

UNIDADE: us/cm

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Condutivimétrico

MATERIAL NECESSÁRIO

1. Becker
2. Condutivímetro

TÉCNICA

1. Calibrar o aparelho conforme indicações do fabricante.
 2. Colocar a amostra no Becker e executar a medição com o condutivímetro.
-

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO

NOME: Cor

UNIDADE: uH

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Comparação visual

TÉCNICA

1. Alfa Kit

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO

NOME: Demanda Química de Oxigênio

UNIDADE: mg O₂/L

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Refluxo fechado titulométrico

MATERIAL NECESSÁRIO

1. Bloco digestor (100°)
2. Estante para frascos de digestão de amostra de 2,5 mL
3. Frascos de digestão de amostra de 2,5 mL
4. Pipetas volumétricas de 2 e 5mL
5. Bureta de 25 mL
6. Dicromato de potássio (solução digestora)
7. Solução de ácido sulfúrico com sulfato de prata
8. Sulfato ferroso amoniacal.

TÉCNICA

1. Colocar no frasco de digestão 2,5 mL da amostra, 1,5 mL de solução digestora e 3,5 da solução de ácido sulfúrico com sulfato de prata e homogeneizou. Preparar duplicata.
2. Preparar um branco (duplicata) usando um volume de água destilada igual ao da amostra e adicionar os reagentes.
3. Levar para o bloco digestor por duas horas
4. Esperar esfriar e titular com sulfato ferroso amoniacal até a viragem de cor e anotar o volume de titulante gasto

CÁLCULO

DQO em mg O₂/L = $\frac{(V_b - V_a) \times N \times 8000}{\% \text{ de diluição}}$ na qual,

V_a = Volume (mL) de solução gastos na titulação da amostra

V_b = Volume (mL) de solução gastos na titulação do branco

N = Normalidade

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO

NOME: Dureza total

UNIDADE: mg/ L

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Comparação visual

TÉCNICA

1. Alfa Kit

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO

NOME: Nitrato

UNIDADE: mg/ L

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Comparação visual

TÉCNICA

1. Alfa Kit

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO

NOME: Oxigênio Dissolvido

UNIDADE: mg/ L

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Eletrométrico

MATERIAL NECESSÁRIO

1. Becker de 100 ml,
2. Oxímetro
3. Lenço de papel
4. Água destilada

TÉCNICA

1. Colocar a amostra no becker e executar a medição com o oxímetro

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO

NOME: pH

UNIDADE: : us/cm

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: potenciométrico

MATERIAL NECESSÁRIO

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">3. Becker4. Phmetro |
|--|

TÉCNICA

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">3. Calibrar o aparelho conforme indicações do fabricante.4. Colocar a amostra no Becker e executar a medição com o phmetro. |
|--|

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO

NOME: Sólidos Totais

UNIDADE: mg/ L

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Gravimétrico

MATERIAL NECESSÁRIO

1. Cápsulas de porcelana
2. Dessecador, mulfla (550°)
3. Estufa (105°),
4. Banho Maria (100°)
5. Balança analítica
6. Pinça metálica
7. Proveta de 50 mL.

TÉCNICA

1. Colocar a cápsula vazia na mulfla por 1 hora, em seguida colocar para esfriar no dessecador por 40 minutos.
2. Pesar (p1).
3. Colocar 50 mL da amostra na cápsula e levar ao banho maria até evaporar tudo.
4. Colocar a cápsula na estufa por 1 hora.
5. Colocar a cápsula do dessecador por mais 40 minutos.
6. Pesar (p2).

CÁLCULO

Expressão do resultado: $St = \frac{(p2-p1) \times 1000}{V}$ na qual,

ST= sólidos totais, em mg/L.

p2= massa da cápsula com resíduo total (mg).

p1= massa da cápsula vazia, em mg.

V = volume da amostra em mL

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO DO PARÂMETRO

NOME: Turbidez

UNIDADE: UNT (NUT).

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Nefelométrico

MATERIAL NECESSÁRIO

1. Turbidímetro,
2. Papel absorvente macio,
3. Béquer de 100 mL
4. Cubeta.
5. Água destilada

TÉCNICA

1. Calibrar o aparelho como indica o fabricante
2. Homogeneizar a amostra de água, para dispersar as partículas.
3. Encher o tubo de vidro (cubeta) com a amostra.
4. Inserir a cubeta no turbidímetro e fazer a leitura diretamente seguindo as instruções de operação do manual do turbidímetro

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO

QUESTIONÁRIO - Procedimento investigativo para caracterização da qualidade e dos usos preponderantes da água subterrânea na zona urbana do município de Cruz das Almas (BA)

Dados gerais				
Logradouro:		Nº da Unidade:		
Escolaridade do grupo familiar		Renda familiar		
Sem estudo Ensino fundamental Ensino médio Ensino superior		Menos de um salário mínimo De 1 a 3 salários mínimos 3 a 5 salários mínimos		5 a 10 salários mínimos 10 a 20 salários mínimos Mais de 20 salários mínimos
Abastecimento de água				
A água da casa é provida de onde? Rede (Embasa) Poço individual Rede e Poço		Porque a escolha dessa alternativa? Considera mais segura Não está satisfeito com o abastecimento da Embasa Falta de opção É mais barato		Existe poço na residência? Sim Não
Se nas questões acima respondeu sim para a existência de poço				
Situação do poço Em operação Paralisado Não instalado Abandonado		Situação Sanitária do poço Boa Regular Péssima		
Qual tipo de poço?		Qual a profundidade?		
Esgoto doméstico				
Destino do esgoto doméstico Fossa seca Fossa séptica Rede pública		Você sabe a distância do seu poço para sua fossa? Sim Não		
Qualidade da água				
O que costuma fazer para tornar a água mais segura?				
Ferve Côa através de um pano Filtra		Adiciona cloro Não sabe Nada		
Tem algum conhecimento sobre doença de transmissão hídrica? Sim Não		Tem algum conhecimento de como pode evitá-las? Sim Não		
Tem reservatório de água?	Qual tipo?		Limpa com qual frequência?	
Sim Não	Fibra de vidro Pré- fabricado	Polietileno Outro	Semestral Anual	Nunca limpou Não estabelecido
Qual o principal o uso ao qual se destina a água captada no poço?				
Simplex Ingestão () Preparação de Alimentos () Higiene Pessoal () Lavagem de Utensílios de Cozinha () Lavagem Geral () Bacia Sanitária () Rega de Jardins ()				
Qual o segundo uso ao qual se destina a água captada no poço?				
Simplex Ingestão () Preparação de Alimentos () Higiene Pessoal () Lavagem de Utensílios de Cozinha () Lavagem Geral () Bacia Sanitária () Rega de Jardins ()				

**ANEXO A – CADASTRO DE SOLUÇÃO ALTERNATIVA INDIVIDUAL E
COLETIVA- SISAGUA**

Quadro 1: Cadastro das Soluções Alternativas Individuais

Número	Código da SAI	Nome do Grupo de domicílios
1	126256	Armarinho NT
2	117338	Armarinho TN
3	63107	Bar SO Lorencio
4	64833	Casa de Cascão
5	30872	Casa de Franio
6	63108	Casa de Galego Policial
7	63109	Casa de Humberto Brandão
8	126008	Casa de Terencio Silva
9	30500	Cisterna de Lucimar
10	44796	Fonte do Sr. Antonio
11	29322	João da Silva
12	126483	Jonas Pacheco
13	126017	Jorge de Jesus Souza
14	63105	Poço da casa de Vando
15	44793	Poço da casa de Consuelo
16	44792	Poço da casa de Jandira
17	44794	Poço da casa Valeria
18	63106	Poço da Horta
19	44783	Poço de Rita R. dos Santos
20	44784	Poço de Sonia S dos santos
21	30866	Poço do pai de Ronaldo motorista
22	117347	Residência de Anina M. Neves
23	126287	Residência de Anita M. Neves

Número	Código da SAI	Nome do Grupo de domicílios
24	126479	Residência de Anteria Silva
25	117340	Residência de Apolonio
26	126263	Residência de Apolonio
27	126289	Residência de Apolonio
28	126003	Residência de Balbino Pinto
29	117339	Residência de Djalma
30	126288	Residência de Djalma
31	126261	Residência de Djalma
32	126021	Residência de Domingas
33	126004	Residência de Elielson Barbosa
34	126285	Residência de Evandro Garcia
35	117345	Residência de Evandro
36	126283	Residência de George
37	117342	Residência de George
38	117343	Residência de George
39	126015	Residência de Jose Ailton
40	126019	Residência de Jose Mário
41	126000	Residência de Maria Damiana
42	126006	Residência de Maria de Lurdes
43	126014	Residência de Maria do Carmo
44	126290	Residência de Marinalva
45	126268	Residência de Marinalva
46	117341	Residência de Marinalva
47	126013	Residência de Paulo Almeida
48	126284	Residência de Paulo Ribeiro

Número	Código da SAI	Nome do Grupo de domicílios
49	117344	Residência de Paulo Motorista
50	126286	Residência de Ronaldo
51	117346	Residência DE Ronaldo Santana
52	126001	Residência de Valmir do Carmo Santana
53	126012	Residência de João Paulo
54	126018	Residência de Aflaviano dos Santos

Fonte: Adaptado da SISAGUA- Secretária de Vigilância em Saúde

► Cadastro da Solução Alternativa Coletiva- SAC

Pesquisa de SAC's já cadastrados

UF:

BA

Município:

CRUZ DAS ALMAS

Cód. Município:

290980

Pesquisar

Soluções Alternativas Coletivas Cadastradas

Código da SAC	Nome da SAC
60331 /	ARACA
60480 /	BIBI CALCADOS
20138 /	BICA DA SAPUCAIA
21002 /	CACIMBA DA LINHA
29134 /	CASA DO PAO
21415 /	CHAFARIZ DA SAPUCAIA
60472 /	CHAFARIZ DA TAPERA
60474 /	CHAFARIZ DO CADETE
60328 /	CHAFARIZ DO TUA
60330 /	CHAFARIZ DOS POCOES
29143 /	COEGIO DA EMBIRA
29133 /	COLEGIO ÇEAT
60329 /	COLEGIO ESTADUAL LUCIANO PASSOS
29136 /	COLEGIO JB
34869 /	CRECHE MARIA BORBA
60223 /	DELICATESSEN E PANIFICADORA PARATY
60224 /	ESCOLA 29 DE JULHO
34867 /	ESCOLA CONDE BARBOSA
60418 /	ESCOLA DA GURUNGA
60478 /	ESCOLA MARIA PEIXOTO
34868 /	ESCOLA MARIA PEIXOTO BARBOSA
60476 /	ESCOLA MUNICIPAL CONDE BARBOSA
60477 /	ESCOLA MUNICIPAL PAC ADELIZA MONTNEGRO
60222 /	ESCOLA SONHO ENCANTADO
60481 /	ESTADIO MUNICIPAL
60475 /	FABRICA DE BEIJU DOIS IRMOS
21417 /	FONTE 02 - BANHEIRO
21420 /	FONTE DA CACIMBA 1
21421 /	FONTE DA CACIMBA 2
21003 /	FONTE DA CACIMBA I
21004 /	FONTE DA CACIMBA II
20999 /	FONTE DA LINHA 02 - BANHEIRO
21015 /	FONTE DA SAPUCAIA
20997 /	FONTE DA TIC-TAC
27106 /	FONTE DE GOLO
21418 /	FONTE MUNICIPAL DA LINHA 03
21001 /	FONTE PRINCIPAL DA LINHA
21416 /	FUNDO DA IGREJA
20998 /	FUNDO DA IGREJA DA LINHA
73642 /	LIDER CURSOS
60482 /	MATERIAL DE CONSTRUCAO CASA NOVA
60411 /	MERCADO MUNICIPAL
60324 /	PANIFICADORA LITALAY
35889 /	POCO 01 DO ESTADIO - LADO DIREITO
35891 /	POCO 02 DO ESTADIO - LADO ESQUERDO
35893 /	POCO DA BELODONT0
56988 /	POCO DA ESCOLA DA GURUNGA
23545 /	POCO DA ESCOLA PESTALOZZI
20137 /	POCO DA POUSADA CRUZ DAS ALMAS
21037 /	POCO DA POUSADA DE THEMIS
20136 /	POCO DA POUSADA SUMAUMA
20140 /	POCO DA RODOVIARIA
29131 /	POCO DO AABB
27102 /	POCO DO ATERRO SANITARIO
29130 /	POCO DO CLUBE LARANJEIRAS
20995 /	POCO DO COLEGIO CEC
20994 /	POCO DO COLEGIO VIRGILDASIO SENA
23543 /	POCO DO COLGIO CEC
23540 /	POCO DO COLGIO VIRGILDASIO SENA

60

27101

3

POCO DO IPER

27095

POCO D

2

20996

23548

P

72

2

60327

A

VIARIA

29140

84

5

66

17