



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE EDUCAÇÃO-CEDUC
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOAMBIÊNCIA E
RECURSOS HÍDRICOS DO SEMIÁRIDO

CRISLÂNNE LEMOS VIRIATO

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA
ARMAZENADA EM CISTERNAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

CAMPINA GRANDE – PB

AGOSTO DE 2011

CRISLÂNNE LEMOS VIRIATO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA
ARMAZENADA EM CISTERNAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento dos requisitos necessários para a obtenção do título de Especialista em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido.

Orientador: Prof^o Dr Hermes Alves de Almeida

Campina Grande-PB

Agosto de 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

V818c Viriato, Crislânne Lemos.

Caracterização físico-química e bacteriológica da água armazenada em cisternas no semiárido paraibano. [manuscrito]: / Crislânne Lemos Viriato. – 2011.

104 f.: il. color.

Digitado.

Monografia (Especialização em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido). Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2011.

“Orientação: Prof. Dr. Hermes Alves de Almeida”, Departamento de Geografia”.

1. Captação da água da chuva 2. Semiárido 3. Cisternas 4. Qualidade da água I. Título.

21. ed. CDD 631.7

TERMO DE APROVAÇÃO

CRISLÂNNE LEMOS VIRIATO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA
ARMAZENADA EM CISTERNAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento dos requisitos necessários para a obtenção do título de Especialista em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido.

Aprovada em : 08/08/2011

BANCA EXAMINADORA:

Hermes Alves de Almeida:

Prof^o Dr Hermes Alves de Almeida

Orientador

José Augusto de Souza

Ms. José Augusto de Souza

Examinador Externo

Marília Maria Quirino Ramos

Prof^a Ms. Marília Maria Quirino Ramos

Examinadora Interna

*À minha querida mãezinha Maria de Lourdes
Lemos Viriato, ao meu esposo Hélio Sidney e ao
meu filho Henry Sidney. DEDICO.*

AGRADECIMENTOS

A DEUS pela sua infinita bondade e misericórdia, por toda oportunidade que me foi dada e pela capacidade de realização desta pesquisa principalmente nas horas mais difíceis;

“O coração do homem dispõe o seu caminho, mas é o Senhor quem dirige seus passos” (Provérbios 16:9)

Ao meu esposo Hélio Sidney pelo seu amor e companheirismo constantes, por enfrentar junto comigo as adversidades, por acreditar em mim. Obrigada pelo amor, carinho e compreensão, indispensáveis a vida;

“O Amor é a força que nos move e que nos faz acreditar que tudo é possível”...

Ao meu filho Henry pela sua ajuda e por está presente, pelo seu amor constante, que muitas vezes tive que levá-lo comigo nas viagens a comunidade;

Aos meus irmãos Cristiane, Cristina e Viriato pelos desabafos e por acreditarem em mim;

A Carlos Lamarque pela sua colaboração e ensinamentos, principalmente pelas fontes teóricas e confecção dos mapas;

Á minha querida mãezinha pelo seu precioso tempo dedicado a mim e a minha família, a senhora o meu agradecimento por todos os ensinamentos, pelo amor verdadeiro e recíproco, pelo conforto e amizade, sempre sem querer nada em troca. Por ser o meu Espelho;

A Painho – Francisco Viriato por todo amor e confiança;

Ao meu orientador Prof^o Dr. Hermes Alves de Almeida pela sua colaboração, ensinamentos e principalmente por acreditar e confiar em mim, dando-me a oportunidade de ingressar neste curso;

A Banca de Examinadores: Ms. José Augusto de Souza, sobretudo pela sua colaboração na realização dessa pesquisa e á Prof^a Ms. Marília Maria Quirino Ramos;

Ao professor João Damasceno pela oportunidade de ingressar no curso e pela sua preciosa colaboração;

Aos demais professores do curso pelos seus preciosos ensinamentos: Joana D'arq, Ledian, Nadjacléia, Alexandre, Margarida, Márcia, Gleibson, Hélio, Graça e Faustino não necessariamente nessa ordem;

Aos meus colegas de curso Taciane, Karenine, Lidiane, Robson, Anacleto, Wilton e Ângelo, os quais se tornaram amigos, a minha eterna gratidão pela acolhida e companheirismo recíprocos, por terem me recebido tão carinhosamente;

A Otávia Karla pela confiança e amizade construída ao longo deste curso e se assim Deus permitir pela vida inteira;

Aos meus amigos eternos Élide, Lourdes e Otoniel pelo apoio verdadeiro e pelo imenso carinho recíprocos...

Em especial as Fernandas - Taisa e Cláudia pela amizade e por terem se tornado confidentes, a vocês a minha admiração, amor e imenso carinho. A Nanda por ter disponibilizado o seu precioso tempo sempre que eu precisei ir a comunidade, sem você a pesquisa não seria possível, até porque é a “dona das terras”;

Aos Moradores da comunidade rural de Floresta pela colaboração com a pesquisa, em especial a avó de Nanda a senhora Lourdes Melo, a minha eterna gratidão;

A Valmária e Cristina por terem disponibilizado o Laboratório de Saneamento Ambiental /UFCG para a realização das análises, obrigada pela confiança;

Ao profº Drº Valderi Duarte Leite por sua preciosa ajuda;

Á Heloísa Raquel pelos ensinamentos, pela sua colaboração na realização das análises, bem como da pesquisa;

E a todos que colaboraram direta e/ou indiretamente com esse trabalho.

RESUMO

VIRIATO, C.L. **Caracterização físico-química e bacteriológica da água armazenada em cisternas no semiárido paraibano.** Campina Grande-PB: DG/UEPB, 2011.

A água é, sem dúvida, o fator limitante ao desenvolvimento econômico e social do Semiárido nordestino. Por isso, captar água da chuva e armazenar em cisternas renasce como uma alternativa viável a convivência nesta região. No entanto, aumentar a oferta de água é mais do que necessário, mas desde que seja de boa qualidade. Diante disto houve a necessidade de caracterizar a água armazenada em cisternas, para fins potáveis, com base nos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, sendo essa caracterização o objetivo principal deste trabalho. A unidade experimental foi constituída por doze (12) cisternas, além de um diagnóstico sócioambiental com todos os moradores do Sítio Floresta, município de Barra de São Miguel, microrregião do Cariri paraibano. Foram determinadas as áreas de captação (telhado) da água da chuva, os volumes e os georreferenciamento das cisternas. A caracterização da qualidade potável da água armazenada foi determinada com base nos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos estabelecidos pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. As análises de pH, turbidez, dureza, alcalinidade, cor, cloreto e bactérias heterotróficas foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, PB. Os principais resultados mostraram que os volumes das cisternas foram subdimensionados, a água é usada prioritariamente para beber e cozinhar, 66,7% dos moradores não usa cloro e/ou produtos à base de cloro para desinfetar as cisternas, não há tratamento da água para fins domésticos e o uso de recipientes para retirar a água das cisternas é um grande fator de contaminação. Os parâmetros físico-químicos estão de acordo com a legislação em vigor, porém as análises bacteriológicas indicaram a presença de bactérias heterotróficas totais em 83,3% das amostras de água analisadas. O uso de produtos à base de cloro é a principal forma de tratamento bacteriológico da água armazenada em cisterna.

Palavras-chave: semiárido, cisternas; captação da água da chuva; qualidade da água.

ABSTRACT

VIRIATO, C. L. **Physiochemical and bacteriological characterization of the water stored in cisterns in the semi-arid state of Paraiba.** Campina Grande, PB: DG/UEPB, 2011.

Water is undoubtedly the limiting factor to economic and social development of semi-arid Northeast. Therefore, to capture and store rainwater in cisterns reborn as a viable alternative to living in this region. However, increasing the supply of water is more than necessary, but since it is of good quality. Given this context, this study aimed to physical-chemical and bacteriological water stored in tanks for drinking purposes, the community of Forest Site, Barra de São Miguel, the micro region of Cariri Paraiba. The experimental unit was constituted by twelve (12) tanks (cisterns), besides a partner-environmental diagnosis with all of the residents. This study determined the catchment's areas (roof) of rainwater, the volumes and the referencing of cisterns. The characterization of the quality of drinking water stored was determined based on the physic-chemical and bacteriological established in Ordinance number 518/2004 of the Ministry of Health Analysis of pH, turbidity, hardness, alkalinity, color, and chloride were made in the heterotrophic bacteria Laboratory of Environmental Sanitation of the Federal University of Campina Grande, PB. The main results showed that the volumes of the cisterns were undersized, water use is primarily for drinking and cooking, 66.7% of residents do not use chlorine and/or chlorine-based products to disinfect the cisterns, and no disinfection of water stored or when it is withdrawn for domestic use. The use of containers to remove of the water cisterns is a major factor of contamination. The physical and chemical parameters are in accordance with the legislation, but the bacteriological analysis indicated the presence of heterotrophic bacteria in 83.3% of total water samples. The main treatment for bacteriological water stored in cisterns is the use of chlorine-based products.

Keywords: semiarid, cisterns, rainwater catchment's, water quality

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO.....	15
2.0 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 A água na natureza.....	17
2.2 O semiárido brasileiro.....	18
2.3 Captação de água de chuva.....	20
2.4 Programa Um Milhão de Cisternas- P1MC.....	21
2.5 Qualidade da água para consumo humano.....	23
2.6 Parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da qualidade da água para consumo humano.....	26
2.7 Proteção sanitária da água armazenada em cisternas.....	31
3.0 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 Caracterização física da área e período de coleta de dados.....	34
3.2 Procedimentos metodológicos.....	34
3.3 Georreferenciamento das cisternas.....	35
3.4 Dimensionamento das áreas de captação e das cisternas.....	37
3.5 Procedimentos para a coleta e os parâmetros analisados.....	38
3.6 Procedimentos de coleta e análises físico-químicas e bacteriológicas.....	38
3.6.1 Análises físico-químicas.....	39
3.6.2 Métodos analíticos.....	39
3.6.3 Análises bacteriológicas.....	41
3.7 Técnica analítica usada para a determinação do parâmetro bacteriológico/ Bactéria Heterotróficas Totais.....	41
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
4.1 Georreferenciamento, identificação e dimensionamento das cisternas.....	43
4.2 Diagnóstico social e ambiental do sistema da captação das cisternas e da água.....	46
4.3 Análise dos parâmetros físico-químicos da água armazenada nas cisternas.....	49
4.4 Análise bacteriológica da água armazenada nas cisternas.....	56
5.0 CONCLUSÕES.....	59

6.0 RECOMENDAÇÕES	61
7.0 REFERÊNCIAS	62
APÊNDICES	67
Diagnóstico Sócio-ambiental aplicado na Comunidade Floresta Município de Barra de São Miguel.....	68
Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa.....	75
ANEXOS	76
Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Nova delimitação do semiárido brasileiro.....	18
Figura 2- Um modelo de cisterna usada na zona rural do semiárido Nordeste.....	22
Figura 3- Mapa da região Nordeste com destaque para o Estado da Paraíba, município de Barra de São Miguel e localização das cisternas.....	36
Figura 4- Mapa do Nordeste do Brasil com destaque para o estado da Paraíba, e croqui com a distribuição e identificação das cisternas do Sítio Floresta em Barra de São Miguel, PB.....	43
Figura 5- Ocupação dos moradores do sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.....	46
Figura 6- Tratamento da água armazenada nas cisternas.....	47
Figura 7- Variação da cor da água nas doze cisternas analisadas. Sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.....	50
Figura 8- Alcalinidade e pH da água armazenada em doze cisternas. Sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.....	55
Figura 9- Número de bactérias heterotróficas na água armazenada nas doze cisternas. Sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.....	57

LISTA DE QUADRO

Quadro 1- Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano, Portaria N° 518/2004 MS.....	30
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos, métodos analíticos e unidades de medidas usadas no Laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, para fins de potabilidade da água.....40
- Tabela 2.** Identificação das cisternas georreferenciadas e suas respectivas coordenadas geográficas. Sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.....44
- Tabela 3.** Identificação das cisternas, construtor, área de captação e volume das cisternas da comunidade rural de Floresta/Barra de São Miguel, PB.....45
- Tabela 4.** Identificação das cisternas com os respectivos parâmetros turbidez e condutividade elétrica da água das doze cisternas amostradas. Sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.....51
- Tabela 5.** Forma de abastecimento de água e dureza total nas doze cisternas amostradas. Sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.....53
- Tabela 6.** Identificações das cisternas, pH e cloretos na água das doze cisternas amostradas. Sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.....54

1.0 INTRODUÇÃO

A água é, sem dúvida, um fator que limita o desenvolvimento econômico e social nas regiões áridas e semiáridas. Por isso, há necessidade de buscar alternativas que permitam aumentar a disponibilidade hídrica e, conseqüentemente, mitigar a escassez de água. Neste sentido, a captação e armazenamento da água da chuva é uma alternativa simples e indispensável no Semiárido nordestino, por permitir aumentar a oferta de água para o uso doméstico.

Obter água em quantidade e de boa qualidade é mais que uma necessidade é uma condição de vida e, portanto, uma maneira de manter a população numa região semiárida. Por outro lado, as condições geológicas e geomorfológicas do subsolo de quase a totalidade do Semiárido paraibano, por exemplo, não favorecem a formação de aquíferos, assim, sendo, a única fonte hídrica para o abastecimento de água é na forma superficial e provém da precipitação pluvial. No entanto, este elemento do clima além de ser insuficiente em termos de quantidade o é, também, em irregularidade na distribuição tanto espaço quanto no tempo. Diante disto, tem-se na captação de água de chuva, usando os próprios telhados, e armazenando em cisterna, uma alternativa promissora para a região semiárida, por aumentar a oferta hídrica.

A prática de armazenar a água da chuva em cisterna é milenar e vem se difundindo cada vez mais ao longo dos anos, não por ser uma tecnologia antiga, mas inovadora por armazenar a água intercepta e escoada numa superfície (telhado, por exemplo) que seria perdida. Essa prática simples permite aumentar a disponibilidade hídrica para atender as necessidades humanas básicas (beber e cozinhar), ou seja, mais água significa maior convivência no Semiárido, onde a escassez de água pode perdurar até dez meses.

A qualidade da água é um fator prioritário ao armazenar água numa cisterna, cujo padrão pode ser afetado pelo manejo inadequado do sistema de captação e na forma de uso da água, que requer desinfecção permanente do sistema a fim de evitar a transmissão de doenças pela própria água armazenada.

No Brasil, não há uma legislação específica que trata a qualidade da água armazenada em cisternas, porém a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, estabelece as responsabilidades por parte de quem armazena a água, no caso, os sistemas de abastecimento de água e de soluções alternativas, a quem cabe o exercício de “controle de qualidade da água” para consumo humano em termos potáveis, mediante os parâmetros

físicos, químicos, microbiológicos e radiológicos que atendam a um padrão de potabilidade da água sem oferecer riscos à saúde.

Diante deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo principal a caracterização físico-química e bacteriológica da água armazenada nas cisternas, para fins potáveis, da comunidade do Sítio Floresta, município de Barra de São Miguel, Semiárido paraibano, utilizando-se os critérios estabelecidos na Portaria 518/2004, do Ministério de Saúde, tendo, ainda, os seguintes objetivos específicos:

- ❖ Georeferenciar as cisternas com suas coordenadas geográficas;
- ❖ Dimensionar as áreas de captação (cobertura) das residências e os volumes das cisternas;
- ❖ Avaliar o manejo dos sistemas de captação de água de chuva;
- ❖ Fazer um diagnóstico sócio-ambiental das residências com as respectivas cisternas;
- ❖ Avaliar a qualidade da água armazenada nas cisternas da comunidade do sítio Floresta, Barra de São Miguel-PB;

Sensibilizar a comunidade dos possíveis riscos de ingestão da água contaminada, em virtude do manejo inadequado do sistema de captação, armazenamento e uso da água;

- ❖ Propor alternativa de manejo da água visando a melhoria na qualidade de vida.

2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1- A água na natureza

A água é o composto químico mais abundante da matéria viva, no corpo humano ela representa cerca de 70 % do seu peso corporal e em algumas outras espécies de animais, como os cnidários, por exemplo, esse percentual chega a 98 % (PAULINO, 1996). Isso demonstra, portanto, a importância que a água exerce na vida, pois é impossível sobreviver sem fazer uso dela.

O principal papel exercido pela água na sobrevivência das espécies está relacionado diretamente às funções orgânicas de todo ser vivo tais como: transportar substâncias, regulação térmica, processos de hidrólise, papel lubrificante, matéria-prima para a fotossíntese dentre outras, além de atuar como dispersante de inúmeros compostos orgânicos e inorgânicos, característica primordial para realização dessas funções, fato esse a que atribui á água a denominação de solvente universal (PAULINO *op cit.*).

De acordo com König (2008) o planeta Terra possui 1,36 bilhões de km³ de água, dos quais 97,5% são de água salgada e 2,5% doce, embora apenas 0,3% desse percentual podem ser usadas para as atividades humanas por está disponível em rios e lagos e ser de fácil extração. A distribuição de água doce no mundo ocorre de forma extremamente heterogênea, por isto, há regiões ou países com abundância, como o Brasil, por exemplo, que detêm cerca de, 12% de toda água doce do planeta, com umas das mais extensas redes de rios (ANA, 2002).

O Brasil está incluído entre os países com maior reserva de água doce, porém devido a sua grande extensão territorial, apresentam elevada heterogeneidade em relação às suas características sociais, demográficas e climáticas. A Região Norte a menos populosa do país, possui praticamente 70% dos recursos hídricos. Já as outras regiões, que englobam a maior parte da população brasileira, apresentam 15% no Centro Oeste, 12% no Sudeste e Sul e, apenas 3% no Nordeste (GONDIM, 2001).

A água é um fator limitante ao desenvolvimento econômico e social de todas as sociedades humanas, talvez seja o único recurso natural que está relacionado a todos os aspectos da civilização, desde o uso agrícola, doméstico e industrial, até aos valores culturais e religiosos da sociedade. Por isso, que o seu uso seja feito, com discernimento e parcimônia. A sociedade deve compreender que não é possível continuar desperdiçando, usando e jogando fora, como se á água fosse um recurso ilimitado e de propriedade particular (SALATI *et al*, 2006).

2.2- O semiárido brasileiro

A região semiárida (Figura 1) caracteriza-se por uma série de transformações morfoclimáticas que envolve o conceito dessa região, cuja, delimitação espacial utiliza critérios de classificação a partir de três variáveis climáticas (BRASIL, 2005), a saber:

- ❖ Precipitação pluvial média anual menor ou igual a 800 mm;
- ❖ Índice de aridez de até 0,5, determinado pelo balanço hídrico climatológico;
- ❖ Risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 a 1990.

Com bases nesses critérios a área de abrangência do Semiárido brasileiro passou de 892.304,4 km² para 969.589,4 km² e contempla, atualmente, 1.333 municípios e uma população de 20.858,264 habitantes (BRASIL, 2005).



Figura 1: Nova delimitação do semiárido brasileiro.

Fonte: Brasil, 2005.

A precipitação pluvial é, sem dúvida, o elemento de maior variabilidade mensal e anual na maioria das regiões do mundo (ALMEIDA, 2001) e com muito mais destaque para o semiárido nordestino, incluindo o paraibano, onde o modelo mensal e intra-anual é tão irregular, no espaço e no tempo. Nesta região, observam-se, na maioria dos anos, chuvas em alguns locais, durante dois a três meses, em outros persistem por até nove ou chove torrencialmente num local e quase nada aos seus arredores (ALMEIDA & SILVA, 2004; SILVA, ALMEIDA & COSTA FILHO, 2005; ALMEIDA & PEREIRA, 2007).

Devido as características peculiares apresentadas, o papel do relevo e do clima da região é relevante de acordo com a classificação climática de Köopen, o clima predominante da região semiárida é o do tipo B e subtipo s, representado por BSh, denominado de clima semiárido quente, com maior parte do ano seco (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Segundo Marinho *et al* (2006), no semiárido há duas estações bem definidas: a seca e a chuvosa, sendo que a estação da seca prolonga-se por um período de 8 a 9 meses (de abril a dezembro) o que interfere consideravelmente na hidrologia desta região. Essas características ressaltam a grande escassez hídrica do semiárido, demonstrando, assim ser o fator limitante ao desenvolvimento. Brito & Porto (1997) citam que mais de 15 milhões de pessoas são afetadas pela falta de água potável, principalmente, durante o longo período de estiagens. Por outro lado, é comum encontrar no meio rural, homens e animais partilhando das mesmas fontes de água, comprometendo a qualidade para o consumo familiar. Aprender a conviver com tais características regionais é um dos grandes desafios da população que habita nesta região, pois a escassez é um fator que se agrava a cada dia.

O Estado da Paraíba apresenta 86,6% de sua área inserida no semiárido nordestino, o que corresponde a 48.785,3 km² da sua superfície (BRASIL, 2005). A água em quantidade suficiente para a população já é escassa, muito mais ainda a água de boa qualidade, o que limita o desenvolvimento social e ambiental desta região (REBOUÇAS *et al.*, 2002 *apud* VILAR, 2009).

A crescente demanda por água associada a uma menor disponibilidade arrasta consigo a necessidade de uso de técnicas alternativas de aproveitamento da água da chuva, principalmente, para o consumo humano. Nesse sentido, foi criada alternativa de armazenamento de água como forma de aproveitar a água da chuva no sentido de mitigar o efeito da estiagem, bem como aprender a conviver com a pouca reserva hídrica disponível. Dentre as técnicas usadas e cada vez mais difundidas no semiárido brasileiro destacam-se a

captação e armazenamento de água da chuva em cisternas, que é um reservatório de águas pluviais usado, principalmente, para fins de consumo humano, ou seja, para fins potáveis.

2.3-Captação de água de chuva

A captação de água de chuva para as mais variadas funções é considerada uma técnica milenar popularmente utilizada em muitas partes do mundo, principalmente em regiões semiáridas. Segundo Gnadlinger (2001), a técnica de aproveitar a água da chuva já era usada e difundida na China, Índia e pelo Irã, há mais de dois mil anos. Esses povos usavam esse tipo de sistema de forma comunitária.

O aproveitamento de água da chuva além de ser uma prática milenar e universal, é uma técnica que permite aumentar a disponibilidade hídrica para as pessoas que vivem em áreas áridas e semiáridas, inclusive para uso potável. Essa técnica tem se difundido e se consolidado como uma forma de amenizar os diversos problemas sociais e ambientais oriundos do aumento da demanda e a falta de medidas de controle da poluição e de gestão ambiental nas áreas urbanas e rurais (OLIVEIRA, 2008).

Atualmente a utilização da água da chuva voltou a ser realidade, fazendo parte da gestão moderna de grandes cidades em países desenvolvidos. Vários países Europeus e Asiáticos utilizam amplamente a captação da água da chuva nas residências, para fins doméstico, industrial e agrícola, pois é sabido que a mesma possui qualidade compatível com usos importantes, sendo considerada um meio simples e eficaz para atenuar a escassez de água (ANNECCHINI, 2005).

O uso da captação da água da chuva tem-se tornado uma realidade nas regiões semiáridas de todo o mundo. No Brasil foi criado em 2002, um programa com o objetivo principal de mitigar os efeitos da escassez hídrica, denominado de Um Milhão de Cisternas, gerenciado pela Articulação do Semiárido Brasileiro-ASA.

A captação e o armazenamento da água de chuva em cisternas têm trazido muitos benefícios para a população do semiárido brasileiro, por ser usada nas mais variadas atividades humanas, especialmente para o consumo difuso (beber e cozinhar) nas zonas rurais, apesar de benefícios visíveis e concretos da economia de água e a melhoria na

qualidade de vida das famílias que vivem no semiárido brasileiro, o papel e a importância da coleta da água de chuva são pouco compreendidos pela minoria dos técnicos, governantes e, também pela população (TAVARES, 2009). A prática do uso de cisternas para armazenar a água de chuva tem sido amplamente estudada, principalmente no que diz respeito à qualidade da água armazenada nesses reservatórios. De fato deve haver todo um trabalho de envolvimento da população quanto aos cuidados com as cisternas, já que elas foram criadas para armazenar imediatamente a água que cai dos telhados das casas, portanto estão “prontas” para serem usadas para o consumo humano.

A educação ambiental surge como alternativa de mudança de hábitos que sensibiliza a população quanto aos cuidados com os recursos hídricos e sua conservação, e da importância do manejo adequado das cisternas, evitando assim possíveis contaminações por doenças de veiculação hídrica.

2.4-Programa Um Milhão de Cisternas –P1MC

Durante os anos 2000-2001, organizações da sociedade civil atuantes no semiárido, com o apoio do Ministério do Meio Ambiente, empreenderam a preparação de um programa de ação que veio a adotar a sigla P1MC. Trata-se de uma proposta que objetiva, em parceria com as famílias, comunidades e suas organizações, criar um novo padrão de relacionamento do sertanejo com o seu ambiente.

O processo se inicia pela mobilização das famílias, seguido de capacitações e se materializa na construção de cisternas domiciliares de 16.000 litros para captação de água de chuvas. Na preparação do Programa, as organizações agrupadas em torno à chamada “Articulação do Semiárido Brasileiro-ASA”, desenvolveram um esforço técnico e político significativo, combinando-o com intensa mobilização de entidades democráticas e participativamente, gerando consensos e compromissos desde os níveis municipais, micro-regionais, estaduais e finalmente regionais-semiárido (ASA, 2003)

Na atualidade, a ASA congrega entre 800 e 900 entidades, na sua maioria (59%) organizações de base comunitária, sindicatos de trabalhadores rurais (21%), entidades ligadas as Igrejas católicas e evangélicas (11%), ONGs (6%) e cooperativas de trabalho

(3%). (ASA, 2003). A proposta do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) é ampliar a visão sobre a possibilidade de convivência com o semiárido, garantindo, assim o desenvolvimento sócio-econômico dessa região. O Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido (P1MC) foi negociado junto ao governo federal em 1999, por meio da Agência Nacional de Águas (ANA), cujo objetivo é garantir o abastecimento regular de água de qualidade para cinco milhões de pessoas em áreas rurais do semiárido brasileiro, desde início de 2001, vem sendo executado pela ASA Brasil. Durante esse período, mais de 290 mil cisternas foram construídas a partir da ação do programa em 1.076 municípios do semiárido brasileiro.

O programa propõe a implementação de uma tecnologia simples e barata, a cisterna de placas com capacidade de armazenar 16 mil litros de água, o suficiente para abastecer uma família durante um ano. A cisterna (Figura 2) é construída no entorno da casa e recolhe a água das chuvas interceptada nos telhados das residências (NEVES, *et al.* 2010).

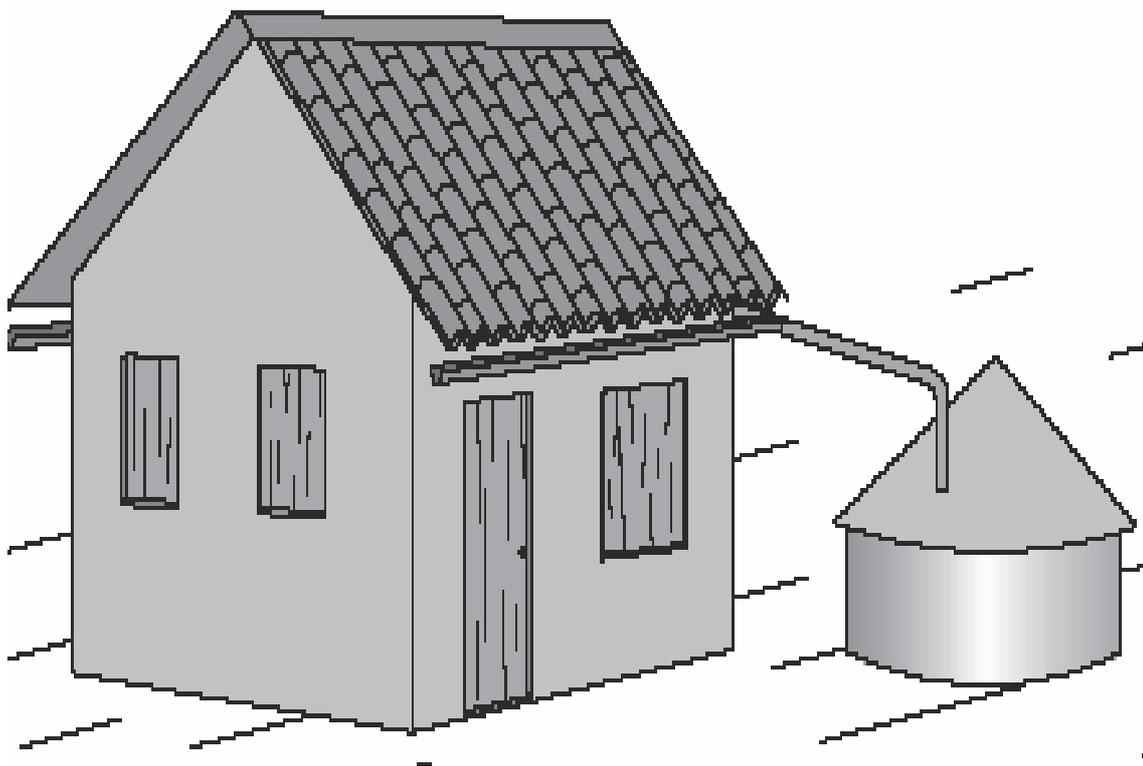


Figura 2. Um modelo de cisterna usada na zona rural do semiárido Nordeste

Fonte: Neves et al 2010

O P1MC constitui uma grande oportunidade de convivência com as atividades e características peculiares do semiárido e propõe uma metodologia de ação pública mais participativa, ao mesmo tempo uma grande mobilização social na região. O tipo de participação social promovida pelo programa propicia maior controle e poder de decisão da população do semiárido sobre sua própria condição de vida (FERREIRA, 2008, *apud* TAVARES, 2009).

A captação de água das chuvas e o armazenamento em cisternas têm se mostrado uma opção adequada para disponibilizar água para o consumo humano no semiárido brasileiro, já que essa se adapta bem as condições físicas, socioeconômicas e culturais da região. Os custos mais acessíveis, a possibilidade de produzir resultados imediatos e a simplicidade da construção tem facilitado sua adoção por famílias rurais (TAVARES, 2009).

O grande desafio não é apenas o de suprir a escassez hídrica da população, armazenando água em cisternas ou mesmo ampliar o desenvolvimento sócioeconômico da região, mas sim o de aprender a manejar a água armazenada durante o período de estiagem, pois não basta investir em grandes reservatórios é preciso investir muito mais na qualidade da água que ficará armazenada. Portanto, a quantidade e a qualidade da água armazenada dependem diretamente de como foi construída o sistema de captação, o material usado e, principalmente o manejo do sistema, por ser através dele a “porta” de entrada de partículas no interior das cisternas acarretando, portanto, a contaminação da água armazenada, conseqüentemente a disseminação de doenças hídricas (SILVA, 2006).

2.5-Qualidade da água para consumo humano

A definição de qualidade da água vai muito mais além do que a sua simples caracterização de sua fórmula molecular H₂O, mas sim do seu relacionamento com os seus múltiplos usos, que resulta de fenômenos naturais ou antrópicas. Assim sendo, pode-se dizer que a qualidade da água é função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2005).

A qualidade das águas superficiais depende do solo, da vegetação circundante, da morfometria do ecossistema e da influência antrópica. Esse atributo está diretamente atrelado a processos internos e externos ao corpo de água (STRASKRABA & TUNDISI, 2000 *apud* VILAR, 2009).

Por ser uma substância de característica bastante peculiar, principalmente por dissolver compostos orgânicos e inorgânicos a água incorpora a si inúmeras impurezas as quais definem a sua qualidade, podendo ser saudável ou nociva a depender da substância que se encontra dissolvida nela. Para ser saudável, a água não pode conter substâncias tóxicas, vírus, bactérias ou mesmo parasitas, pois a água quando não tratada devidamente torna-se um dos maiores veículos de transmissão de doenças (BRASILEIRO, 2009).

O consumo de água potável é fundamental a manutenção da vida, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000), no Brasil, cerca de, 36 % das moradias, ou seja, aproximadamente 20 milhões de residências não têm acesso a água de boa qualidade.

A Lei nº 9.433, sancionada em oito de Janeiro de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e no seu artigo 2º assegura a atual e futura geração a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, à utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável. A qualidade da água está associada também ao local por onde ela flui, percola ou é represada. Para König (2008), os aspectos físicos, químicos e microbiológicos da água devem ser avaliados e a qualidade desejada dependerá do uso final.

O capítulo 18 da Agenda 21, da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro em 1992, foi dedicado a Proteção da qualidade e do Abastecimento dos Recursos Hídricos: a água é necessária em todos os aspectos da vida. O objetivo geral do documento é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta ao mesmo tempo em que se preservem as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água.

Tecnologias inovadoras ou aperfeiçoamentos já existentes são necessários para aproveitar plenamente os recursos hídricos e protegê-los da poluição. Por isso, o estudo da qualidade da água é fundamental tanto para se caracterizar as consequências de uma determinada fonte poluidora, quanto para estabelecer os meios para que se satisfaça determinado uso (VON SPERLING, 2005).

A qualidade da água antes de se tornar uma questão de saúde pública, era associada apenas aos aspectos estéticos e sensoriais, tais como a cor, o gosto, e o odor. No entanto, a partir do final do século XIX início do século XX passou a ser tema relacionado a saúde pública (BRASILEIRO, 2009).

Os primeiros documentos sobre a qualidade da água datam da metade do século XIX, em 1854, um Sanitarista Inglês Dr. John Snow, correlacionou vários casos de cólera e outras doenças ao uso da água de uma fonte da Broad Street, em Londres. Nesta época, os contemporâneos do Dr. Snow não aceitaram esta evidencia e seu trabalho ficou esquecido. Passados 46 anos, com os trabalhos de Pasteur e outros cientistas da época, a teoria de Snow foi confirmada e aceita e, passou então a dar importância a qualidade da água (Pringle 1977, *apud* VIRIATO, 2009)

Atualmente, a Organização Mundial de Saúde (OMS) é a instituição responsável por acompanhar e recomendar os valores máximos permitidos dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos relativos a qualidade da água para o consumo humano em todos os países. No Brasil, a normatização da qualidade da água para consumo humano de acordo com Brasileiro (*op cit*) foi iniciada na década de 70, com a primeira norma de potabilidade criada pelo Decreto Federal nº 79.367 de 09 de março de 1977, que estabeleceu a competência do Ministério da Saúde sobre a definição do padrão de potabilidade para consumo humano, a ser observado em todo território nacional, através da Portaria nº 56 Bsb, publicada em 14 de março de 1977. Na sua primeira revisão, em 1998, ofereceu subsídio à nona Portaria 36 GM publicada em 19 de janeiro de 1999. A segunda revisão ocorreu dez anos depois, que ampliou mais o processo participativo, uma vez que houve a participação e colaboração de diversas entidades dos setores públicos, privados e de organizações não-governamentais.

Em 29 de dezembro de 2000, foi publicada a Portaria nº 1469 sendo substituída pela atual Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004) que estabelece o controle e a vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. Os usos da água dependem de sua qualidade, existem normatizações específicas que determinam os níveis aceitáveis das características gerais da água para consumo. Segundo (VILAR, 2009), a referida portaria define água potável como aquela que é apropriada para o consumo humano e “cujos parâmetros biológicos, microbiológicos, físicos, químicos e radioativos, atendem ao padrão de potabilidade e não oferecem riscos à saúde”.

Os padrões de potabilidade da água ditam à qualidade que deve ser obtida após o tratamento da água, sem referência a qualidade desejável da água bruta. O Ministério da Saúde, através da Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, normatizou padrões de

potabilidade da água destinada ao consumo humano que devem atender as seguintes características:

- a) Físicas; organolépticas e químicas;
- b) Bacteriológicas;
- c) Radiológicas.

Para verificação da qualidade da água, o Ministério da Saúde adota preferencialmente as técnicas de coleta e análise de constantes do “Standard methods for examination of water and waste water”, até que sejam publicadas normas nacionais.

A qualidade de vida da população está diretamente relacionada a qualidade da água consumida, que poderá ser alterada com medidas básicas de educação e implantação de legislação própria, procedimentos esses que, além de salvar vidas humanas proporcionará economia de recursos públicos.

2.6-Parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da qualidade da água para consumo humano.

Uma das principais preocupações gerada pela escassez hídrica na região semiárida diz respeito as alterações na qualidade da água, essencialmente pelo manejo inadequado da mesma. A população desta região passa a buscar água para suprir suas necessidades básicas em lugares cada vez mais distantes, onde a forma de transportar e de armazenar contribui para piorar a qualidade da água e, conseqüentemente, coloca em risco a sua saúde.

De acordo com a Portaria 518/04, as impurezas encontradas na água podem ser caracterizadas através de parâmetros físico, químico, biológico e radiológico que são responsáveis por garantir a qualidade da água para consumo humano, os quais estabelecem os padrões de potabilidade. Assim, sendo quando um desses parâmetros se mostra alterados, quando comparado com o valor estabelecido, significa que a água está imprópria para o consumo humano.

Para Von Sperling (2005), as características físicas estão associadas, em sua maior parte, aos sólidos presentes na água, podendo estar em suspensão, na forma coloidal ou dissolvida, a depender do tamanho. Já, as características químicas e biológicas são interpretadas, respectivamente, através da presença de matéria orgânica ou inorgânica e pela

presença de organismos vivos na água, que podem ser de natureza animal, vegetal ou protistas.

Os principais parâmetros físicos são: cor, turbidez, sabor e odor, condutividade elétrica e temperatura e os químicos: pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro e manganês, alumínio, cloretos, sulfatos, salinidade, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), medição do carbono orgânico (COT). Inclue nesse grupo, os metais pesados e poluentes de origem orgânica, tais como os agrotóxicos, por exemplo. Os parâmetros biológicos são representados pelos microrganismos vivos como vírus e bactérias, por exemplo, presentes nos organismos indicadores de contaminação fecal, principalmente, pertencentes ao grupo das bactérias coliformes (BRASILEIRO, 2009).

A seguir serão descritos e conceituado de maneira sucinta os parâmetros físicos, químicos e biológicos utilizados neste trabalho, exceto alcalinidade e condutividade elétrica que não têm significado sanitário para a água potável conforme estabelece a Portaria N° 518/04 do Ministério da Saúde.

❖ Parâmetros Físicos

Turbidez: É um parâmetro que serve para caracterizar a qualidade da água devido a presença de sólidos em suspensão. Pode representar o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva. A unidade de medida é denominada de Unidade de Turbidez Nefelométrica (UTN). O padrão de aceitação para o consumo humano estabelecido pela Portaria N° 518/04 MS é de 5 UTN.

Cor: A aparência da água é um dos fatores na satisfação do consumidor, sendo assim é de extrema importância que ela seja pura e incolor. A cor da água resulta da presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão.

A cor verdadeira é aquela que existe partícula dissolvida, ou seja, provém apenas de substâncias dissolvidas e a cor aparente quando causada tanto pelos componentes dissolvidos como por matéria em suspensão. A portaria n° 518/04 estabelece o limite máximo de 15 unidades Hezen (uH).

Condutividade Elétrica: Está diretamente ligada à salinidade, ou seja, a presença de sais dissolvidos na água. A condutividade elétrica indica a capacidade que a água natural

tem de transmitir a corrente elétrica em função da dissolução dos sais inorgânicos que estão dissociados em ânions e cátions. É um parâmetro que, indica a salinidade, por isso, quanto maior for a quantidade de sais dissolvidos na água maior será a condutividade elétrica. No sistema internacional de unidades, adota-se o Siemens por metro ($\mu\text{S}/\text{m}$) ou múltiplos.

❖ Parâmetros Químicos

Potencial hidrogeniônico- pH: Representa a concentração de íons hidrogênio H^+ indicando acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. O pH é extremamente importante nas etapas de tratamento de água, principalmente na coagulação e desinfecção. Em águas naturais o pH varia de 6,0 a 8,5. O padrão de potabilidade, em vigor no Brasil, de acordo com Silva & Oliveira, (2001, p. 57) compreende uma faixa entre 6,5 e 9,5. O pH varia de 0 a 14.

pH > 7 solução básica

pH = 7 solução neutra

pH < 7 solução ácida

A dureza representa a concentração de cátions multimetálicos em solução. Os mais frequentemente associados a dureza total são os cátions bivalentes Ca^{++} e Mg^{++} . Quanto a presença de íons ligados ao Ca^{++} e Mg^{++} a dureza é dita carbonata ou temporária, quando esses íons estão ligados a CO_3^- e HCO_3^- , caso contrário, ou seja, a outros íons, é dita dureza não carbonato ou permanente.

A dureza confere sabor desagradável a água e pode ter efeitos laxativos, além de impedir a formação de espumas com sabão, formar incrustações em tubulações de águas quentes, caldeiras e aquecedores devidos ao aumento da temperatura causada pela dureza carbonato. O padrão de potabilidade em vigor estabelece o limite de 500 mg/L CaCO_3 (BRASILEIRO, 2009).

A portaria nº 36/90 do Ministério da Saúde classifica a água em termos de dureza CaCO_3 pela denominação:

Água mole (macia), quando a dureza for >50mg/L

Água com dureza moderada entre 50 a 150mg/L

Água dura entre 150 a 300mg/L

Água muito dura quando a dureza for >300mg/L

Alcalinidade: É uma medida de capacidade da água de neutralizar os ácidos. Os principais constituintes da alcalinidade são: bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^-) e os hidróxidos (OH^-), cuja distribuição é função de pH, de acordo com Von Sperling (2005).

pH 9,4-11 indica que a alcalinidade é devida a presença de hidróxidos e de carbonatos;

pH 8,3-9, a alcalinidade se deve a presença de carbonatos e bicarbonatos;

pH 4,6-8,3 alcalinidade devido somente a presença de bicarbonatos.

A alcalinidade em elevada concentração pode conferir a água sabor salgado, o que interfere nos processos de tratamento da água tais como a coagulação, bem como no crescimento de microrganismos de depuração no tratamento de esgotos, quando há evidências da redução de pH. A maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO_3 segundo o Ministério da Saúde, 2006.

Cloretos: Toda água natural tem cloretos que são íons resultantes da dissolução de minerais, seja em maior ou menor escala. O cloreto presente na água provém da dissolução de sais, principalmente, o cloreto de sódio (NaCl). Em altas concentrações o sabor da água é salgado e pode apresentar também propriedades laxativas. A Portaria 518/04 do MS, estabelece o valor máximo de 250 mg Cl^-/L para o consumo humano.

❖ Parâmetros Bacteriológicos

De acordo com Von Sperling (2005, *op. cit*) em termos de qualidade biológica da água é importante levar em consideração a possibilidade de transmissão de doenças, o que pode ocorrer de forma indireta, através dos organismos indicadores de contaminação fecal, pertencentes principalmente ao grupo dos coliformes.

Os Coliformes são indicadores da presença de microrganismos patogênicos na água; os coliformes fecais existem em grande quantidade nas fezes humanas (10^{10} e 10^{11} células são liberadas diariamente por cada indivíduo) e, quando encontrados na água, significa que a mesma recebeu esgotos domésticos, podendo conter microrganismos causadores de doenças.

Os coliformes fecais não são seres patogênicos, mas indicam satisfatoriamente a contaminação da água por fezes humanas ou de animais de sangue quente e, sua potencialidade para transmitir doenças (VON SPERLING, 2005).

Dentre os principais microrganismos indicadores estão os coliformes totais, coliformes fecais, *Escherichia coli* e o *Streptococcus fecalis*. No entanto os padrões bacteriológicos de qualidade da água em nível nacional e internacional estão baseados na detecção e enumeração de coliformes totais, coliformes fecais e *E. coli* (AMORIM & PORTO, 2001).

As bactérias pertencentes ao grupo coliforme são definidas pela Portaria nº 518/04 como:

Coliformes Totais (bactérias do grupo coliforme) são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase negativa, capazes de desenvolver-se na presença de sais biliares ou agentes tensoativos. Fermenta a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5$ °C em 24-48 h e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias desse grupo pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo.

O padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano da legislação em vigor (Portaria nº 518/04 MS) estabelece que em toda água e em qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, mina, nascentes, dentre outras deve apresentar ausência em cada 100 mL conforme o quadro 1.

Parâmetro	VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano ⁽²⁾	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês. Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml.

Notas: (1) valor máximo permitido.
(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.
(3) a detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

Quadro 1: Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano

Fonte: Portaria 518/2004-MS

A Portaria 518/04 MS estabelece que para a análise de coliformes totais, nos sistemas de distribuição, deve ser efetuada a contagem de bactérias heterotróficas e, uma vez excedida 500 unidades formadoras de colônia (UFC) por mL, devem ser providenciadas medidas de prevenção por contaminação de microrganismos patogênicos através da desinfecção.

A contagem de bactérias heterotróficas, genericamente definidas como microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes, fornece informação sobre a qualidade bacteriológica da água de uma forma ampla, cujo teste inclui a detecção, inespecífica, de bactérias ou esporos de bactérias, sejam de origem fecal, componentes da flora natural da água ou resultantes da formação de biofilmes no sistema de distribuição, servindo, portanto, de indicador auxiliar da qualidade da água, ao fornecer informações adicionais sobre eventuais falhas na desinfecção, colonização e formação de biofilmes no sistema de distribuição (DOMINGUES *et. al*, 2007).

2.7-Proteção sanitária da água armazenada em cisternas

Geralmente a água captada de chuva e posteriormente armazenada em cisternas nas comunidades rurais do semiárido brasileiro é usada principalmente no consumo humano, ou seja, para e cozinhar. Em algumas situações essa água é usada para irrigação e dessedentação de animais (GNADLINGER, 2001).

A qualidade da água armazenada na cisterna depende essencialmente do seu manejo, das condições do telhado, das calhas, bem como das condições estéticas da cisterna, fatores esses que influenciam diretamente na qualidade da água. Segundo Andrade Neto (2004) A medida que a água escoar no telhado ela pode ser contaminada, ou até mesmo antes de alcançá-lo, a depender do local pela poluição atmosférica.

Os cuidados com a proteção sanitária das cisternas deve ser uma constante nas comunidades do semiárido, pois não basta somente armazenar água, mas garantir a sua qualidade. A contaminação, em alguns casos, vem do manuseio da retirada da água da cisterna pelo morador, que costuma retirar pequenas porções ao longo do dia fazendo uso de recipientes sujos (TAVARES, 2009).

A proteção sanitária de cisternas é relativamente simples. Basicamente requer o desvio das primeiras águas da chuva, porque ao interceptar no telhado lava a superfície e conduz a sujeira para a cisterna. Com essa simples técnica de manejo, evita-se em parte a contaminação (ANDRADE NETO, 2004). No entanto, a literatura pertinente é muito pobre sobre tecnologia que permita a proteção sanitária das cisternas através de barreiras físicas.

Embora os riscos epidemiológicos associados a água acumuladas em cisternas não sejam muito conhecidos, os estudos recentes recomendam esforços no sentido de evitar a contaminação da água das cisternas usada para fins potáveis (TAVARES, 2009).

Salienta-se, que a Portaria 518/04 é um dispositivo que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano, no que se refere precisamente a água de abastecimento e não a água armazenada nas cisternas, conduzida por carros-pipas, por exemplo, embora elas sejam destinadas ao consumo humano.

Para que se possa aproveitar todo o benefício da coleta e utilização da água da chuva de forma segura é preciso estabelecer os padrões de qualidade que a mesma deve atender devendo este ser de acordo com os usos que a mesma for destinada. De acordo com Tavares (2009 *op. Cit*), o principal problema da qualidade da água armazenada em cisternas destinada ao consumo humano é a ausência de uma legislação específica.

A resolução do CONAMA nº 357/2005 aplica para águas de mananciais destinados ao abastecimento humano, em particular para águas da classe especial, que precisa apenas de desinfecção antes de ser consumido, o que muitas vezes acontece com as águas armazenadas em cisternas.

Embora a cisterna tenha contribuído para amenizar o problema da falta de água para o consumo humano, esta forma de armazenamento tem apresentado, em algumas comunidades, problemas relacionados com a qualidade da água, haja vista os altos teores de coliformes fecais (acima do permitido) na água de algumas cisternas no município de Petrolina conforme apontam Amorim & Porto (2001). Esta contaminação pode ser proveniente da água transportada por carros-pipa, advinda de açudes, pequenos barreiros e/ou pelo manejo inadequado das próprias cisternas.

Não há dúvida, que a água armazenada em cisternas através de captação de água de chuva é uma alternativa viável para as comunidades rurais do semiárido. Essa tecnologia milenar é uma alternativa que permite mitigar os efeitos catastróficos da escassez hídrica da região, embora necessite de investimento de políticas públicas no sentido de conscientizar a

população pela qualidade da água armazenada nesses reservatórios, ensinando o manuseio correto das cisternas, por que a água tratada é sinônimo de saúde (TAVARES, 2009).

Mesmo com a Lei Nº 9.433/97 que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, que define a água como recurso natural limitado, um bem de domínio público e de valor econômico, não se aplica aos sistemas de coleta e armazenamento de águas da chuva. Segundo Schwartzman & Palmier (2007 *apud* TAVARES, 2009), a Lei estabelece no parágrafo primeiro do artigo 12º:

“Independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento: i) o uso de recursos hídricos para satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural; ii) as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes; e iii) as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes”.

Interpreta-se que, por serem captadas e armazenadas em pequenos volumes e destinadas as necessidades individuais ou de pequenos núcleos populacionais, a captação de água da chuva independe de outorga pelo Poder Público. Desta forma, verifica-se que, salvo regulamentação específica a ser aditada, as captações de água de chuva não são administradas pelos órgãos gestores de recursos hídricos(TAVARES, 2009). Segundo a referida autora muitos países já instituíram legislações específicas para o aproveitamento de água da chuva.

No Brasil, as primeiras normas e leis começaram a ser discutidas e regulamentadas, no Estado de São Paulo, em janeiro de 2002, com a aprovação de Lei Nº 13.276. Em Curitiba, a Lei Nº 10.785/03 criou o Programa de Conservação e Uso Racional da Água na Edificação (PURA). No Rio de Janeiro, em 2004, o Decreto Municipal nº 23.940/04 tornou obrigatório, em edificações especificadas, a construção de reservatórios para retardo do escoamento da água para finalidade não potável. Pela descrição acima fica evidente a necessidade de legislações específicas e políticas públicas para o aproveitamento de água da chuva.

3.0 MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Caracterização física da área e período da coleta de dados

A área experimental foi à zona rural do município de Barra de São Miguel, Mesorregião da Borborema e microrregião do Cariri paraibano conforme a Figura 3.

A Área territorial de Barra de São Miguel é de 595 km² o equivalente a cerca de 1% da área do Estado da Paraíba. A sede do município tem coordenada geográfica latitude de 7° 33' 13" S, longitude de 36°14'13,2" W e altitude 398 m. A população é de 5.611 habitantes, sendo que 57,8 % residem na zona rural, ou seja, 3.247 habitantes (IBGE, 2010)

De acordo com a classificação climática de Koppen (1948), o clima é do tipo semiárido (BS) e subtipo muito quente (h), com temperatura média anual superior a 18 °C, representado pela fórmula climática BSh. A estação chuvosa é muito curta e irregular e ocorre de fevereiro a abril.

O município de Barra de São Miguel encontra-se inserido no domínio da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto curso, tendo na área territorial banhada pelos açudes: Riacho do Baixinho, Riacho de Santo Antônio e Epitácio Pessoa ou Açude do Boqueirão, cujo regime de escoamento dos cursos d'água são intermitentes e o padrão de drenagem é dendrítico (BRASIL, 2005).

3.2- Procedimentos metodológicos

As coletas de dados ocorreram entre os dias 21 de dezembro de 2010 a 23 de fevereiro de 2011. Foram selecionadas aleatoriamente doze (12) cisternas, sendo nomeadas pelas siglas: C1; C2; C3; C4; C5; C6; C7; C8; C9; C10; C11 e C12. As cinco cisternas identificadas por C1, C2, C7, C11 e C12 foram construídas pela ASA/P1MC e as outras sete com recursos próprios (C3, C4, C5, C6, C8, C9, C10).

O diagnóstico sócio-ambiental foi feito com todos os moradores, aplicando-se um questionário que se encontra no apêndice.

3.3- Georreferenciamento das cisternas.

O georreferenciamento das cisternas/locais foi feito com um Sistema de Posicionamento Global (GPS), modelo 76 Map (Garmin). Além dos doze pontos relativos a cada cisterna, objeto de estudo, foram georeferenciados mais dois pontos um referente á entrada da comunidade e o outro na igreja, conforme a Figura 3. A coleta dos pontos referentes á localização das cisternas ocorreu no dia 27 de janeiro de 2011 e a confecção do mapa foi feita utilizando-se o Software AcrGIS, versão 9.2.

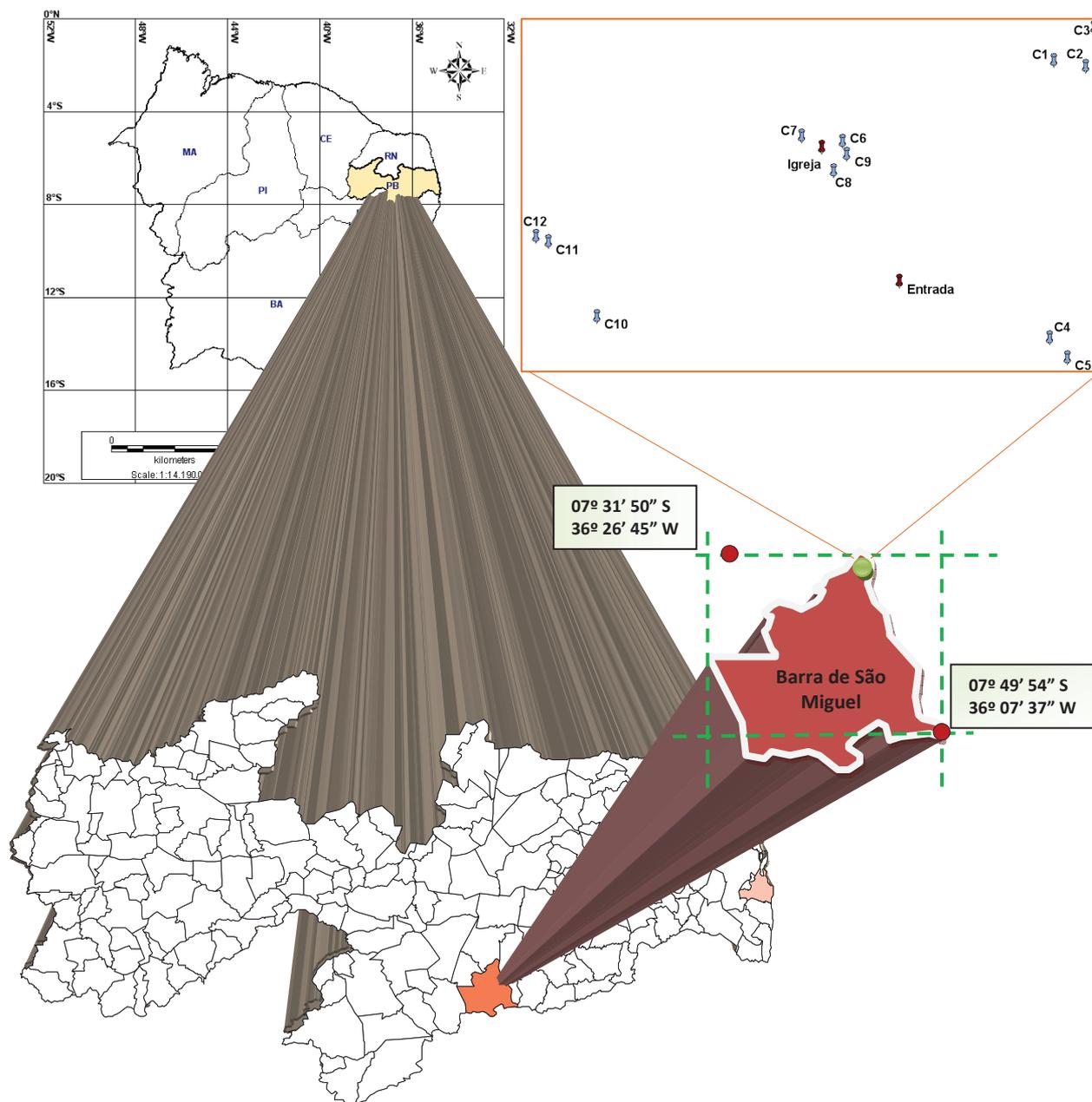


Figura 3: Mapa da região Nordeste com destaque para o Estado da Paraíba, município de Barra de São Miguel e localização das cisternas.

Fonte: Autora

3.4-Dimensionamentos das áreas de captação e das cisternas

As áreas de captação foram determinadas medindo o comprimento (C) e a largura (L) das coberturas das residências, sendo calculadas pela fórmula:

$$Ac (m^2) = C(m) * L (m) \quad (1)$$

Para as cisternas C1 e C7, que fazem uso de captação de água de chuva de telhados de casas vizinhas, a área de captação total foi determinada somando as suas respectivas áreas, mediante a expressão:

$$Ac_{Total} = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n \quad (2)$$

Sendo: Ac_{Total} a área de captação total do telhado (m^2)

a_1 é a área de captação do telhado um

a_2 é a área de captação do telhado dois

a_3 é a área de captação do telhado três e assim sucessivamente

As cisternas C4, C9, C11 e C12 usam apenas um lado da casa para captação da água da chuva. Nesses casos, a AC foi calculada apenas usando-se o comprimento e a largura que contribuem para a interceptação da chuva. Contrariamente, as áreas de captação das cisternas C1 e C7 foram adicionadas as áreas dos telhados das residências vizinhas por contribuírem para a captação da água da chuva para as respectivas cisternas.

Para as cisternas de formatos retangular e circular, os volumes (VC_i) foram calculados, respectivamente, pelas seguintes expressões:

$$V_{ci} = C.L.P \quad (3)$$

$$V_{ci} = \pi.R^2.P \quad (4)$$

Sendo: V_{ci} volume da cisterna (m^3)

C o comprimento (m)

L a largura (m)

P a profundidade (m)

R é o raio (m)

3.5-Procedimentos para as coletas e os parâmetros analisados

A coleta das amostras de água nas doze cisternas foi feita da forma que os moradores fazem para retirar a água diariamente. Nas cinco cisternas da ASA/P1MC as coletas foram feitas diretamente através de bombas manuais sem nenhum contato com a água. Já as demais cisternas a água foi coletada em recipientes como latas de zinco e/ou alumínio ou baldes de plástico amarrados com corda, onde também não houve contato com a água do recipiente.

A coleta da água para as análises físico-químicas e bacteriológicas foi efetuada no dia 23 de fevereiro de 2011 no período da manhã de acordo com as recomendações específicas.

3.6-Procedimentos de coleta e análises físico-químicas e bacteriológicas

Os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos utilizados para caracterizar a qualidade da água armazenadas nas cisternas, para fins de potabilidade, foram os estabelecidos na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, a saber: pH, Turbidez, Dureza,

Alcalinidade Cor, Cloreto, e Bactérias heterotróficas Totais. Optou-se por determinar, também, a condutividade elétrica da água, por ser esse parâmetro um indicador do teor de salinidade da água.

3.6.1 Análises físico-químicas

Para a coleta de dados e análises dos parâmetros físico-químicos foram usados recipientes de plásticos do tipo garrafa PET de 500 mL, limpos, esterilizados e fechados. Esses recipientes foram nominados com os respectivos números das cisternas. As amostras coletadas foram preservadas numa caixa térmica de isopor com gelo e acometidas a uma temperatura inferior a 10° C, até a chegada ao laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). As análises desses parâmetros foram feitas 8 horas após a coleta da amostra.

3.6.2- Métodos analíticos

A metodologia e as técnicas usadas para a determinação analítica dos métodos físico-químicos estão detalhadamente descritas no “Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater”/AWWA de 1998, conforme a Portaria 518/04.

A Tabela 1 mostra, de forma resumida, os parâmetros físico-químicos e os métodos usados para caracterização físico-química da água, para o consumo humano, de acordo com o Laboratório de Saneamento Ambiental da UFCG.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos, métodos analíticos e unidades de medidas usadas no Laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, para fins de potabilidade da água.

Parâmetros físico-químicos	Métodos Analíticos	Unidades
pH	pHmetro digital/ TECNAL	-
Turbidez	Turbidímetro digital/ HACH 2100P Sample Cell	UNT
Dureza	Titulométrico com EDTA	mg CaCO ₃ /L
Alcalinidade	Titulação Potenciométrica	mg CaCO ₃ /L
Cor	Colorímetro digital/HACH modelo DR890	uH
Cloreto	Argentométrico/Titulação Método de Mohr com AgNO ₃	mg/L
Condutividade Elétrica	Condutivímetro digital/TECNAL	µS/cm

As análises de Dureza e Cloreto foram feitas em duplicata. Já, a de Alcalinidade não houve necessidade de realização em duplicata, porque a sua titulação foi feita conjuntamente com o pH.

Os volumes de dureza, cloreto e alcalinidade foram calculados pelas respectivas expressões:

$$\text{Dureza total } \left(\frac{\text{mg de CaCO}_3}{\text{L}} \right) = \frac{V_{\text{gasto}} \times 1000}{V_{\text{amostra}}} \quad (5)$$

$$\text{Cloreto (mg/L)} = \frac{(A - B) \times N \times 35,450}{VA} \quad (6)$$

$$\text{Alcalinidade Total (mg CaCO}_3\text{/L)} = \frac{N \times A \times 50000}{VA} \quad (7)$$

Sendo: A o volume gasto para titular a amostra (mL);

B o volume gasto para titular a prova em branco (mL);

N a Normalidade do titulante (N);

VA é o volume da amostra (mL).

V_{gasto} é o volume do EDTA gasto na titulação (mL)

$V_{amostra}$ é o volume da amostra (mL)

A é o volume de ácido gasto na titulação (mL)

3.6.3- Análises bacteriológicas

Nas amostras coletadas para as análises bacteriológicas foram utilizadas garrafas de polietileno, específicas para esse tipo de análise, com capacidade para 500 mL, com boca largas previamente esterilizadas em autoclave a 121° C e posteriormente protegidos com papel alumínio.

As garrafas só foram abertas no momento da coleta da água, usando-se luvas a fim de evitar o contato com a água ou mesmo outro tipo de substância que viesse a contaminar a amostra. Em seguida as mesmas eram imediatamente preservadas numa caixa térmica de isopor com gelo a uma temperatura inferior a 10° C até a sua chegada ao laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), sendo processadas após 5 horas da sua coleta. As análises consistiram na determinação das bactérias heterotróficas totais.

3.7- Técnica analítica usada para a determinação do parâmetro bacteriológico/ Bactérias Heterotróficas Totais.

A técnica utilizada para a determinação da presença ou não de coliformes totais nas amostras analisadas foi determinada pela metodologia de “*Pour Plate*” que consiste de forma resumida, em colocar o meio de cultura em estado líquido e estabilizado em banho Maria, para permitir o crescimento bacteriano no interior do ágar.

O método de contagem padrão em placas tradicionais (POUR PLATE) foi feito com 48h de incubação a uma temperatura de 35°C. Após esse período, a amostra foi analisada através da contagem de colônias.

As análises bacteriológicas da água das cisternas foram diluídas nas proporções de 10^{-1} e 10^{-2} e com duas repetições. Em seguida, foi transferido um volume de 1mL para placas de Petri esterilizadas, de maneira asséptica, vertidas a 10 mL de Ágar Padrão para Contagem (PCA), fundido e resfriado, usando-se duas placas para cada diluição. Após o término desse procedimento, o material foi homogeneizado girando-se a placa através de movimentos circulares no sentido horário e anti-horário ou efetuando-se movimento descrevendo-se o número oito.

Esses movimentos foram efetuados por, pelo menos, 10 vezes. Após a solidificação do meio, as placas tampadas são invertidas e incubadas em estufas na temperatura de 35°C. Ao final da incubação (48 horas), contaram-se as colônias e o resultado médio de cada diluição foi registrado e multiplicado pelo fator da diluição.

O Ágar Padrão para Contagem (PCA) é um meio de cultura indicado para promover o crescimento de bactérias aeróbias em um meio extremamente rico em nutrientes. Esse meio foi colocado em placas Petri estéreis; após exposição ao meio ambiente, e incubada em estufa por 48 horas, á temperatura de 35°C. Em seguida, contou-se o número de colônias com contador de colônias.

O número de colônias nas placas (NCP) foi determinado pela equação:

$$\text{NCP} = \text{número de colônias nas placas} \times \text{fator de diluição} \quad (8)$$

Os coliformes Heterótrofos Totais na água foram quantificados usando-se os critérios estabelecidos na Portaria n° 518/2004 do MS, bem como as técnicas utilizadas para análise físico-química do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, publicação da American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (1998).

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Georreferenciamento, identificação e dimensionamento das cisternas.

Na Figura 4 mostra o croqui com a distribuição das 12 cisternas no sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB, e na Tabela 2 a identificação e o georreferenciamento, com as respectivas coordenadas geográficas.

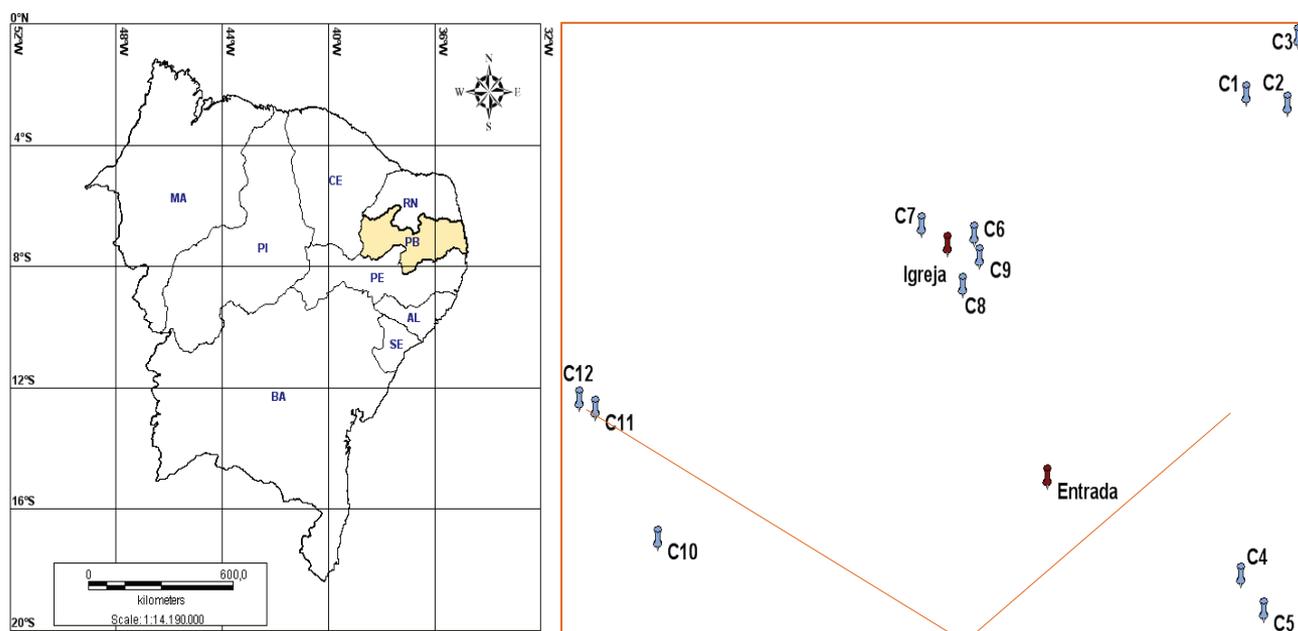


Figura 4. Mapa do Nordeste do Brasil com destaque para o estado da Paraíba, e croqui com a distribuição identificação das cisternas do Sítio Floresta em Barra de São Miguel, PB.

Tabela 2. Identificação das cisternas georreferenciadas e suas respectivas coordenadas geográficas. Sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.

Identificação das cisternas	Longitude(W)	Latitude(S)	Altitude (m)
C1	36°14'01,5"	7°32'56,5"	404
C2	36°13'59,1"	7°32'56,9"	390
C3	36°13'58,5"	7°33'54"	400
C4	36°14'01,8"	7°33'17,3"	403
C5	36°14'00,5"	7°33'18,8"	403
C6	36°14'17,5"	7°33'02,5"	403
C7	36°14'20,6"	7°33'02,1"	405
C8	36°14'18,2"	7°33'04,8"	417
C9	36°14'17,2"	7°33'03,5"	405
C10	36°14'36,2"	7°33'15,7"	409
C11	36°14'39,8"	7°33'10,1"	406
C12	36°14'40,7"	7°33'09,7"	406

As áreas de captação da água da chuva e os respectivos volumes potenciais das cisternas são mostrados na Tabela 3. Observa-se que tanto as áreas de captação (cobertura das residências) quanto os volumes construídos das cisternas são muito variáveis. Como afirmaram alguns moradores a água é utilizada não somente para beber e cozinhar, mas em outras atividades como limpeza da casa, banho, rega de plantas, lavagens de roupas dentre outras.

Tabela 3. Identificação das cisternas, construtor, área de captação e volume das cisternas da comunidade rural de Floresta/Barra de São Miguel, PB.

Identificação das Cisternas	Construtor	Área de captação (m ²)	Volume total (m ³)
C1	ASA/PIMC	172,1 m ²	16 m ³
C2	ASA/PIMC	76,3 m ²	16 m ³
C3	Morador	51,7 m ²	12,1 m ³
C4	Morador	111,1 m ²	6,7 m ³
C5	Morador	Abastecida com água do açude de Boqueirão	10,6 m ³
C6	Morador	173 m ²	11,2 m ³
C7	ASA/PIMC	244 m ²	16 m ³
C8	Morador	98 m ²	8,1 m ³
C9	Morador	40,8 m ²	7,3 m ³
C10	Morador	74,1 m ²	7,5 m ³
C11	ASA/PIMC	39 m ²	16 m ³
C12	ASA/PIMC	25 m ²	16 m ³

O sucesso ou o fracasso de um sistema de aproveitamento de água depende, em grande parte, da quantidade de água captada pela superfície. Ressalta-se, entretanto, que essa quantidade depende muito mais das características do regime pluvial local, do que do tamanho da área de captação e/ou do coeficiente de escoamento superficial, por exemplo, por serem essas medidas fixas. Como as quantidades de chuvas anual- mediana e máxima em Barra de São Miguel são de 400 e 700 mm, respectivamente, as cisternas deveriam ter sido dimensionadas para armazenar um volume superior a 30 m³.

Isso demonstra, portanto, que os volumes das cisternas foram subdimensionados, por que não foram estabelecidas as principais características do regime pluvial local. Sem essa caracterização o potencial de captação da água da chuva e o volume da cisterna serão sub ou super dimensionados o que concordam em gênero, número e grau com as afirmações feitas por Almeida & Silva, 2003; Silva, Almeida & Costa Filho, 2005; Almeida & Lima, 2007; Almeida & Pereira, 2007; Almeida & Oliveira, 2009; Almeida & Gomes, 2011.

Em se tratando dos aspectos quantitativos, o volume das cisternas do PIMC (C1, C2, C7, C11 e C12) é único 16 m³ de água, nas demais, os volumes variam de 6,7 a 12,1 m³. Os próprios moradores afirmaram que as chuvas são suficientes para encher as cisternas e que a água armazenada no período das chuvas é suficiente para suprir as necessidades durante todo o ano. A cisterna C5 não é um reservatório de captação da água da chuva, por que ela é abastecida exclusivamente com a água do açude de Boqueirão.

4.2-Diagnósticos social e ambiental do sistema de captação, da cisterna e da água.

Na visitação in loco observou-se a maneira de como os moradores manejam a água armazenada nas cisternas, desde a falta de cuidado com a limpeza da área de captação (telhado) até a retirada da água na cisterna. O uso da água é prioritariamente para o consumo humano, ou seja, beber e cozinhar.

O diagnóstico constatou que todos os moradores entrevistados moram na comunidade há mais de 10 anos, são agricultores com nível de escolaridade muito baixo, ou seja, ou tem fundamental incompleto ou são analfabetos. Do universo entrevistado cerca de, 50% ocupam-se da agricultura, 25% são aposentados, 8,3 % são autônomos e 16,7% integram a classe das donas de casa, conforme mostra a Figura 5.

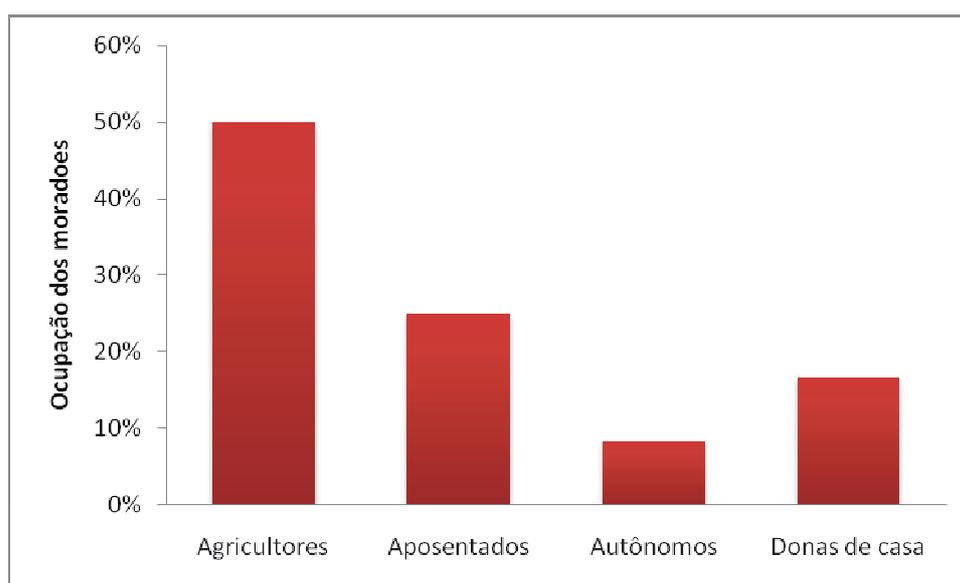


Figura 5. Ocupação dos moradores do sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.

Todos os entrevistados informaram que as casas são próprias, as condições gerais do sistema de captação mostraram-se satisfatórios, ou seja, mesmo apresentado pouco ou nenhum grau de instrução eles sabem da importância de manter limpos os telhados e as calhas, bem como removê-las antes da entrada da água das primeiras chuvas. Essa técnica de manejo evita a entrada de sujeira que supostamente é encontrada no telhado, bem como a contaminação tanto da água nova quanto da existente, principalmente, por fezes de animais.

Constatou-se, também, que todas as casas possuem água encanada oriunda do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), embora não seja tratada. Por isso, a água para o consumo é proveniente apenas da cisterna, por que os moradores afirmaram que a água de chuva tem melhor qualidade que a do açude e por isso a usam para beber e cozinhar, exceto a da casa com a cisterna identificada como C5, haja vista que a água ali armazenada provém exclusivamente do referido açude.

Com relação ao tratamento da água armazenada nas cisternas (Figura 6), 66,7% afirmaram não tratar com cloro, embora após a retirada da água a mesma é filtrada, em filtros de cerâmica. Esses moradores relataram que não fazem a cloração, porque o uso do cloro deixa a água com sabor desagradável. O restante (33,3%) trata a água com produtos a base de cloro (não deixando claro o tipo de produto, nem sua procedência).

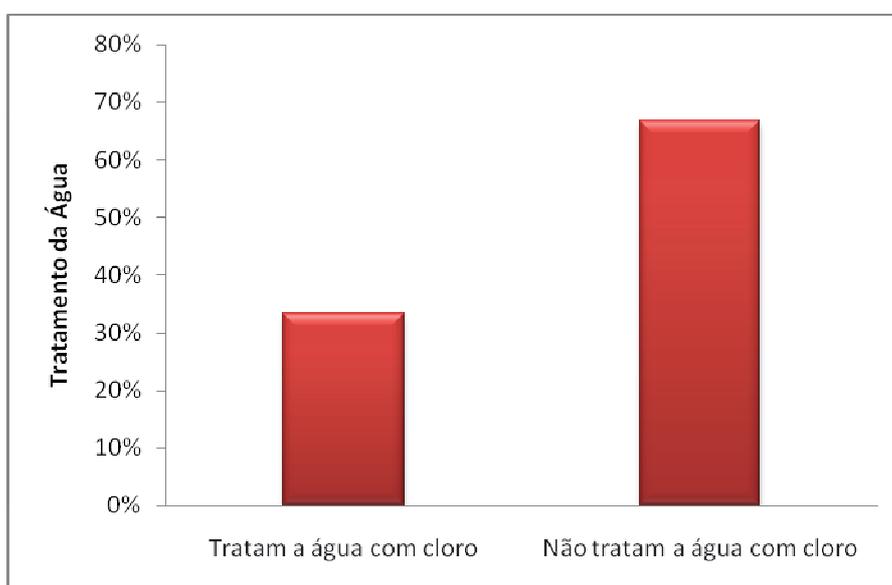


Figura 6. Tratamento da água armazenada nas cisternas

Com relação à limpeza das cisternas, as respostas ao questionário indicaram que 58,3% deles limpam a cisterna anualmente por dentro e por fora usando água e desinfetante o qual eles chamam de água sanitária. Diante dessa assertiva, pelo menos, as cisternas são desinfetadas anualmente com produto a base de cloro, embora a água consumida não receba tratamento similar.

A água de chuva armazenada nas cisternas por longos períodos, por ocasião de sua retirada, se introduz um balde ou uma lata, associada com outras práticas pouco higiênicas, pode ter a qualidade inadequada para o seu consumo direto. Diante disto, há necessidade de

desinfecção da água armazenada antes do seu consumo, ou seja, água necessita de algum tratamento, o que concorda com os resultados encontrados por (SILVA, *et. al.* 2006).

As totalidades dos entrevistados disseram que possuem a cisterna há mais de três anos. A forma de retirar da água da cisterna é feita de duas maneiras: com bomba manual, no caso das cisternas da ASA/PIMC, e com baldes de plástico e/ou latas de zinco ou alumínio amarrado com cordas de náilon nas cisternas construídas pelos próprios moradores. Observou-se, que os modelos e/ou tipos das 12 cisternas do sítio Floresta, são de placas e de ferro e cimento.

Os moradores não esperam por iniciativas públicas como o Programa de Um milhão de Cisternas para obter água para o consumo, eles mesmo trataram de construir seus próprios sistemas de captação e armazenamento da água da chuva no sentido de minimizar a escassez de água potável. Mesmo mobilizando a população a conviver melhor com as condições impostas pela região semiárida, os programas sociais criados com essa finalidade mostram-se mais preocupados em solucionar o problema da quantidade ao invés de se preocupar com a qualidade da água, por ser este parâmetro o principal causador de doenças pela ingestão da água contaminada.

O estado de conservação das cisternas estudadas pode ser considerado bom, pois não foram encontradas rachaduras que comprometem a estrutura dos sistemas, vazamentos, criação de animais ou mesmo lixo acumulado nas proximidades. Os telhados são todos de telhas de cerâmica e sem sujeiras como folhas e fezes de animais. As calhas são todas móveis e estavam limpas, as bombas manuais das cisternas C1, C2, C7, C11 e C12 não apresentaram inconvenientes na retirada da água do reservatório e os outros recipientes como baldes e latas apresentaram-se em boas condições de uso. Todas as cisternas usam tampas feitas com ferro e cimento para vedar a entrada, exceto a cisterna C10 que a deixa exposta a contaminação por microrganismos patogênicos, principalmente por excreção de animais, condição esta que põe em risco a saúde dos que ingerem dessa água.

Com referência a localização das cisternas, observou-se que 83,3% construíram suas cisternas fora da casa, acima da fossa séptica e com esgotamento sanitário do banheiro. Os 16,7% restantes foram construídas dentro da residência, ou seja, de forma inadequada por ficar próxima ao banheiro e/ou a fossa.

A cisterna C8, por exemplo, tem uma das paredes que faz divisão com o banheiro, o que pode aumentar consideravelmente a contaminação da água armazenada, principalmente, pela existência de microrganismos patogênicos tais como os coliformes fecais presentes em grandes quantidades nas fezes humanas. Considerando as condições de moradia, bem como

a higienização dos sistemas de armazenamento estudados, constatou-se que há cisternas com manejo relativamente adequado e em outras não. No entanto, a opção correta de como manejar a cisterna e o tratamento da água são repassadas pelos agentes de saúde, já que os moradores afirmaram receber visitas mensais desses profissionais, bem como a existência de um trabalho educativo relativo aos cuidados com a água armazenada nesses sistemas, mas nem sempre acatadas por todos.

4.3-Análise dos parâmetros físico-químicos da água armazenada nas cisternas.

É de grande importância ressaltar que a pesquisa considerou apenas uma amostra como representativa, tanto para as análises físico-químicas quanto às bacteriológicas.

Como os parâmetros físicos estão relacionados diretamente com os sólidos em suspensão, dissolvidos ou mesmo na forma de colóides na água, observou-se a olho nu durante a coleta das amostras que a água armazenada nas 12 cisternas apresentou aspectos satisfatórios quanto aos sólidos presentes na água.

Para a confirmação da observação a olho nu foi necessária a análise das características físico-químicas em laboratório, comparando-se com o valor limite, ou seja, o número máximo permitido para cada parâmetro estabelecido no Padrão de Potabilidade, da Portaria 518/04 MS. A Figura 7 mostra a variação de cor da água nas 12 cisternas analisadas.

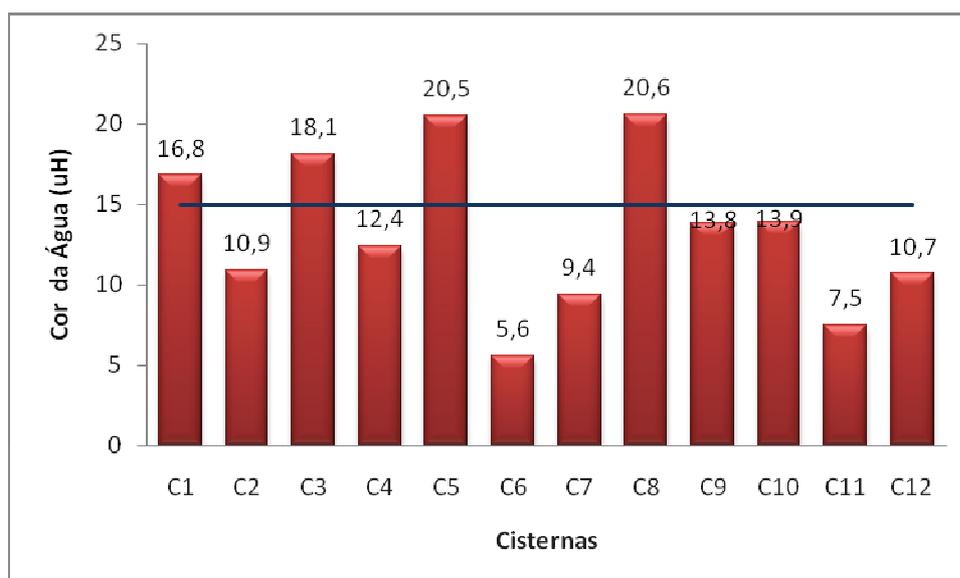


Figura 7. Variação da cor da água nas doze cisternas analisadas. Sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.

A cor da água armazenada apresentou grandes variações passou de 5,6 uH, na cisterna C6, a 20,6 uH, na C8. Entretanto a média das 12 cisternas foi de 13,35 uH ou seja, inferior ao valor limite recomendado pela Portaria N° 518/04 MS que é de 15,0 uH para a água usada para consumo humano.

Observa-se na citada Figura 7, que a água contida nas cisternas C1, C3, C5 e C8 têm valor do parâmetro cor acima do estabelecido na citada portaria. A cor é um parâmetro que caracteriza principalmente a estética da água, e sua coloração pode ser atribuída principalmente a decomposição de matéria orgânica, o que foi confirmado na observação dessas águas a olho nu, bem como do manejo e conservação do sistema.

Os resultados encontrados nesta pesquisa são condizentes com os encontrados por Tavares (2009) que avaliou a cor aparente das amostras de água armazenadas em oito cisternas em São João do Cariri e de Paus Brancos ambas na Paraíba encontrou grande variação, entretanto a média em todas as cisternas foi inferior ao permitido pela legislação em vigor.

As possíveis causas da água das cisternas C1, C3, C5, e C8 apresentarem valores acima dos recomendados na Portaria N° 518/04 MS podem estar relacionadas à entrada de nova água, no período chuvoso, que contribui com a suspensão do material no fundo das cisternas, o que comprova com a afirmação feita por Tavares (2009). Destaca-se, ainda, que a cor mesmo representando um aspecto estético da água é preciso que seja, incolor, insípida e inodora para ser considerada potável. Daí a necessidade de fervê-la e filtrá-la antes da sua ingestão para eliminar boa parte dos sólidos em suspensão e/ou dissolvidos.

Aos parâmetros físicos referentes à Turbidez e Condutividade elétrica da água armazenadas nas doze cisternas, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Identificação das cisternas com os respectivos parâmetros turbidez e condutividade elétrica da água das doze cisternas amostradas. Sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.

Identificação das Cisternas	Turbidez (UTN)	Condutividade Elétrica ($\mu\text{S/cm}$)
C1	2,14	164,9
C2	1,49	217,8
C3	1,64	157,4
C4	1,53	111,2
C5	3,30	698,5
C6	1,31	126,4
C7c*	1,00	101,3
C8	4,95	127,0
C9	1,80	118,6
C10	0,87	130,8
C11	1,19	132,2
C12	1,05	188,7

Das doze amostras analisadas, a turbidez variou de 0,87 a 4,95 UTN. Comparando-se com o valor limite estabelecido na Portaria nº 518/02 MS que é de 5,0 UTN, observa-se que, até mesmo a cisterna C5, mesmo sendo abastecida exclusivamente por água do açude de Boqueirão apresentou valor abaixo do recomendado pela legislação em vigor. Ressalta-se, que a turbidez é mais relevante quando no ambiente aquático predominam processos dependentes de penetração da luz, o que não é o caso das cisternas em questão, como afirmou Von Sperling (2005).

Quando a água apresenta capacidade de conduzir corrente elétrica, significa que a mesma contém substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. O critério estabelecido pelo Ministério da Saúde (2006), as águas naturais são aquelas com condutividade elétrica entre 10 a 100 $\mu\text{S/cm}$.

Como pode ser observada na Tabela 4, a condutividade elétrica das amostras de água das cisternas analisadas apresentou valores de 101,3 $\mu\text{S/cm}$ a 698,5 $\mu\text{S/cm}$. Quando comparados com os da faixa recomendada, os valores foram bem acima do estabelecido para águas naturais. A água da cisterna C5 foi a que apresentou o maior valor, embora esperado,

porque ela é abastecida com água exclusiva do açude. O elevado valor de condutividade encontrada na água armazenada na C5 pode estar associado a salinidade característica de águas de açude (TAVARES, 2009 op. cit.).

Embora a condutividade elétrica não tenha significado sanitário para o uso da água potável, o seu quantitativo é extremamente importante para indicar o teor de sais dissolvidos, pois quanto maior for a condutividade elétrica maior será a concentração de sais e, conseqüentemente, a solução poderá conduzir não somente a corrente elétrica, mas apresentar o sabor salino.

Optou-se por medir a condutividade elétrica da água das cisternas visando observar a existência de sais dissolvidos, fato comprovado não apenas pela sua elevada condutividade, mas também pela presença de carbonatos e bicarbonatos a serem adiante.

Os resultados obtidos por Schuring & Schwintek (2005 *apud* TAVARES, 2009) ao estudar as águas armazenadas em cisternas em comunidades rurais do semiárido pernambucano observaram valores entre 59 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 551 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valores abaixo da presente pesquisa.

Os dados referentes às formas de abastecimento de água, nas cisternas, e as suas respectivas durezas são apresentados na Tabela 6.

O valor máximo permitido para a dureza total estabelecido pela Portaria 518/04 MS é de 500mg/L de CaCO_3 . Nas amostras de água analisadas os valores foram abaixo do limite da legislação vigente e variou de 39 a 165 mg/L de CaCO_3 .

Observa-se (Tabela 5) que quando as cisternas são abastecidas com água da chuva, os valores de dureza total são menores, ou seja, se enquadram no critério de dureza que varia de mole a moderada. Grande parte dos resultados nesse período esteve acima de 50 mg de CaCO_3/L , podendo ser considerada como de “dureza moderada” (VON SPERLING, 1996).

Tabela 5. Forma de abastecimento de água e dureza total nas doze cisternas amostradas. Sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.

Identificação das Cisternas	Forma de abastecimento	Dureza Total mg/L CaCO ₃
C1	Água de chuva	66
C2	Água de chuva	76
C3	Água de chuva	80
C4	Água de chuva	57
C5	Água do açude de Boqueirão	165
C6	Água de chuva	68
C7	Água de chuva	39
C8	Água de chuva	80
C9	Água de chuva	69
C10	Água de chuva	70
C11	Água de chuva	53
C12	Água de chuva	80

Em contra partida a cisterna abastecida com água do açude (C5), é considerada dura, ou seja, contém sais de Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺ dissolvidos em excesso o que pode ocasionar certas inconvenientes quando usada para beber além de apresentar sabor desagradável e efeitos laxativos ou de reduzir a formação de espuma, implicando num maior consumo de sabão.

Silva (2006) afirma que cisternas antigas apresentaram os maiores valores de dureza, principalmente nos meses de seca, justamente o período da presente pesquisa.

As grandezas físico-químicas pH e cloretos da água armazenadas nas cisternas estudadas são mostradas na Tabela 6. A Portaria 518/04 MS recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. Os valores encontrados nas análises efetuadas variam de 8,3 (cisterna C8) a 9,6 (cisterna C2), ou seja, pH básico e a maioria dos valores estão dentro dos VMP pela Portaria, exceto, a C2 que tem apenas um décimo acima. Acredita-se que a alcalinidade encontrada deve-se á presença de (bi) carbonatos substâncias essas presentes na composição do cimento. Esse resultado também comprova com a afirmação de Tavares (2009) que a argila da telha cerâmica, por exemplo, pode ter sido uma das responsáveis pelo aumento do pH da água, ou apresenta silício em sua composição química como citou Cardoso (2009).

Tabela 6. Identificações das cisternas, pH e cloretos na água das doze cisternas amostradas. Sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.

Identificação das Cisternas	pH	Cloretos (mg/L)
C1	9,4	-15,1
C2	9,6	-7,3
C3	8,8	-15,1
C4	8,5	-16,1
C5	8,8	149,8
C6	9,1	-14,6
C7	9,3	-17,1
C8	8,3	-13,2
C9	8,7	-15,1
C10	8,6	-12,7
C11	9,2	-16,1
C12	9,2	-8,3

Em todas as amostras de água analisadas no tocante aos cloretos os valores foram negativos, ou seja, ausência de cloretos, exceto para a C5 que apresentou resultado positivo para o íon, mas os seus resultado foram inferiores aos estabelecidos na Portaria 518/04 MS, que é de 250 mg/L.

A ausência de cloretos na água armazenada nas cisternas analisadas pode ser atribuído a falta de desinfecção da água desses reservatórios pelos moradores, uma vez que a maioria dos proprietários (66,7%) não usam cloro e/ou produtos a base de cloro para desinfetar a água da cisterna e argumentam que o sabor da água fica alterado pelo uso de tais produtos.

A presença de cloro na água demonstra que ela foi desinfetada ou, até mesmo, que não houve introdução de matéria orgânica nem de microrganismos que pudesse consumir o cloro durante o tratamento. O efeito residual do cloro permite monitorar a evolução da qualidade microbiológica da água como afirma Amorim & Porto, 2001.

Como as cisternas analisadas se encontravam entre 80 e 95% da sua capacidade, volume esse que proporcionou maior diluição das substâncias presentes, principalmente de cloretos, o que pode justificar a ausência dos mesmos em quase 92% da água analisada desses reservatórios. No entanto, essa carência não significa ausência de sais dissolvidos, pois a condutividade elétrica das amostras foi elevada o que comprova a presença de sais dissolvidos na mesma.

A Figura 8 contém os dados de alcalinidade associado com os de pH para a água das doze cisternas estudadas. Observa-se que os valores de alcalinidade variaram de 16 a 58 mg/L CaCO₃.

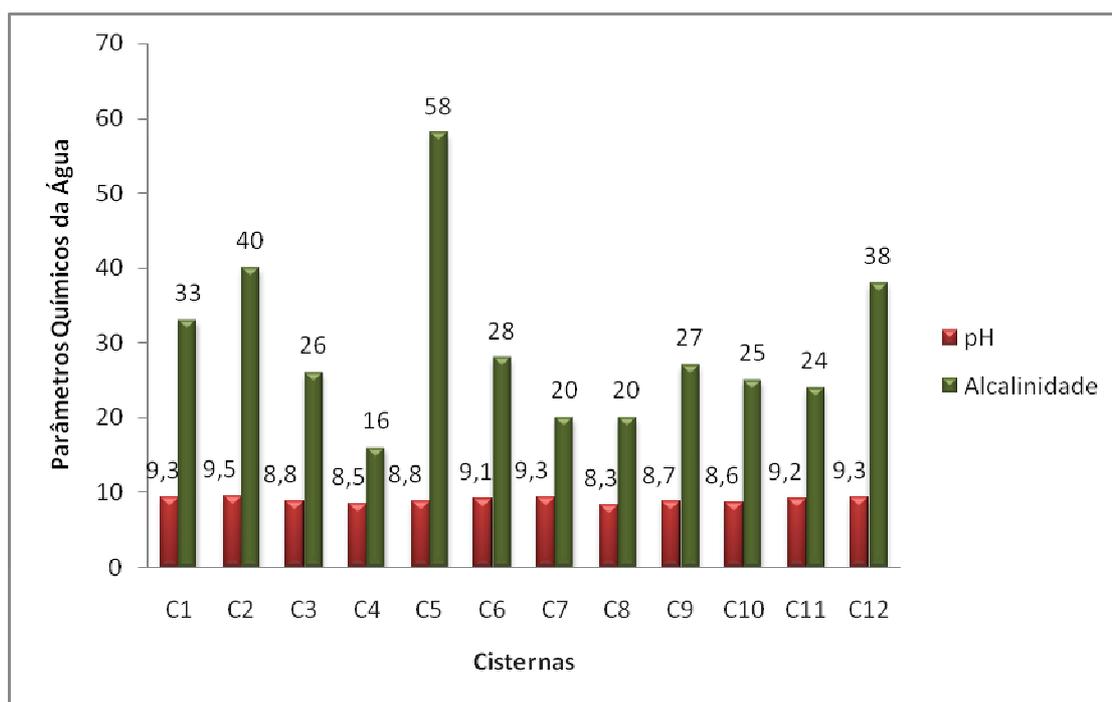


Figura 8. Alcalinidade e pH da água armazenada em doze cisternas. Sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.

A maior alcalinidade foi detectada na cisterna C5, abastecida com água do açude Epitácio Pessoa, onde existe uma maior concentração de sais dissolvidos. Embora a alcalinidade seja um parâmetro indicador importante da qualidade da água, a depender do uso, ela não tem significado sanitário para a potabilidade da água. Mesmo assim, a elevada concentração pode conferir o sabor salgado a água. Não há citação desse parâmetro no Padrão de Potabilidade do Ministério da Saúde e tampouco na norma da ABNT sobre aproveitamento de água de chuva. Entretanto, esse parâmetro é importante em estudos relacionados à corrosividade da água, assim como nos casos em que se prevê um tratamento posterior da água por meio de coagulação química (CARDOSO, 2009).

A distribuição da alcalinidade da Figura 8 considera-se que a alcalinidade em função do pH tem-se a seguinte interpretação: Na C2 pode-se afirmar que há presença de Hidróxidos (OH^-) e Carbonatos (CO_3^-), pois o seu pH está entre 11 e 9,4; nas demais cisternas há presença de Carbonatos e Bicarbonatos (HCO_3^-).

Os carbonatos e bicarbonatos são íons responsáveis pela presença de sais minerais no nosso organismo, eles têm um papel importante na determinação do pH sanguíneo, sendo a concentração dos íons bicarbonatos regulada pelos rins. A principal base do organismo é o bicarbonato, produzido a partir do metabolismo celular pela combinação do dióxido de carbono com a água.

4.4-Análise bacteriológica da água armazenada nas cisternas

Em termos de qualidade bacteriológica da água deve-se levar em consideração a possibilidade de transmissão de doenças, através da existência de organismos indicadores de contaminação fecal. A qualidade bacteriológica foi analisada mediante a concentração das bactérias facultativas heterotróficas totais do grupo coliformes, indicadoras de contaminação fecal para a água potável, contando-se o número de bactérias que limita a qualidade da água potável, como estabelece a Portaria 518/04 MS, cujo limite é de 500 Unidades Formadoras de Colônia por mililitro (UFC/mL).

A Figura 9 apresenta o resumo do número de bactérias heterotrófica encontradas na água armazenada nas doze cisternas, em UFC/mL.

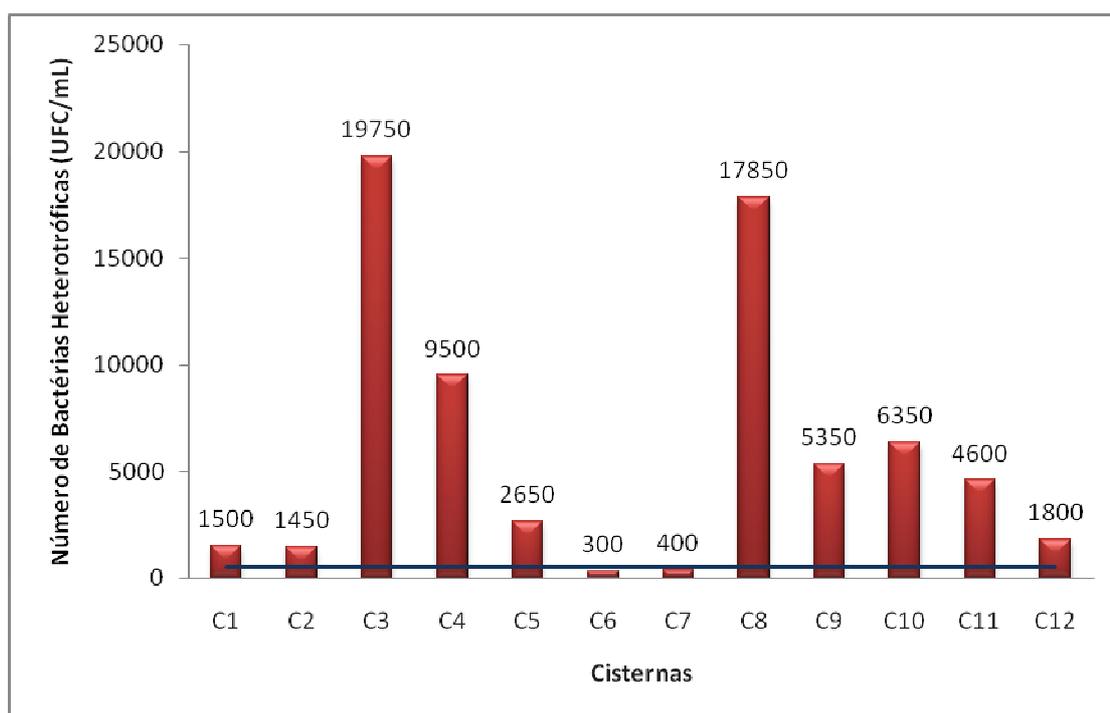


Figura 9. Número de bactérias heterotróficas na água armazenada nas doze cisternas. Sítio Floresta, Barra de São Miguel, PB.

De acordo com os resultados obtidos através das análises laboratoriais, quase todas as amostras, exceto as das cisternas C6 e C7 indicaram presença de bactérias heterotróficas, ou seja, a qualidade da água armazenada nesses sistemas está comprometida pela presença de microrganismos patogênicos ou não. Conforme já foi discutido anteriormente, atribui-se, novamente, a falhas ou mesmo ausência de desinfecção da água das cisternas, constatada em 66,7 % dos domicílios. Esse parâmetro bacteriológico auxilia nas possíveis falhas na desinfecção do tratamento da água nas estações de tratamentos, por exemplo. Os valores referentes ao número de bactérias heterotróficas variaram de 300UFC/mL a 19750 UFC/mL. A elevada presença desses microrganismos se atribui a proximidade do sistema de armazenamento à fossa séptica, bem como o seu manuseio e conservação.

As bactérias heterotróficas são capazes de proliferar na água, se estiverem disponíveis nutrientes, temperatura adequada, ausência de agente desinfetante residual (cloro) e estagnação da água, a cloração da água de chuva apenas uma vez ao ano, não restando cloro residual no decorrer dos meses, podendo ser considerado como falha na desinfecção; e a baixa adesão à limpeza periódica das cisternas, mantendo os sedimentos no fundo da cisterna. Por apresentar características favoráveis à proliferação de bactérias heterotróficas (presença de nutrientes, ausência de cloro residual e estagnação), é de se esperar que a concentração encontrada em água de chuva armazenada em cisternas seja elevada (SILVA, 2006).

A análise mostrada na Figura 9 revela de forma muito clara, que 83,3% das amostras analisadas, ou seja, das cisternas têm um quantitativo maior de bactérias heterotróficas na água que o recomendado pelo Padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria 518/04 MS. É importante ressaltar que o resultado apresentado pode indicar a presença de qualquer bactéria do grupo dos coliformes totais, ou seja, a presença de bactérias pertencentes a qualquer gênero como *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* ou mesmo outros gêneros, pois não foram feitas análises específicas para cada gênero citado.

A desinfecção da água tem caráter corretivo e preventivo, pois serve para eliminar os microrganismos patogênicos os quais podem está presentes na água, como bactérias, vírus e protozoários. Nas Estações de Tratamento de Água o processo de desinfecção é feito através da adição de produtos químicos visando exclusivamente a eliminação de microrganismos patogênicos, ou seja é a única etapa do tratamento especificamente destinada ao controle da qualidade bacteriológica. Os agentes químicos mais usados na desinfecção da água são aqueles a base de cloro como o hipoclorito de sódio.

As medidas de controle ou mesmo de prevenção associadas a desinfecção são essenciais para manter a qualidade da água para consumo humano, logo o resultado apresentado requer uma necessidade de monitoramento da qualidade da água armazenada nas cisternas estudadas.

A água de chuva acumulada em cisternas e seu uso para consumo humano são, sem dúvida, alternativas viáveis ao semiárido nordestino. No entanto, é preciso que a água seja tratada e bem manuseada a fim de proteger a saúde e o meio ambiente, e não ser um veículo de transmissão de doenças.

Para garantir a qualidade microbiológica da água em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, como recomenda Amorim & Porto (2001), deve ser observado o padrão de turbidez. A turbidez pode reduzir a eficiência da desinfecção da água, pela proteção física dos microrganismos do contato direto com os desinfetantes, sendo atribuída principalmente as partículas sólida em suspensão que diminuem a claridade e reduzem a transmissão da luz. Podem ainda ser provocados por plâncton, algas, detritos orgânicos e outras substâncias resultantes do processo natural de erosão ou adição de despejos domésticos ou industriais.

No caso das cisternas em questão não foi preciso a complementação dos dados de turbidez para indicar a presença de microrganismos, pois a turbidez está abaixo do estabelecido pela legislação em vigor, esse parâmetro pode ser útil para acompanhamento da qualidade das águas transportadas por carros-pipa, de açude, barreiros ou abastecidos por outra fonte, indicando sua possível origem. Através dos resultados obtidos é possível afirmar que a elevada concentração de bactérias facultativas heterotróficas evidencia a grande importância da manutenção higiênica dos sistemas estudados, sobretudo quanto cuidados com a desinfecção.

5.0 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que:

- a) As cisternas do sítio Floresta em Barra de São Miguel, embora estejam em bom estado de conservação foram subdimensionadas;
- b) As casas da comunidade estudada possuem água encanada oriunda do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), embora não seja tratada;
- c) A água armazenada nas cisternas é usada prioritariamente para beber e cozinhar;
- d) O pH da água das cisternas predominante é básico;
- e) Com relação ao critério dureza, a água armazenada nas cisternas se enquadra no critério que varia de mole a moderada;
- f) 66,7% dos moradores da zona rural de Floresta não usam cloro e/ou produtos à base de cloro para desinfectar as cisternas;
- g) A água das cisternas do sítio Floresta é usada para fins de consumo sem tratamento;
- h) A maioria da água (das cisternas) analisada está contaminada com bactérias heterotróficas totais;
- i) O uso de recipientes como baldes e latas de zinco e/ou alumínio amarrados com cordas de náilon para retirar a água da cisterna é um grande fator de contaminação;
- j) Mesmo na água armazenada nas cisternas da ASA/PIMC, por ser retirada usando bombas manuais, a água não está livre de contaminação, principalmente, por microrganismos;
- l) Não foram constatadas sujeiras nos telhados, nas calhas e nem lixo aos arredores das cisternas;
- m) O desvio da água das primeiras chuvas e o fechamento das cisternas após o seu uso são fatores preponderantes e funcionam como barreiras sanitárias;
- n) O uso de produtos à base de cloro é a principal maneira de tratamento, embora não seja utilizado pela a maioria como tratamento bacteriológico da água armazenada em cisternas;

- o) A água da chuva acumulada em cisternas e seu uso para consumo humano são alternativas viáveis por permitem a convivência no semiárido nordestino;
- p) 83,3% das amostras de água analisadas têm um quantitativo maior de bactérias heterotrófica que o recomendado como padrão de potabilidade estabelecido na Portaria 518/04 do Ministério da saúde.

RECOMENDAÇÕES

De fato que os sistemas de captação de água de chuva são fontes alternativas usadas como uma forma de minimizar a escassez de água potável na região semiárida, mas que para garantir a qualidade da água que se encontra armazenada nas cisternas, principalmente “livre” de microrganismos patogênicos é preciso enfrentar grandes desafios, essencialmente os ligados a desinfecção da água armazenada, pois os moradores afirmam que o gosto da água é desagradável quando usa o cloro como forma de tratamento, por essa razão a desinfecção não é uma constante na prevenção da contaminação da água por patógenos, neste sentido, é fundamental que os moradores aprendam como dosar o cloro antes de aplicá-lo e assim minimizar o sabor desagradável provocado pela presença elevada do mesmo.

A principal forma de tratamento que garante a qualidade bacteriológica da água armazenada na cisterna, bem como minimiza os riscos de doenças por transmissão hídrica é o uso de produtos a base de cloro, o mais usado na desinfecção é o hipoclorito de sódio – NaClO (que é uma solução líquida que contém de 10% a 13% de cloro ativo). Essa solução chega ao consumidor com o nome de água sanitária e com uma menor concentração, cerca de, 2,5% de cloro ativo. Essa solução é bastante utilizada não apenas pelo seu poder desinfetante, mas também por ser de baixo custo e viável a toda população.

De acordo com Amorim & Porto (2001) o uso de produtos a base de cloro é feito da seguinte maneira;

Produto	Hipoclorito de sódio a 10%	Água Sanitária a 2%
Quantidade	20 mL ou 2 colheres de sopa	100 mL ou 10 colheres de sopa

É importante ressaltar que a água só deverá ser consumida 30 minutos após a aplicação da solução, que deve ser feita de forma homogênea.

6.0REFERÊNCIAS

_____**GEO Brasil- Recursos Hídricos- Componente da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil 2007**, 264p. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/>. Acesso em 05 de novembro de 2010.

_____**Ministério da Saúde. Portaria N° 518 Normas e Padrão de Potabilidade das Águas Destinadas para Consumo Humano**. Brasília-DF, 2004, p. 15.

_____**Ministério da Saúde. Portaria N° 36 Padrão de Potabilidade da Água Destinada ao Consumo Humano**. Brasília-DF, 1990.

_____**Ministério da Saúde. Vigilância e Controle da qualidade da Água Para o Consumo Humano**. Secretaria de Vigilância em Saúde- Brasília-DF. 2006, p. 213.

_____**Ministério de Minas e Energia. Diagnostico do Município de Barra de São Miguel/PB** Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento Para águas Subterrâneas. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Brasília. 2005, p.26.

AGENDA 21. **Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 2a Ed. Brasília: Senado Federal, 1997.

ALMEIDA, H. A. de, LIMA, A. S. **O potencial para a captação de água de chuvas em Tanques de Pedra**. In: 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuvas, Belo Horizonte, MG, 2007, CD-R

ALMEIDA, H. A. de, PEREIRA, F. C. **Captação de água de chuva: uma alternativa para escassez de água**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15, Aracaju, SE, 2007, **Anais...**, Aracaju: CD-R.

ALMEIDA, H. A. de, SILVA, L. **Estimativa do potencial para captação de água de chuva no Brejo Paraibano**. In: IV Simpósio Brasileiro de captação e manejo de água de chuva, Juazeiro, BA, 2003, **Anais**, CD-R

ALMEIDA, H. A. de, SILVA, L. **Modelo de distribuição de chuvas para a cidade de Areia**, PB. In: I Congresso Intercontinental de Geociências, Fortaleza, CE, 2004, **Anais**, CD-R

ALMEIDA, H. A. de. **Probabilidade de ocorrência de chuva no Sudeste da Bahia**. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 182, 32p, 2001.

ALMEIDA, H. A. de., GOMES, M. V. A. **Potencial para a captação de água da chuva: alternativa de abastecimento de água nas escolas públicas de Cuité, PB.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 17, Guarapari, ES, 2011, **Anais...**, Guarapari: CD-R.

ALMEIDA, H. A. de., OLIVEIRA, G. C. de S. **Potencial para a captação de água de chuvas em catolé de casinhas, PE.** In: Simpósio de Captação de água de chuvas no semi-árido, 7, Caruaru, PE. CD-ROM, 2009

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA). 1998. **Standart Methods for the Examination of Water and Wasterwater**, 20th Edition. American Public Health Association, American Water Woks association and water Environment Federation, 1998.

AMORIM, M C C de; PORTO, E R. Avaliação da Qualidade Bacteriológica das Águas de Cisternas: Estudo de Caso no Município de Petrolina - PE. Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido. Campina Grande – PB, ABCMAC, 2001.

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina - PE. In. : Simpósio sobre a captação de água de chuva no semi-árido brasileiro, 3., 2001, Campina Grande - PB. **Anais...** Campina Grande, PB: Embrapa Semi-Árido/IRPAA/ABCMAC, 2001. CD-ROM.

ANA- Agência Nacional das Águas. Usos Múltiplos: Convivência com a Seca. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <http://www.ana.gov.br/gestaorechidricos/usosmultiplos/seca.asp>. Acesso em 06 de Novembro de 20011.

ANDRADE NETO, C O de. Proteção Sanitária das Cisternas Rurais. In: XI Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2004, Natal, Brasil. **Anais ...** Natal: ABES/APESB/APRH. 2004

ANNECCHINI, Karla Ponzó Vaccari. *Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES) VITÓRIA.* 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)- Departamento de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

ASA- Articulação do Semiárido Brasileiro. **Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais - P1MC.**

ANEXO II do Acordo de Cooperação Técnica e Financeira celebrado entre FEBRABAN e AP1MC - FB-101/2003. Recife- PE, 2003, p. 48.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. **Nova Delimitação do Semi-árido Brasileiro**. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional, 2005, p. 35.

BRASIL, Lei Nº 9.433. Política Nacional dos Recursos Hídricos. Bras

BRASILEIRO, W. Qualidade da Água e seus Tratamentos para fins de Abastecimento e Industrial. Departamento de Química Industrial- UEPB, Campina Grande, PB. 2009, p. 43.

BRITO, L. T. L.; PORTO, E. R. Cisterna Rural: água para o consumo humano. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO, 1, 1997, Anais... Petrolina, PE. : EMBRAPA-CPATSA/IRCSA, 1997

CARDOSO, M. P. *Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva em Zonas Urbanas: Estudo de Caso no Município de Belo Horizonte- MG*. 2009. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos)-Departamento de Pós-Graduação da Universidade Federal de Minas Gerais, MG.2009.

DOMINGUES, V. O.; TAVARES, G. D.; STÜKER, F.; MICHOLOT, T. M.; REETZ, L. G. B.; BERTONCHELI. C. M.; HÖRNER. R. *Contagem de Bactérias Heterotróficas na Água para Consumo Humano: Comparação Entre Duas Metodologia*. In: Revista Saúde, Santa Maria, vol 33, n 1: p 15-19, 2007

FUNASA- Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. Ed. 2ª, Brasília-DF, 2006, p.146.

GNADLINGER, J. A contribuição da captação de água de chuva para o desenvolvimento sustentável do semi-árido brasileiro- uma abordagem focalizando o povo. In: Simpósio sobre a captação de água de chuva no semi-árido brasileiro, 3., 2001. Campina Grande- PB. **Anais...** Campina Grande, 2001.

GONDIM, R. S. Difusão da captação de água de chuvas no financiamento rural. In: Simpósio sobre a captação de água de chuva no semi-árido brasileiro, 3., 2001. Campina Grande- PB. **Anais...** Campina Grande, 2001.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações Populacionais dos Municípios**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em 22 de Outubro de 2010.

KONIG, A. FURTADO, D. A.; **Gestão Integrada de Recursos Hídricos**. 1ª Ed. Campina Grande, PB, Gráfica Agenda, 2008, 115 p.

MARINHO, R. S. de A. ; SOUZA, J. E. R. T. ; SILVA, A. S. ; RIBEIRO, L. L. **Biodiversidade de peixes do semi-árido paraibano.** In: Revista de Biologia e Ciências da Terra- Suplemento Especial, Nº 1, 2006.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia- Noções Básicas e Clima do Brasil.**Ed.: Oficina De Textos, 1ª ed. São Paulo, 2007, p.208.

NEVES, R. S.; MEDEIROS, J. C. de A.; SILVEIRA, S. M. B.; MORAIS, C. M. M. Programa um milhão de cisternas: Guardando água para semear vida e colher cidadania. In: Revista Agriculturas, v. 7, nº 3, 20010..

OLIVEIRA, Frederico Moyle Baeta de. *Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis no Campus da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto Minas Gerais.* 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)- Departamento de Pós- Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade de Federal de Ouro Preto, Minas Gerais.

PAULINO, W. R. Biologia Atual: **Citologia e Histologia.** Vol. I., 14ª Ed. São Paulo: Ática, 1996,327 p.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (2002). *Água Doce no Mundo e no Brasil.* In: **Águas Doces no Brasil.** São Paulo: Institutos de Estudos Avançados da USP. Academia Brasileira de Ciências. 2002.

SALATI, E. ; SALATI, E. ; LEMOS, H. M. **Água e o Desenvolvimento Sustentável.** In: Rebouças, A. C.; Braga B.; Tundisi J. G. (Org.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.* 3 ed. São Paulo : Escrituras, 2006, v., p. 37-62.

SILVA, C. V. *Qualidade da água de chuva para consumo humano armazenada em cisternas de placas. Estudo de caso: Araçuaí, MG.* 2006. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2006.

SILVA, L., ALMEIDA, H. A., COSTA FILHO, J. F. **Captação de água de chuvas na zona rural: uma alternativa para a convivência no semi-árido nordestino.** In: Simpósio de Captação de água de chuvas no semi-árido, 5, Teresina, PI. CD-R, 2005.

SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. **Manual de Análises Físico-Químicas de Águas de Abastecimento e Residuárias.** Campina Grande, Paraíba. 2001, p. 266.

TAVARES, A. C. *Aspectos Físicos, Químicos e Microbiológicos da Água Armazenada em Cisternas de Comunidades Rurais no Semi-Árido Paraibano.* 2009. Dissertação (Mestrado em

Desenvolvimento e Meio Ambiente- PRODEMA)- Universidade Federal e Estadual da Paraíba, PB.

VILAR, M. S. de A. *Condições Ambientais e da Qualidade da Água no Processo de Eutrofização de Açudes em Cascata no Semi-árido Paraibano*. 2009. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente- PRODEMA)- Universidade Federal e Estadual da Paraíba, PB.

VIRIATO, C. L. *O uso Adequado e a Reutilização da Água de abastecimento na Concepção dos Moradores do Bairro de Santa Rosa em Campina Grande-PB*. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Química da UEPB, Campina Grande, PB, 2009, p. 54.

VON SPERLING, M., **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 2ª Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA) / Universidade Federal de Minas Gerais, 2005, 138p.

APÊNDICES

Diagnóstico Sócio-ambiental aplicado na Comunidade Floresta Município de Barra de São Miguel.

1-Informações Gerais

1.1-Município: _____

1.2-Comunidade: _____

1.3-Localização GPS: Latitude: _____ Longitude: _____ Altitude: _____

1.4-Data: ___/___/___

1.5-Hora: _____

1.6-Endereço do domicílio: _____

1.7-Entrevistador (a): _____

1.8-Número do questionário: _____

2-Questionário Sócio- ambiental Domiciliar

2.1-Nome do (a) entrevistado (a): _____

2.2-Sexo: () Masculino () Feminino

2.3-Escolaridade

() Analfabeto () Fundamental Completo () Fundamental Incompleto () Médio Completo () médio Incompleto () Superior Completo () Superior Incompleto

2.4-Ocupação: _____

2.5-Número de pessoas residentes: _____

2.6-Há quanto tempo reside nesta comunidade? _____

2.7-O imóvel que o (a) senhor (a) mora é

() Próprio () Alugado () Outro _____

2.9-O (a) senhor (a) sabe quanto tempo dura o período chuvoso?

3 meses 4 meses 6 meses Não sabe

3-Descrição do Domicílio

3.1-Cobertura da residência

Telhado de cerâmica Laje Amianto palha Outro_____

4-Abastecimento de água

4.1-Sua residência possui água encanada?

Sim Não

4.2-O (a) senhor (a) armazena a água encanada

Caixa d' água Cisterna Pote Filtro Outro_____

4.3-Qual a origem da água destinada ao consumo da família?

Poço Cisterna cacimba Açude Rio Carro-pipa
Outro_____

4.4-O (a) senhor (a) armazena a água de beber?

Sim Não

4.5-Onde o (a) senhor (a) armazena a água de beber?

Caixa d' água Cisterna Pote Filtro Outro_____

4.6- A água de beber é tratada?

Sim Não

4.7-Qual é a forma de tratamento dada á água de beber?

Fervura Filtração Cloração Outra _____

4.8-Quanto tempo faz que o (a) senhor (a) possui a cisterna?

Menos de um ano 1 ano 2 anos 3 anos Mais de três anos

4.8-A água armazenada na cisterna é apenas para beber?

Sim Não

4.9-Em que outra atividade o (a) senhor (a) usa a água da cisterna?

Cozinhar Lavar roupas/louça Limpeza em geral Banho
Irrigação Outra_____

4.10-O (a) senhor (a) acha que a água armazenada na cisterna é de boa qualidade?

Sim Não

5-Descrição da Cisterna: Uso e cuidados com a limpeza

5.1-Qual a origem da sua cisterna?

Projeto Social/ P1MC associação Construção própria
outra_____

5.2-Qual o modelo da sua cisterna?

Placas Cimento/ferro Alvenaria Não sabe Outro_____

5.3-A cisterna fica dentro ou fora da residência?

Dentro Fora

5.4-A única fonte de água que abastece a família provém da cisterna?

Sim Não

5.5-Que outra (as) fonte(s) de água a família também faz uso para o consumo?

Barreiro Açude Tanque Poço Outro _____ Não sabe

5.6-A água armazenada na cisterna proveniente de chuvas é suficiente para a família?

Não é suficiente Apenas durante o período chuvoso durante todo o ano
Não sabe

5.7-A água de chuva é suficiente para encher a cisterna?

Sim Não

5.8-A cisterna recebe água de carros-pipa ou de outras fontes?

Sim Não

5.9-Com que frequência a cisterna é abastecida pela água do carro-pipa e/ou outras fontes?

Diariamente Semanal Quinzenal mensal Não sabe
Outro_____

5.10-O (a) senhor (a) limpa a cisterna?

sim Não

5.11-Com que frequência faz a limpeza?

Mensal Semestral Anual Não sabe Outro_____

5.12-Como é feita a limpeza da sua cisterna?

Apenas por dentro Apenas por fora Por dentro e por fora

5.13-Que tipo de material de limpeza o (a) senhor (a) usa para limpar a sua cisterna?

Apenas água Água e sabão Água e detergente Água e desinfetante
 Não sabe Outro_____

5.14-Como o (a) senhor (a) faz para retirar a água da cisterna?

Balde Mangueira Bomba manual Lata (zinco/alumínio)
Outra_____

5.15- Usa este recipiente apenas para retirar água da cisterna?

Sim Não

5.16-Em que outra atividade o (a) senhor faz uso desse recipiente?

Limpeza Lavagem de roupas/ louça Banho Irrigação
Outra_____

5.17-O (a) senhor (a) toma algum cuidado para evitar a entrada de sujeira na cisterna?

Sim Não Não sabe

]5.18-Quantos litros de água retirada da cisterna o senhor (a) acha que consome por dia ?

5L 10L 15L 20L 25 L 30 L Mais de 30 L Não sabe

6-Condições do Telhado/ Calha

6.1-Qual o estado do telhado?

Limpo sujo Não sabe

6.2-Qual o estado da calha?

Limpa Suja Não sabe

6.3-Que tipo de sujeira há no telhado?

Apenas folhas Folhas e fezes de animais Outras _____

6.4-O (a) senhor (a) limpa o telhado?

Sim Não

6.5-Que tipo de calha o (a) senhor (a) usa?

Móvel Fixa

6.6-O (a) senhor (a) limpa as calhas?

Sim Não

7-Condições Sanitárias da residência visitada

7.1-Tem banheiro?

Sim Não

7.3-Onde está localizado?

Dentro da residência Fora da residência

7.3-Com que frequência o (a) senhor (a) limpa o banheiro?

Todo dia Semanal Mensal Não sabe

7.4-Faz uso de fossa?

Sim Não

7.5-Como é feito o esgotamento do banheiro?

Fossa séptica Rede de esgoto Jogado no meio ambiente

Corpo d'água Não sabe

7.6-Localização da fossa em relação á cisterna

Na frente Do lado Abaixo

7.7-A comunidade recebe visitas de agentes de saúde?

Sim Não

7.9- Com que frequência?

Semanal Quinzenal Mensal Semestral Não sabe

7.10-Na comunidade existe algum trabalho educativo relativo aos cuidados com a cisterna e a água armazenada na mesma?

Sim não

8-Dimensões da residência

8.1-Comprimento _____

8.2-Largura_____

8.3-Área de captação:_____

9-Características da Cisterna

9.1-Capacidade total_____

9.2-Volume atual (dia da visita)_____

9.3-Localização GPS

Latitude:_____Longitude:_____Altitude:_____

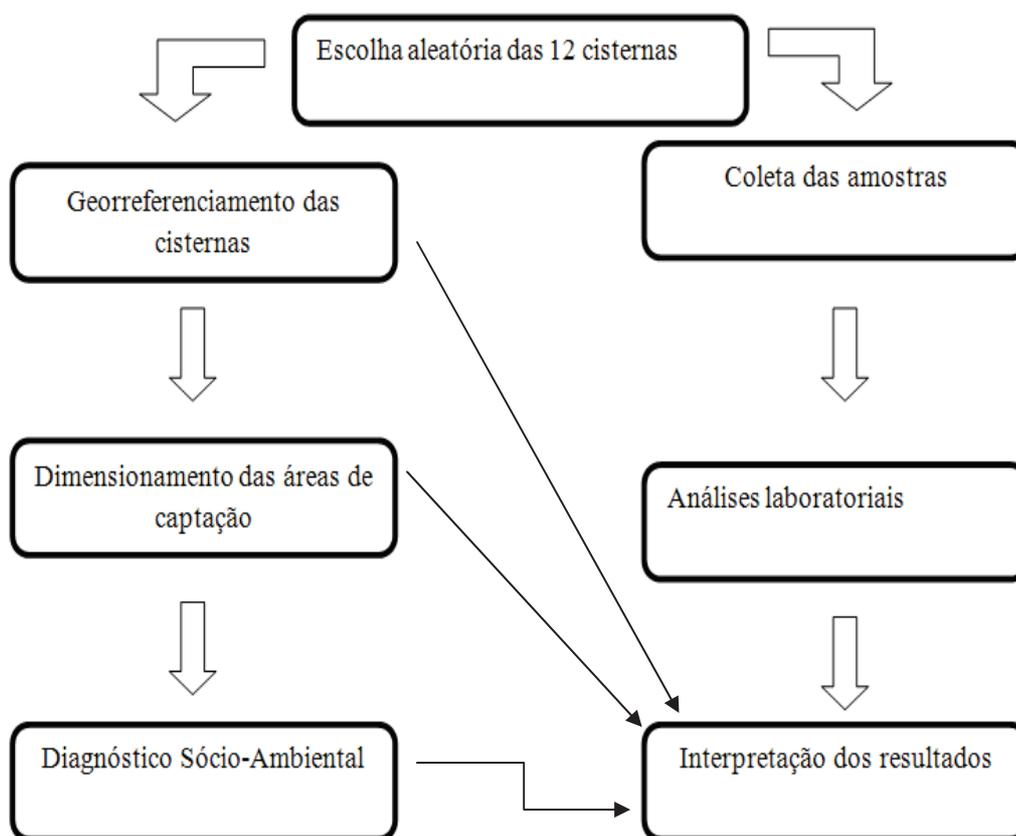
9.4-Comprimento:_____

9.5-Largura:_____

9.6-Profundidade:_____

9.7- Estado de conservação:_____

9.8- Número da cisterna/sigla:_____

FLUXOGRAMA DAS ETAPAS METODOLÓGICAS DA PESQUISA

ANEXOS



PORTARIA Nº 518/GM Em 25 de março de 2004.

Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

O MINISTRO DE ESTADO DA SAÚDE, INTERINO, no uso de suas atribuições e considerando o disposto no Art. 2º do Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977,

RESOLVE:

Art. 1º Aprovar a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, na forma do Anexo desta Portaria, de uso obrigatório em todo território nacional.

Art. 2º Fica estabelecido o prazo máximo de 12 meses, contados a partir da publicação desta Portaria, para que as instituições ou órgãos aos quais esta Norma se aplica, promovam as adequações necessárias a seu cumprimento, no que se refere ao tratamento por filtração de água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização e da obrigação do monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas.

Art. 3º É de responsabilidade da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal a adoção das medidas necessárias para o fiel cumprimento desta Portaria.

Art. 4º O Ministério da Saúde promoverá, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS, a revisão da Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano estabelecida nesta Portaria, no prazo de 5 anos ou a qualquer tempo, mediante solicitação devidamente justificada de órgãos governamentais ou não governamentais de reconhecida capacidade técnica nos setores objeto desta regulamentação.

Art. 5º Fica delegada competência ao Secretário de Vigilância em Saúde para editar, quando necessário, normas regulamentadoras desta Portaria.

Art. 6º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 7º Fica revogada a Portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000, publicada no DOU nº 1-E de 2 de janeiro de 2001 , Seção 1, página nº 19.

GASTÃO WAGNER DE SOUSA CAMPOS

NORMA DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

Capítulo I

DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º Esta Norma dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece seu padrão de potabilidade e dá outras providências.

Art. 2º Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Art. 3º Esta Norma não se aplica às águas envasadas e a outras, cujos usos e padrões de qualidade são estabelecidos em legislação específica.

Capítulo II

DAS DEFINIÇÕES

Art. 4º Para os fins a que se destina esta Norma, são adotadas as seguintes definições:

I - água potável – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;

II - sistema de abastecimento de água para consumo humano – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão;

III - solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano – toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical;

IV - controle da qualidade da água para consumo humano – conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelos responsáveis pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, destinadas a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição;

V - vigilância da qualidade da água para consumo humano – conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende à esta Norma e para avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana;

VI - coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo;

VII - coliformes termotolerantes - subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

VIII - *Escherichia Coli* - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucuronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos;

IX - contagem de bactérias heterotróficas - determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de

compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação: 35,0, \pm 0,5°C por 48 horas;

X - cianobactérias - microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde; e

XI - cianotoxinas - toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo:

a) microcistinas - hepatotoxinas heptapeptídicas cíclicas produzidas por cianobactérias, com efeito potente de inibição de proteínas fosfatases dos tipos 1 e 2A e promotoras de tumores;

b) cilindropermopsina - alcalóide guanidínico cíclico produzido por cianobactérias, inibidor de síntese protéica, predominantemente hepatotóxico, apresentando também efeitos citotóxicos nos rins, baço, coração e outros órgãos; e

c) saxitoxinas - grupo de alcalóides carbamatos neurotóxicos produzido por cianobactérias, não sulfatados (saxitoxinas) ou sulfatados (goniautoxinas e C-toxinas) e derivados decarbamil, apresentando efeitos de inibição da condução nervosa por bloqueio dos canais de sódio.

Capítulo III

DOS DEVERES E DAS RESPONSABILIDADES

Seção I

Do Nível Federal

Art. 5º São deveres e obrigações do Ministério da Saúde, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS:

I. - promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, em articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal e com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;

II - estabelecer as referências laboratoriais nacionais e regionais, para dar suporte às ações de maior complexidade na vigilância da qualidade da água para consumo humano;

III - aprovar e registrar as metodologias não contempladas nas referências citadas no artigo 17 desta Norma;

IV - definir diretrizes específicas para o estabelecimento de um plano de amostragem a ser implementado pelos Estados, Distrito Federal ou Municípios, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS; e

V - executar ações de vigilância da qualidade da água, de forma complementar, em caráter excepcional, quando constatada, tecnicamente, insuficiência da ação estadual, nos termos da regulamentação do SUS.

Seção II

Do Nível Estadual e Distrito Federal

Art. 6º São deveres e obrigações das Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal:

I - promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com o nível municipal e os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;

II - garantir, nas atividades de vigilância da qualidade da água, a implementação de um plano de amostragem pelos municípios, observadas as diretrizes específicas a serem elaboradas pela SVS/MS;

III - estabelecer as referências laboratoriais estaduais e do Distrito Federal para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano; e

IV - executar ações de vigilância da qualidade da água, de forma complementar, em caráter excepcional, quando constatada, tecnicamente, insuficiência da ação municipal, nos termos da regulamentação do SUS.

Seção III

Do Nível Municipal

Art. 7º São deveres e obrigações das Secretarias Municipais de Saúde:

I - exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, de acordo com as diretrizes do SUS;

II - sistematizar e interpretar os dados gerados pelo responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, assim como, pelos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, em relação às características da água nos mananciais, sob a perspectiva da vulnerabilidade do abastecimento de água quanto aos riscos à saúde da população;

III - estabelecer as referências laboratoriais municipais para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano;

IV - efetuar, sistemática e permanentemente, avaliação de risco à saúde humana de cada sistema de abastecimento ou solução alternativa, por meio de informações sobre:

a) a ocupação da bacia contribuinte ao manancial e o histórico das características de suas águas;

b) as características físicas dos sistemas, práticas operacionais e de controle da qualidade da água;

c) o histórico da qualidade da água produzida e distribuída; e

d) a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade do sistema.

V - auditar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas;

VI - garantir à população informações sobre a qualidade da água e riscos à saúde associados, nos termos do inciso VI do artigo 9 desta Norma;

VII - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível à população e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes;

IX - informar ao responsável pelo fornecimento de água para consumo humano sobre anomalias e não conformidades detectadas, exigindo as providências para as correções que se fizerem necessárias;

X - aprovar o plano de amostragem apresentado pelos responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, que deve respeitar os planos mínimos de amostragem expressos nas Tabelas 6, 7, 8 e 9;

XI - implementar um plano próprio de amostragem de vigilância da qualidade da água, consoante diretrizes específicas elaboradas pela SVS; e

XII - definir o responsável pelo controle da qualidade da água de solução alternativa.

Seção IV

Do Responsável pela Operação de Sistema e/ou Solução Alternativa

Art. 8º Cabe aos responsáveis pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, exercer o controle da qualidade da água.

Parágrafo único. Em caso de administração, em regime de concessão ou permissão do sistema de abastecimento de água, é a concessionária ou a permissionária a responsável pelo controle da qualidade da água.

Art. 9º Aos responsáveis pela operação de sistema de abastecimento de água incumbe:

I - operar e manter sistema de abastecimento de água potável para a população consumidora, em conformidade com as normas técnicas aplicáveis publicadas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas e com outras normas e legislações pertinentes;

II - manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de:

a) controle operacional das unidades de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição;

b) exigência do controle de qualidade, por parte dos fabricantes de produtos químicos utilizados no tratamento da água e de materiais empregados na produção e distribuição que tenham contato com a água;

c) capacitação e atualização técnica dos profissionais encarregados da operação do sistema e do controle da qualidade da água; e

d) análises laboratoriais da água, em amostras provenientes das diversas partes que compõem o sistema de abastecimento.

III - manter avaliação sistemática do sistema de abastecimento de água, sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base na ocupação da bacia contribuinte ao manancial, no histórico das características de suas águas, nas características físicas do sistema, nas práticas operacionais e na qualidade da água distribuída;

IV - encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação do atendimento a esta Norma, relatórios mensais com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo estabelecido pela referida autoridade;

V - promover, em conjunto com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, as ações cabíveis para a proteção do manancial de abastecimento e de sua bacia contribuinte, assim como efetuar controle das características das suas águas, nos termos do artigo 19 desta Norma, notificando imediatamente a autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente;

VI - fornecer a todos os consumidores, nos termos do Código de Defesa do Consumidor, informações sobre a qualidade da água distribuída, mediante envio de relatório, dentre outros mecanismos, com periodicidade mínima anual e contendo, no mínimo, as seguintes informações:

a) descrição dos mananciais de abastecimento, incluindo informações sobre sua proteção, disponibilidade e qualidade da água;

b) estatística descritiva dos valores de parâmetros de qualidade detectados na água, seu significado, origem e efeitos sobre a saúde; e

c) ocorrência de não conformidades com o padrão de potabilidade e as medidas corretivas providenciadas.

VII - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII - comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia operacional no sistema ou não conformidade na qualidade da água tratada, identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29 desta Norma; e

IX - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

Art. 10. Ao responsável por solução alternativa de abastecimento de água, nos termos do inciso XII do artigo 7 desta Norma, incumbe:

I - requerer, junto à autoridade de saúde pública, autorização para o fornecimento de água apresentando laudo sobre a análise da água a ser fornecida, incluindo os parâmetros de qualidade previstos nesta Portaria, definidos por critério da referida autoridade;

II - operar e manter solução alternativa que forneça água potável em conformidade com as normas técnicas aplicáveis, publicadas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, e com outras normas e legislações pertinentes;

III - manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de análises laboratoriais, nos termos desta Portaria e, a critério da autoridade de saúde pública, de outras medidas conforme inciso II do artigo anterior;

IV - encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação, relatórios com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo e periodicidade estabelecidos pela referida autoridade, sendo no mínimo trimestral;

V - efetuar controle das características da água da fonte de abastecimento, nos termos do artigo 19 desta Norma, notificando, imediatamente, à autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente;

VI - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VII - comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública competente e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29; e

VIII - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

Capítulo IV

DO PADRÃO DE POTABILIDADE

Art.11. A água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico conforme Tabela 1, a seguir:

Tabela 1: Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano

PARÂMETRO	VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano ⁽²⁾	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês; Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml

NOTAS:

(1) Valor Máximo Permitido.

(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.

(3) a detecção de Escherichia coli deve ser preferencialmente adotada.

§ 1º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que as novas amostras revelem resultado satisfatório.

§ 2º Nos sistemas de distribuição, a coleta deve incluir, no mínimo, três amostras simultâneas, sendo uma no mesmo ponto e duas outras localizadas a montante e a jusante.

§ 3º Amostras com resultados positivos para coliformes totais devem ser analisadas para Escherichia coli e, ou, coliformes termotolerantes, devendo, neste caso, ser efetuada a verificação e confirmação dos resultados positivos.

§ 4º O percentual de amostras com resultado positivo de coliformes totais em relação ao total de amostras coletadas nos sistemas de distribuição deve ser calculado mensalmente, excluindo as amostras extras (coleta).

§ 5º O resultado negativo para coliformes totais das amostras extras (recoletas) não anula o resultado originalmente positivo no cálculo dos percentuais de amostras com resultado positivo.

§ 6º Na proporção de amostras com resultado positivo admitidas mensalmente para coliformes totais no sistema de distribuição, expressa na Tabela 1, não são tolerados resultados positivos que ocorram em recoleta, nos termos do § 1º deste artigo.

§ 7º Em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição, deve ser efetuada a contagem de bactérias heterotróficas e, uma vez excedidas 500 unidades formadoras de colônia (UFC) por ml, devem ser providenciadas imediata recoleta, inspeção local e, se constatada irregularidade, outras providências cabíveis.

§ 8º Em complementação, recomenda-se a inclusão de pesquisa de organismos patogênicos, com o objetivo de atingir, como meta, um padrão de ausência, dentre outros, de enterovírus, cistos de *Giardia spp* e oocistos de *Cryptosporidium sp*.

§ 9º Em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes.

Art. 12. Para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser observado o padrão de turbidez expresso na Tabela 2, abaixo:

Tabela 2: Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção

TRATAMENTO DA ÁGUA	VMP ⁽¹⁾
Desinfecção (água subterrânea)	1,0 UT ⁽²⁾ em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	1,0 UT ⁽²⁾
Filtração lenta	2,0 UT ⁽²⁾ em 95% das amostras

NOTAS:

- (1) Valor máximo permitido.
- (2) Unidade de turbidez.

§ 1º Entre os 5% dos valores permitidos de turbidez superiores aos VMP estabelecidos na Tabela 2, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 UT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 UT em qualquer ponto da rede no sistema de distribuição.

§ 2º Com vistas a assegurar a adequada eficiência de remoção de enterovírus, cistos de *Giardia spp* e oocistos de *Cryptosporidium sp.*, recomenda-se, enfaticamente, que, para a filtração rápida, se estabeleça como meta a obtenção de efluente filtrado com valores de turbidez inferiores a 0,5 UT em 95% dos dados mensais e nunca superiores a 5,0 UT.

§ 3º O atendimento ao percentual de aceitação do limite de turbidez, expresso na Tabela 2, deve ser verificado, mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente, em qualquer caso, no efluente individual de cada unidade de filtração.

Art. 13. Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos.

Parágrafo único. Admite-se a utilização de outro agente desinfetante ou outra condição de operação do processo de desinfecção, desde que fique demonstrado pelo responsável pelo sistema de tratamento uma eficiência de inativação microbiológica equivalente à obtida com a condição definida neste artigo.

Art. 14. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco para a saúde expresso na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3: Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde

PARÂMETRO	Unidade	VMP ⁽¹⁾
INORGÂNICAS		
Antimônio	mg/L	0,005
Arsênio	mg/L	0,01
Bário	mg/L	0,7
Cádmio	mg/L	0,005
Cianeto	mg/L	0,07
Chumbo	mg/L	0,01
Cobre	mg/L	2
Cromo	mg/L	0,05
Fluoreto ⁽²⁾	mg/L	1,5
Mercúrio	mg/L	0,001
Nitrato (como N)	mg/L	10
Nitrito (como N)	mg/L	1
Selênio	mg/L	0,01
ORGÂNICAS		
Acrilamida	µg/L	0,5
Benzeno	µg/L	5
Benzo[a]pireno	µg/L	0,7
Cloreto de Vinila	µg/L	5
1,2 Dicloroetano	µg/L	10
1,1 Dicloroetano	µg/L	30
Diclorometano	µg/L	20
Estireno	µg/L	20
Tetracloroeto de Carbono	µg/L	2
Tetracloroetano	µg/L	40
Triclorobenzenos	µg/L	20
Tricloroetano	µg/L	70
AGROTÓXICOS		
Alaclor	µg/L	20,0
Aldrin e Dieldrin	µg/L	0,03
Atrazina	µg/L	2
Bentazona	µg/L	300

Clordano (isômeros)	µg/L	0,2
2,4 D	µg/L	30
DDT (isômeros)	µg/L	2
Endossulfan	µg/L	20
Endrin	µg/L	0,6
Glifosato	µg/L	500
Heptacloro e Heptacloro epóxido	µg/L	0,03
Hexaclorobenzeno	µg/L	1
Lindano (g-BHC)	µg/L	2
Metolacloro	µg/L	10
Metoxicloro	µg/L	20
Molinato	µg/L	6
Pendimetalina	µg/L	20
Pentaclorofenol	µg/L	9
Permetrina	µg/L	20
Propanil	µg/L	20
Simazina	µg/L	2
Trifluralina	µg/L	20
<i>CIANOTOXINAS</i>		
Microcistinas ⁽³⁾	µg/L	1,0
DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO		
Bromato	mg/L	0,025
Clorito	mg/L	0,2
Cloro livre ⁽⁴⁾	mg/L	5
Monocloramina	mg/L	3
2,4,6 Triclorofenol	mg/L	0,2
Trihalometanos Total	mg/L	0,1

NOTAS:

(1) Valor Máximo Permitido.

(2) Os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto devem observar à legislação específica vigente relativa à fluoretação da água, em qualquer caso devendo ser respeitado o VMP desta Tabela.

(3) É aceitável a concentração de até 10 µg/L de microcistinas em até 3 (três) amostras, consecutivas ou não, nas análises realizadas nos últimos 12 (doze) meses.

(4) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.

§ 1º Recomenda-se que as análises para cianotoxinas incluam a determinação de cilindrospermopsina e saxitoxinas (STX), observando, respectivamente, os valores limites de 15,0 µg/L e 3,0 µg/L de equivalentes STX/L.

§ 2º Para avaliar a presença dos inseticidas organofosforados e carbamatos na água, recomenda-se a determinação da atividade da enzima acetilcolinesterase, observando os limites máximos de 15% ou 20% de inibição enzimática, quando a enzima utilizada for proveniente de insetos ou mamíferos, respectivamente.

Art. 15. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de radioatividade expresso na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4: Padrão de radioatividade para água potável

<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade</i>	<i>VMP⁽¹⁾</i>
Radioatividade alfa global	Bq/L	0,1 ⁽²⁾
Radioatividade beta global	<i>Bq/L</i>	1,0 ⁽²⁾

NOTAS:

(1) Valor máximo permitido.

(2) Se os valores encontrados forem superiores aos VMP, deverá ser feita a identificação dos radionuclídeos presentes e a medida das concentrações respectivas. Nesses casos, deverão ser aplicados, para os radionuclídeos encontrados, os valores estabelecidos pela legislação pertinente da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, para se concluir sobre a potabilidade da água.

Art. 16. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo expresso na Tabela 5, a seguir:

Tabela 5: Padrão de aceitação para consumo humano

PARÂMETRO	Unidade	VMP ⁽¹⁾
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH ₃)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH ⁽²⁾	15
Dureza	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Odor	-	Não objetável ⁽³⁾
Gosto	-	Não objetável ⁽³⁾
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT ⁽⁴⁾	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

NOTAS:

(1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).

(3) critério de referência

(4) Unidade de turbidez.

§ 1º Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

§ 2º Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg/L.

§ 3º Recomenda-se a realização de testes para detecção de odor e gosto em amostras de água coletadas na saída do tratamento e na rede de distribuição de acordo com o plano mínimo de amostragem estabelecido para cor e turbidez nas Tabelas 6 e 7.

Art. 17. As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e de radioatividade devem atender às especificações das normas nacionais que disciplinem a matéria, da edição mais recente da publicação *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, de autoria das instituições American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF), ou das normas publicadas pela ISO (International Standardization Organization).

§ 1º Para análise de cianobactérias e cianotoxinas e comprovação de toxicidade por bioensaios em camundongos, até o estabelecimento de especificações em normas nacionais ou internacionais que disciplinem a matéria, devem ser adotadas as metodologias propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em sua publicação *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*.

§ 2º Metodologias não contempladas nas referências citadas no § 1º e “caput” deste artigo, aplicáveis aos parâmetros estabelecidos nesta Norma, devem, para ter validade, receber aprovação e registro pelo Ministério da Saúde.

§ 3º As análises laboratoriais para o controle e a vigilância da qualidade da água podem ser realizadas em laboratório próprio ou não que, em qualquer caso, deve manter programa de controle de qualidade interna ou externa ou ainda ser acreditado ou certificado por órgãos competentes para esse fim.

Capítulo V

DOS PLANOS DE AMOSTRAGEM

Art. 18. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água devem elaborar e aprovar, junto à autoridade de saúde pública, o plano de amostragem de cada sistema, respeitando os planos mínimos de amostragem expressos nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 6: Número mínimo de amostras para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (NÚMERO DE AMOSTRAS POR UNIDADE DE TRATAMENTO)	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)		
			População abastecida		
			< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Cor Turbidez pH	Superficial	1	10	1 para cada 5.000 hab.	40 + (1 para cada 25.000 hab.)
	Subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
CRL ⁽¹⁾	Superficial	1	(Conforme § 3º do artigo 18).		
	Subterrâneo	1			
Fluoreto	Superficial ou Subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)

Cianotoxinas	Superficial	1 (Conforme § 5º do artigo 18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	1	1 ⁽²⁾	4 ⁽²⁾	4 ⁽²⁾
	Subterrâneo	-	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾
Demais parâmetros ⁽³⁾	Superficial ou Subterrâneo	1	1 ⁽⁴⁾	1 ⁽⁴⁾	1 ⁽⁴⁾

NOTAS:

(1) Cloro residual livre.

(2) As amostras devem ser coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição.

(3) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

(4) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e, ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Tabela 7: Frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial.

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (FREQUÊNCIA POR UNIDADE DE TRATAMENTO)	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)		
			População abastecida		
			<50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Cor	Superficial	A cada 2 horas	Mensal	Mensal	Mensal
Turbidez		Diária			
pH	Subterrâneo	Diária			
Fluoreto					
CRL ⁽¹⁾	Superficial	A cada 2 horas	(Conforme § 3º do artigo 18).		
	Subterrâneo	Diária			
Cianotoxinas	Superficial	Semanal (Conforme § 5º do artigo 18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
	Subterrâneo	-	Anual	Semestral	Semestral
Demais parâmetros ⁽²⁾	Superficial ou Subterrâneo	Semestral	Semestral ⁽³⁾	Semestral ⁽³⁾	Semestral ⁽³⁾

NOTAS:

(1) Cloro residual livre.

(2) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

(3) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e, ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Tabela 8: Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida.

PARÂMETRO	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)			
	População abastecida			
	< 5.000 hab.	5.000 a 20.000 hab.	20.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Coliformes totais	10	1 para cada 500 hab.	30 + (1 para cada 2.000 hab.)	105 + (1 para cada 5.000 hab.) Máximo de 1.000

NOTA: na saída de cada unidade de tratamento devem ser coletadas, no mínimo, 2 (duas) amostra semanais, recomendando-se a coleta de, pelo menos, 4 (quatro) amostras semanais.

Tabela 9: Número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de solução alternativa, para fins de análises físicas, químicas e microbiológicas, em função do tipo de manancial e do ponto de amostragem.

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (para água canalizada)	NÚMERO DE AMOSTRAS RETIRADAS NO PONTO DE CONSUMO ⁽¹⁾ (para cada 500 hab.)	FREQÜÊNCIA DE AMOSTRAGEM
Cor, turbidez, pH e coliformes totais ⁽²⁾	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Mensal
CRL ^{(2) (3)}	Superficial ou Subterrâneo	1	1	Diário

NOTAS:

- (1) Devem ser retiradas amostras em, no mínimo, 3 pontos de consumo de água.
- (2) Para veículos transportadores de água para consumo humano, deve ser realizada 1 (uma) análise de CRL em cada carga e 1 (uma) análise, na fonte de fornecimento, de cor, turbidez, PH e coliformes totais com frequência mensal, ou outra amostragem determinada pela autoridade de saúde pública.
- (3) Cloro residual livre.

§ 1º A amostragem deve obedecer aos seguintes requisitos:

I - distribuição uniforme das coletas ao longo do período; e

II - representatividade dos pontos de coleta no sistema de distribuição (reservatórios e rede), combinando critérios de abrangência espacial e pontos estratégicos, entendidos como aqueles próximos a grande circulação de pessoas (terminais rodoviários, terminais ferroviários, etc.) ou edifícios que alberguem grupos populacionais de risco (hospitais, creches, asilos, etc.), aqueles localizados em trechos vulneráveis do sistema de distribuição (pontas de rede, pontos de queda de pressão, locais afetados por manobras, sujeitos à intermitência de abastecimento, reservatórios, etc.) e locais com sistemáticas notificações de agravos à saúde tendo como possíveis causas agentes de veiculação hídrica.

§ 2º No número mínimo de amostras coletadas na rede de distribuição, previsto na Tabela 8, não se incluem as amostras extras (recoletas).

§ 3º Em todas as amostras coletadas para análises microbiológicas deve ser efetuada, no momento da coleta, medição de cloro residual livre ou de outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro.

§ 4º Para uma melhor avaliação da qualidade da água distribuída, recomenda-se que, em todas as amostras referidas no § 3º deste artigo, seja efetuada a determinação de turbidez.

§ 5º Sempre que o número de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, exceder 20.000 células/ml ($2\text{mm}^3/\text{L}$ de biovolume), durante o monitoramento que trata o § 1º do artigo 19, será exigida a análise semanal de cianotoxinas na água na saída do tratamento e nas entradas (hidrômetros) das clínicas de hemodiálise e indústrias de injetáveis, sendo que esta análise pode ser dispensada quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta por meio da realização semanal de bioensaios em camundongos.

Art. 19. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas e de soluções alternativas de abastecimento supridos por manancial superficial devem coletar amostras semestrais da água bruta, junto do ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos na legislação vigente de classificação e enquadramento de águas superficiais, avaliando a compatibilidade entre as características da água bruta e o tipo de tratamento existente.

§ 1º O monitoramento de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, deve obedecer frequência mensal, quando o número de cianobactérias não exceder 10.000 células/ml (ou $1\text{mm}^3/\text{L}$ de biovolume), e semanal, quando o número de cianobactérias exceder este valor.

§ 2º É vedado o uso de algicidas para o controle do crescimento de cianobactérias ou qualquer intervenção no manancial que provoque a lise das células desses microrganismos, quando a densidade das cianobactérias exceder 20.000 células/ml (ou $2\text{mm}^3/\text{L}$ de biovolume), sob pena de comprometimento da avaliação de riscos à saúde associados às cianotoxinas.

Art. 20. A autoridade de saúde pública, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, deve implementar um plano próprio de amostragem, consoante diretrizes específicas elaboradas no âmbito do Sistema Único de Saúde - SUS.

Capítulo VI

DAS EXIGÊNCIAS APLICÁVEIS AOS SISTEMAS E SOLUÇÕES
ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Art. 21. O sistema de abastecimento de água deve contar com responsável técnico, profissionalmente habilitado.

Art. 22. Toda água fornecida coletivamente deve ser submetida a processo de desinfecção, concebido e operado de forma a garantir o atendimento ao padrão microbiológico desta Norma.

Art. 23. Toda água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização deve incluir tratamento por filtração.

Art. 24. Em todos os momentos e em toda sua extensão, a rede de distribuição de água deve ser operada com pressão superior à atmosférica.

§ 1º Caso esta situação não seja observada, fica o responsável pela operação do serviço de abastecimento de água obrigado a notificar a autoridade de saúde pública e informar à população, identificando períodos e locais de ocorrência de pressão inferior à atmosférica.

§ 2º Excepcionalmente, caso o serviço de abastecimento de água necessite realizar programa de manobras na rede de distribuição, que possa submeter trechos a pressão inferior à atmosférica, o referido programa deve ser previamente comunicado à autoridade de saúde pública.

Art. 25. O responsável pelo fornecimento de água por meio de veículos deve:

- I - garantir o uso exclusivo do veículo para este fim;
- II - manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e, ou, sobre a fonte de água; e
- III - manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água.

§ 1º A água fornecida para consumo humano por meio de veículos deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L.

§ 2º O veículo utilizado para fornecimento de água deve conter, de forma visível, em sua carroceria, a inscrição: “ÁGUA POTÁVEL”.

Capítulo VII

DAS PENALIDADES

Art. 26. Serão aplicadas as sanções administrativas cabíveis, aos responsáveis pela operação dos sistemas ou soluções alternativas de abastecimento de água, que não observarem as determinações constantes desta Portaria.

Art. 27. As Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios estarão sujeitas a suspensão de repasse de recursos do Ministério da Saúde e órgãos ligados, diante da inobservância do contido nesta Portaria.

Art. 28. Cabe ao Ministério da Saúde, por intermédio da SVS/MS, e às autoridades de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, representadas pelas respectivas Secretarias de Saúde ou órgãos equivalentes, fazer observar o fiel cumprimento desta Norma, nos termos da legislação que regulamenta o Sistema Único de Saúde – SUS.

Capítulo VIII

DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 29. Sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem estabelecer entendimentos para a elaboração de um plano de ação e tomada das medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade.

Art. 30. O responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água pode solicitar à autoridade de saúde pública a alteração na frequência mínima de amostragem de determinados parâmetros estabelecidos nesta Norma.

Parágrafo único. Após avaliação criteriosa, fundamentada em inspeções sanitárias e, ou, em histórico mínimo de dois anos do controle e da vigilância da qualidade da água, a autoridade de saúde pública decidirá quanto ao deferimento da solicitação, mediante emissão de documento específico.

Art. 31. Em função de características não conformes com o padrão de potabilidade da água ou de outros fatores de risco, a autoridade de saúde pública competente, com fundamento em relatório técnico, determinará ao responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água que amplie o número mínimo de amostras, aumente a frequência de amostragem ou realize análises laboratoriais de parâmetros adicionais ao estabelecido na presente Norma.

Art. 32. Quando não existir na estrutura administrativa do Estado a unidade da Secretaria de Saúde, os deveres e responsabilidades previstos no artigo 6º desta Norma serão cumpridos pelo órgão equivalente.