



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ – UFOPA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DAS ÁGUAS – ICTA
BACHARELADO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL – BESA

**QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DOS
MICROSSISTEMAS DOS BAIROS ÁREA VERDE, JUTAÍ, NOVA
VITÓRIA E SÃO FRANCISCO DO MUNICÍPIO DE SANTARÉM-PA.**

**HIGINO DAUBERSON GAMA CORRÊA
JACKNILSON MACEDO DA COSTA**

**HIGINO DAUBERSON GAMA CORRÊA
JACKNILSON MACEDO DA COSTA**

**QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DOS MICROSSISTEMAS DOS
BAIROS ÁREA VERDE, JUTAÍ, NOVA VITÓRIA E SÃO FRANCISCO DO
MUNICÍPIO DE SANTARÉM-PA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador Profissional: Dr. Lucinewton Silva de Moura.

Co-Orientadora. Msc. Elen Conceição Leal de Andrade.

Santarém-PA
2017

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFOPA**

C823q Corrêa, Higino Dauberson Gama
Qualidade da água de abastecimentos dos microssistemas dos bairros
Área Verde, Jutai, Nova Vitória e São Francisco do município de Santarém-
Pará. / Higino Dauberson Gama Corrêa; Jacknilson Macedo da Costa,
2017.
89f.: il.
Inclui referências bibliográficas.

Orientador: Lucenewton Silva de Moura
Trabalho de Conclusão de Curso – (Bacharelado em Engenharia Sanitária e
Ambiental) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e
Tecnologia das Águas.

1. Água. 2. Microssistemas. 3. Qualidade da água. 4. Parâmetros microbioló-
gicos e físico-químicos. I. Moura, Lucenewton silva de, orient. II. Título.

CDD: 23.ed. 628.162

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome do autor: CORRÊA, Higino Dauberson Gama; COSTA, Jacknilson Macedo da.

Título: Qualidade da água de abastecimento dos microssistemas dos bairros Área Verde, Jutaí, Nova Vitória e São Francisco do Município de Santarém-Pa.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Data da aprovação:

Banca examinadora

_____ Orientador e Presidente

Prof. Dr. Lucinewton Silva de Moura

(Curso: Engenharia Sanitária e Ambiental / Universidade Federal do Oeste do Pará)

_____ Membro Titular

Prof. Dr. Ruy Bessa Lopes

(Curso: Engenharia Sanitária e Ambiental / Universidade Federal do Oeste do Pará)

_____ Membro Titular

Prof. Msc. Manoel Bentes Santos Filho

(Curso: Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia das Águas / Universidade Federal do Oeste do Pará)

A nossas mães Maria Célia Rodrigues Gama e Maria do Socorro Macedo da Costa (*In memoriam*), pessoas agraciadas que nos legaram o que somos. Mais agraciado, ainda, quem pôde conviver e conhecê-las. E a todos os amigos e amigas que nos incentivaram e apoiaram com sua compreensão e carinho o nosso muito obrigado!

AGRADECIMENTOS

A Deus, de onde, provém toda capacidade e motivação para qualquer empreendimento.

A UFOPA pela oportunidade e de forma especial, à 1ª Turma de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental – BESA 2012.

Ao orientador Professor Lucinewton Moura (Ufopa) e a Co-orientadora Professora Elen Andrade (IFPA-Campus Santarém) pelas indicações e a experiência ímpar sobre o tema.

As Associações dos Bairros Área Verde, Jutaí, Nova Vitória e São Francisco objeto desta pesquisa.

As Técnicas Jandira Figueiredo e Mila Canto.

As nossas esposas Elen Andrade e Gigliola Costa, maiores incentivadoras e a qual tornaram possível a conclusão de mais esta etapa.

Aos nossos filhos André e Cecília, nossas maiores realizações.

Aos nossos irmãos Madson Gama e Júnio Macedo.

Aos meus avós Jaime Gama (*In memoriam*) e Francisca Gama, esta uma verdadeira guerreira e batalhadora, que sempre esteve ao meu lado e que proporcionou e contribuiu com a minha formação educacional e profissional para que eu me tornasse um vencedor em mais esta etapa de minha vida.

A todos os familiares que contribuíram de forma efetiva para a construção do conhecimento e que serviram de exemplo nas horas difíceis e intermináveis.

Aos nossos amigos e até por vezes nossos irmãos que se fizeram presentes em todos os momentos desta jornada.

Finalmente, a todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram com a realização deste trabalho.

“A água de boa qualidade é como a saúde ou a liberdade: só tem valor quando acaba”.

(Guimarães Rosa)

RESUMO

CORRÊA, H. D. G; COSTA, J. M. da. **Qualidade da Água de Abastecimento dos Microssistemas dos Bairros Área Verde, Jutaí, Nova Vitória e São Francisco do Município de Santarém-Pa. 2017.** Trabalho de Conclusão de Curso (Abastecimento de Água) – Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará.

Neste trabalho realizou-se um estudo sobre a qualidade da água de abastecimento de quatro microssistemas no município de Santarém no Pará. Os bairros que foram abrangidos pela pesquisa foram Área Verde, Jutaí, Nova Vitória e São Francisco, todos localizados na área urbana. Na primeira etapa foram realizadas pesquisa bibliográfica e de campo para determinar o número de microssistemas e caracterizá-los. Na segunda etapa foram selecionados os pontos para coleta e análises de água que foram realizadas nos meses de novembro 2016 e Fevereiro de 2017. Para verificação de ausência ou presença de *E. Coli* e *Coliformes Totais* foram realizadas as análises de água com o método microbiológico (Colipaper Petri). Nas análises físico-químicas foram determinados os parâmetros de Temperatura, Turbidez, Sólidos Totais, Condutividade Elétrica, pH, Fósforo, Ferro, Oxigênio Dissolvido, Salinidade, Fosfato, Nitrito, Sulfato, Zinco e Potássio, estes foram escolhidos por serem usualmente utilizados em análises de qualidade de água para consumo humano, mesmo que a legislação vigente sugira mais parâmetros. A classificação da potabilidade da água baseou-se em parâmetros microbiológicos e físico-químicos da Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, segundo a qual os resultados obtidos apontaram que as amostras estavam aptas ao consumo humano. De modo geral, todos os poços artesianos em estudo apresentaram boa manutenção, o que é importante para se obter água potável.

Palavras-Chave: Consumo Humano. Poços. Parâmetros microbiológicos e físico-químicos. Potabilidade.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1 – Esquema de um Sistema Convencional de Abastecimento de Água Urbano	23
Figura 2 – Formas de Captação de Água	24
Figura 3 – A) Reservatório Elevado. B) Sistema de Distribuição.	43
Figura 4 – A) Sistema de Captação e B) Sistema de Distribuição	44
Figura 5 – A) Reservatório Elevado e B) Casa De Força.....	45
Figura 6 – A) Poço Subterrâneo e B) Sistema de Distribuição.....	46
Figura 7 – Amostra Coletada.....	48
Figura 8 – Amostra Selada.....	49
Figura 9 – Estufa com as Amostras	49
Figura 10 – Comparativo de Temperatura nos Meses de Novembro/16 e Fevereiro/17.	51
Figura 11 – Comparativo de Sólidos Totais nos Meses de Novembro/16 e Fevereiro/17.	52
Figura 12 – Comparativo de Condutividade nos Meses de Novembro/16 e Fevereiro/17.	53
Figura 13 – Comparativo de pH nos Meses de Novembro/16 e Fevereiro/17.....	54
Figura 14 – Comparativo de Fósforo nos Meses de Novembro/16 e Fevereiro/17. ...	55
Figura 15 – Comparativo de Ferro nos Meses de Novembro/16 e Fevereiro/17.....	56
Figura 16 – Comparativo de Oxigênio Dissolvido nos Meses de Novembro/16 e Fevereiro/17.	57
Figura 17 – Comparativo do Fosfato nos Meses de Novembro/16 e Fevereiro/17. ...	58
Figura 18 – Comparativo de Nitrito nos Meses de Novembro/16 e Fevereiro/17.....	59
Figura 19 – Comparativo de Potássio nos Meses de Novembro/16 e Fevereiro/17..	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Doenças Relacionadas com a Água.....	26
Quadro 2 – Padrão Microbiológico da Água para Consumo Humano.....	39
Quadro 3 – Bairros de Santarém por Zonas Distritais.....	40
Quadro 4 – Local dos Pontos de Amostragem.....	47
Quadro 5 – Parâmetros Físico-Químicos	50

LISTA E ILUSTRAÇÕES

Mapa 1 - Localização da Área de Estudo.....	41
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

- APP – Áreas de Preservação Permanente
- BESA – Bacharelado de Engenharia Sanitária e Ambiental
- CIAM – Centro Municipal de Informação e Educação Ambiental de Santarém
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
- COSANPA – Companhia de Saneamento do Pará
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
- FUNASA – Fundação Nacional de Saúde
- ICTA – Instituto de Ciências e Tecnologias das Águas
- MS – Ministério da Saúde
- OMS – Organização Mundial da Saúde
- PMS – Prefeitura Municipal de Santarém
- PNAD – Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios
- UFOPA – Universidade Federal do Oeste do Pará
- VMP – Valor Máximo Permitido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	19
3.1 Objetivo Geral.....	19
3.2 Objetivos Específicos.....	19
3. REVISÃO DA LITERATURA	20
3.1 Saneamento	20
3.1.1 Saúde, Saneamento e Meio Ambiente	20
3.2 Água de Abastecimento.....	21
3.2.1 Fontes e Usos.....	24
3.2.2 Doenças de Veiculação Hídrica	25
4. ESGOTO SANITÁRIO	27
5. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA	27
5.1 Indicadores de Qualidade Física.....	29
5.1.1 Temperatura	29
5.1.2 Turbidez	30
5.1.3 Sólidos Totais.....	30
5.1.4 Condutividade Elétrica.....	31
5.2 Indicadores de Qualidade Química.....	31
5.2.1 pH.....	32
5.2.2 Fósforo	33
5.2.3 Ferro	33
5.2.4 Oxigênio Dissolvido (OD).....	34
5.2.5 Salinidade	35
5.2.6 Fosfato	35
5.2.7 Nitrito	36
5.2.8 Sulfato	36
5.2.9 Zinco	37
5.2.10 Potássio	37
5.3 Indicadores Microbiológicos ou Bacteriológicos	37
5.3.1 Coliformes Totais (CT).....	38
5.3.2 Escherichia Coli	38
6. MATERIAL E MÉTODOS	39
6.1 Microssistemas de Abastecimento de Água.....	42
6.1.1 Microssistema do Bairro Área Verde.....	43
6.2.3 Microssistema do Bairro Nova Vitória	45

6.2.4 Microsistema do Bairro São Francisco	46
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
7.1 Turbidez.....	60
7.2 Salinidade	61
7.3 Sulfato.....	61
7.4 Zinco	61
7.5 Coliformes Totais e <i>E. Coli</i>	61
8. CONCLUSÃO	62
8. REFERENCIAS.....	64
ANEXOS	67
Anexo 1 – Tabela – Amostra 1	1
Anexo 2 – Tabela – Amostra 2	2

1 INTRODUÇÃO

A água é necessidade primordial para a vida, recurso natural indispensável ao ser humano e aos demais seres vivos, além de ser suporte essencial aos ecossistemas (SOUZA, 2000).

De acordo com os dados da Organização Mundial da Saúde – OMS (WHO, 2013), ainda existe cerca de 1,1 Bilhão de pessoas sem acesso a água potável e 2,4 bilhões de pessoas sem acesso a serviços de saneamento básico.

Os serviços de saneamento prestados para as populações apresentam elevado déficit de cobertura. Conforme dados da Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios (PNAD, 2009), apenas 32,8% dos domicílios nas áreas urbanas estão ligados a redes de abastecimento de água com ou sem canalização interna. O restante da população (67,2%) capta água de chafarizes e poços protegidos ou não, diretamente de cursos de água sem nenhum tratamento ou de outras fontes alternativas geralmente insalubres, isso pode contribuir direta e indiretamente para o surgimento de doenças de veiculação hídrica, parasitoses intestinais e diarreias. De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2014), as ações de saneamento visam reverter este quadro, promovendo também a inclusão social dos grupos sociais minoritários, mediante a implantação integrada de políticas públicas.

Em Santarém, a problemática do acesso à água potável de qualidade está se tornando mais grave, à medida que o crescimento populacional também aumenta, causando déficit nas ligações domiciliares de água, que é um dos problemas evidentes e mais difíceis de serem resolvidos, principalmente nas áreas periféricas, onde ocorre a ocupação urbana (invasões) sem qualquer planejamento urbano.

Apesar de a população Santarena ter água doce em abundância e a cidade ser banhada pelo rio Tapajós, destaque-se o Aquífero Alter do Chão um reservatório de água subterrânea que apresenta rochas permeáveis o que garante a rápida infiltração das águas das chuvas. O aquífero está localizado em algumas partes dos estados do Amazonas, Pará e Amapá. De acordo com um estudo realizado pelo Serviço Geológico Nacional (CPRM), o principal risco em torno da qualidade das águas do aquífero em questão é a contaminação por meio de poços abandonados e construídos sem os devidos cuidados técnicos. Embora com toda a disponibilidade

ainda há uma parcela significativa da população que sofre com a falta de água, ou que não tem acesso a água potável de qualidade, o que torna um grande paradoxo local.

Um dado importante e que deve ser levado em conta pelos gestores é a disponibilidade dos recursos hídricos. Apesar da quantidade disponível, os recursos hídricos tem se tornado bastante comprometido do ponto de vista sanitário, provocando poluição das águas pelo lançamento indiscriminado de esgotos domésticos, despejos industriais, agrotóxicos e outro poluentes.

A qualidade da água para consumo humano deve ser considerada, portanto, como fator essencial no desenvolvimento das ações dos serviços de abastecimento de água das populações e que a água distribuída esteja de acordo com a legislação vigente.

Esta forma de abastecimento, além da sua capacidade de oferta, condicionam a saúde e o bem-estar das populações, o que influencia na minimização de doenças que afetam o homem de modo geral.

Segundo a (Funasa, 2014), as populações desconhecem algumas das implicações destas condições em suas vidas. Consequentemente, são ambientalmente vulneráveis e alheios aos riscos de saúde pública sobre os quais estão submetidos.

De acordo com o Plano Diretor de Santarém Lei nº 18.051 de 2006, o município foi dividido em cinco (05) zonas distritais, delimitando os 48 bairros na área urbana. Onde o foco da pesquisa são os Distritos: da Grande Área da Prainha bairro (Área Verde), da Grande Área do Maicá bairro (Jutaí), da Grande Área do Santarenzinho bairro (Nova Vitória) e da Grande Área da Nova República bairro (São Francisco). Esses bairros estão localizados na periferia, onde os problemas são mais visíveis, pois a infraestrutura existente não acompanhou a expansão do município, contribuindo para que a oferta hídrica ficasse cada vez mais escassa nessas áreas.

De acordo com o Centro Municipal de Informações e Educação Ambiental de Santarém (CIAM, 2013), em Santarém a Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA é responsável pelo abastecimento público de água na maioria dos bairros. Há exceções em alguns bairros que utilizam fontes alternativas de abastecimento, como microssistemas públicos ou particulares, poços rasos e profundos particulares, onde os microssistemas públicos são construídos pelo poder

público local e depois de algum tempo são repassados para a comunidade. Portanto, podemos perceber que tanto a infraestrutura quanto os serviços de abastecimento são bastante diferentes.

A principal fonte de água para consumo em Santarém é de origem subterrânea (aquíferos), que atende a maioria da população, de acordo com a Figura 1, apenas a captação é diferenciada neste tipo de sistema, que ao em vez de ser superficial é subterrânea. O problema com esta alternativa é a existência de grande número de poços rasos que segundo a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM estão mais suscetíveis a contaminação por esgoto, fossas negras, águas servidas, dentre outros.

Apesar das áreas de captação estar em sua maioria em Áreas de Preservação Permanente – APP, há uma forte pressão de poluição decorrente principalmente de invasões no seu entorno.

A análise de qualidade da água é de extrema importância para sua utilização uma vez que concentrações anômalas de determinado elemento podem causar prejuízos à saúde pública e ao meio ambiente (CRUZ *et al.*, 2007), mesmo quando se trata de águas minerais em conteúdos ou vasilhames mal acondicionados (CUNHA *et al.*, 2012).

O usuário tem, também, um papel importante na garantia da continuidade da qualidade da água no interior do domicílio. Deve-se dar especial atenção às tubulações, reservatórios e equipamentos de tratamento de água, bem como às práticas de higiene domiciliares (SILVA *et al.*, 2009).

Com a falta de saneamento básico, a população é vulnerável à contaminação dos recursos hídricos, sua principal fonte de captação, devido ao convívio simultâneo entre a necessidade de obtenção do recurso e, ao mesmo tempo, o desconhecimento dos riscos decorrentes do despejo direto de seus resíduos sobre fontes de águas superficiais (ROHDEN *et al.*, 2009).

A pesquisa tem como objetivo geral investigar e quantificar parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água de abastecimento de quatro microssistemas da área urbana do município de Santarém no Pará, de acordo com a portaria 2914/2011 que dispõe sobre os padrões de potabilidade da água para consumo humano considerando não só a qualidade geral da água de abastecimento dessas comunidades, além de avaliar as condições hidrosanitárias dos sistemas que distribuem essa água à população dos referidos bairros.

A hipótese principal da pesquisa é saber se há diferença significativa na média dos valores de concentrações de parâmetros da qualidade da água quando se comparam as quatro distintas comunidades/bairros simultaneamente.

No final do trabalho, os dados obtidos serão repassados para os responsáveis dos microssistemas em questão, com o objetivo de informar as famílias atendidas.

2. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Investigar e quantificar parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água de abastecimento de quatro microssistemas da área urbana do município de Santarém no Pará.

3.2 Objetivos Específicos

Caracterizar os microssistemas estudados;

Verificar a qualidade da água potável para consumo humano.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Saneamento

A importância do saneamento na conjuntura atual perpassa por práticas sanitárias e higiênicas que visa estabelecer cuidados e controles de doenças que compromete o bem-estar da população, admitindo-se dessa forma, maiores investimentos para ações de adequação destinadas a atender as necessidades.

De acordo com o Manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2014), o Saneamento Ambiental é o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar salubridade ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural.

Um dos principais problemas é o abastecimento de água dessas comunidades que ainda carecem de maior atenção e, principalmente, que esta seja de qualidade e esteja em condições para o consumo humano e para seus usos múltiplos.

3.1.1 Saúde, Saneamento e Meio Ambiente

Existe uma relação muito forte do saneamento com saúde ambiental. Água e esgoto constituem um dos mais sérios problemas ambientais, especialmente nos países mais pobres, embora problemas dessa natureza estejam concentrados principalmente em áreas urbanas, não se podem descartar áreas rurais, onde o saneamento é escasso, inexistente ou ineficiente (LARSEN, 2010).

Segundo a (Funasa, 2014), a utilização do saneamento como instrumento de promoção da saúde pressupõe a superação dos entraves tecnológicos, políticos e

gerenciais que têm dificultado a extensão dos benefícios aos residentes em áreas rurais, municípios e localidades de pequeno porte.

Água potável, higiene e saneamento adequados podem reduzir o número de doenças, principalmente de veiculação hídrica.

A falta de saneamento básico é um fator preocupante, e o meio ambiente sofrerá as consequências das ações antrópicas de degradação ambiental, que irá refletir diretamente na saúde pública.

De acordo com (Cruz *et al.*, 2007), a análise de qualidade da água é de extrema importância para sua utilização uma vez que concentrações anômalas de determinado elemento podem causar prejuízos à saúde pública e ao meio ambiente.

O usuário tem, portanto, um papel central na garantia da continuidade da qualidade da água no interior do domicílio. Deve-se dar especial atenção às tubulações, reservatórios e equipamentos de tratamento de água, bem como às práticas de higiene domiciliares (SILVA *et al.*, 2009).

Segundo (Cunha *et al.*, 2012), é necessário, portanto, como nos sistemas convencionais urbanos, o monitoramento constante da qualidade da qualidade. Nesse aspecto, o meio alternativo de sistemas de abastecimento de água é único, porque a população dessas comunidades, não é abastecida por empresas de saneamento, portanto não recebem tratamento adequado na água que utilizam.

O conhecimento dessas populações quanto aos riscos que a água pode oferecer à saúde é praticamente inexistente. Depreende-se, portanto, que um trabalho intensivo deve ser realizado no sentido de efetuar a vigilância da qualidade da água utilizada e implementar ações que visem ao esclarecimento dessa população, a fim de mudar seu comportamento (OTENIO *et al.*, 2007).

3.2 Água de Abastecimento

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

De acordo com a Portaria MS nº 2914/2011 o conceito de Sistema de Abastecimento de Água para consumo humano é um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinados à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão.

A água necessita de cuidados, pois pode conter elementos químicos, microrganismos e as mais variadas substâncias, devendo haver tratamento adequado para eliminação destes para que não haja interferência negativa na saúde humana. Além dos mananciais superficiais, os subterrâneos também têm sido afetados pela ação antrópica, deteriorando sua qualidade e acarretando sérios problemas de saúde pública em localidades onde o saneamento não é adequado (DI BERNARDO, 2005).

A água usada para abastecimento doméstico deve apresentar características sanitárias e toxicológicas adequadas, deve estar isenta de organismos patogênicos e de substâncias tóxicas, para prevenir danos à saúde e promover o bem estar das pessoas (ZANCUL, 2006).

A conservação dos recursos hídricos do Brasil é regulamentada através da resolução 357 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais, bem como estabelece as condições e padrões para o lançamento de efluentes. A portaria 2.914 de novembro de 2011, do Ministério da Saúde (MS) estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Depois de captada a água do manancial, a mesma passa por várias etapas até chegar ao consumidor final, o percurso completo da água é chamado de ciclo do uso da água e esgotamento sanitário, pois após a captação, tratamento e distribuição e consumo a água volta para o ambiente natural, que pode ser o próprio manancial (Figura 1).

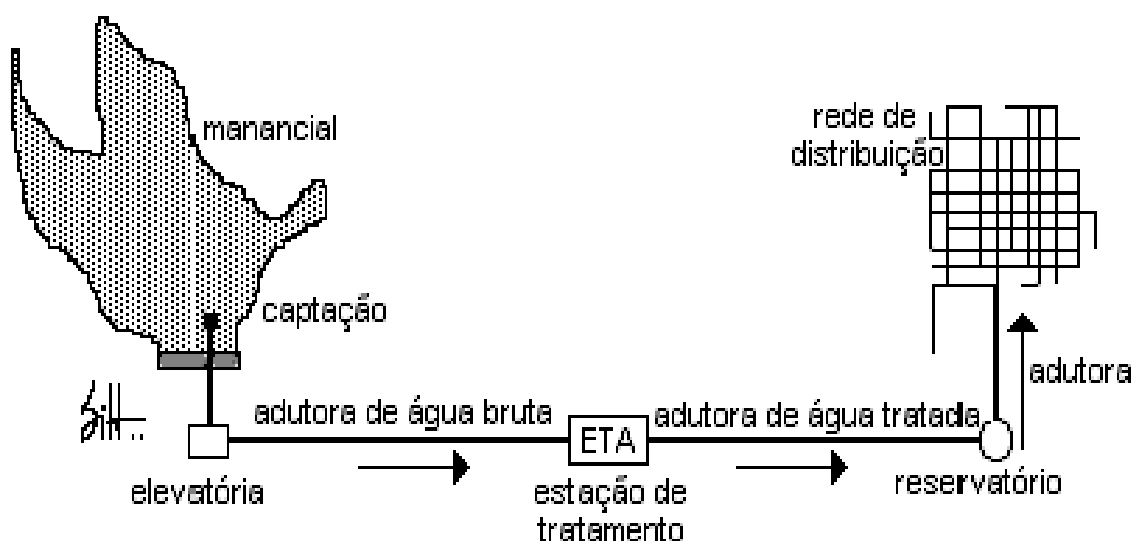


Figura 1 – Esquema de um Sistema Convencional de Abastecimento de Água Urbano
 Fonte: Funasa, 2014.

De acordo com a (Funasa, 2014), os sistemas de abastecimento de água abrangem as seguintes unidades:

- Manancial: é a fonte de água para o abastecimento em condições sanitárias adequadas e vazão suficiente para atender à demanda, podendo ser águas pluviais, superficiais e subterrâneas;
- Captação: é o conjunto de equipamentos e instalações utilizadas para a retirada de água do manancial, e tem a finalidade de lançá-la no sistema de abastecimento;
- Adução: a tubulação que liga a captação a unidade de tratamento, ou do tratamento ao reservatório de distribuição;
- Tratamento: consiste em melhorar suas características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas, a fim de que se torne adequada ao consumo humano.
- Reservação: é empregada com a finalidade de atender as variações de consumo ao longo do dia, promovendo o abastecimento no caso de paralização da produção, além de manter as pressões na rede de distribuição e garantir uma reserva em casos de incêndio.
- Rede de Distribuição: é o conjunto de tubulações, conexões, registros e peças especiais, destinados a distribuir a água de forma contínua, a todos os usuários do sistema.

- Estações Elevatórias: destinada a transportar e elevar a água
- Ramal Predial: tubulação compreendida entre o colar de tomada e o cavalete.

3.2.1 Fontes e Usos

De acordo com a Funasa (2006), a água pode ser captada das seguintes formas: superfície de coleta (água de chuva); caixa de tomada (nascente de encosta); galeria filtrante (fundo de vales); poço escavado (lençol freático); poço tubular profundo (lençol subterrâneo); tomada direta de rios, lagos e açudes (mananciais de superfície).

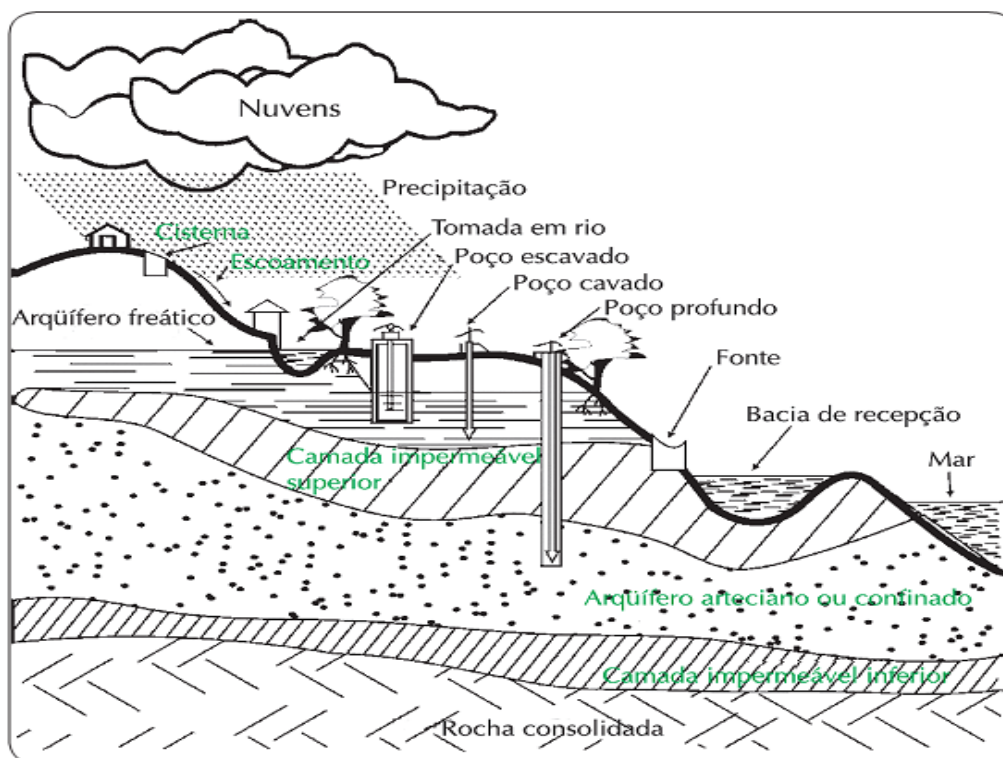


Figura 2 – Formas de Captação de Água para consumo.
Fonte: FUNASA (2006).

Segundo a Funasa (2006), o homem precisa de água com qualidade satisfatória e quantidade suficiente para satisfazer suas necessidades de demanda doméstica, comercial, industrial, pública e de segurança.

3.2.2 Doenças de Veiculação Hídrica

Segundo a (Funasa, 2014), a água pode afetar a saúde do homem de várias maneiras, como: pela ingestão direta, na preparação de alimentos; na higiene pessoal, na agricultura, na higiene do ambiente, nos processos industriais ou nas atividades de lazer de acordo com o (Quadro 1).

Quadro 1 – Doenças Relacionadas com a Água

Grupos de Doenças	Principais Doenças	Formas de Transmissão	Formas de Prevenção
Transmitidas pela via oro-fecal (bacterianas e não bacterianas)	<p>Bacterianas: Cólera Disenteria bacilar Febre paratifoide Febre tifoide Leptospirose</p> <p>Não bacterianas: Amebíase Ascaridíase Hepatite infecciosa Poliomielite Giardíase Diarreias por vírus</p>	Ingestão do agente patogênico por meio de alimentos contaminados, água contaminada por fezes e contaminação de indivíduo para indivíduo	<p>Proteger os mananciais (fonte de abastecimento).</p> <p>Tratar as águas de abastecimento evitando o uso de fontes contaminadas.</p> <p>Fornecer água em quantidade e qualidade.</p> <p>Promover ações de educação em saúde (higiene pessoal, doméstica e dos alimentos).</p> <p>Promover melhorias da habitação e instalações sanitárias</p>
Associadas ao fornecimento de água insuficiente	<p>Infecções de pele</p> <p>Tracoma</p> <p>Tifo</p> <p>Escabiose</p>	Água em quantidade insuficiente e hábitos higiênicos inadequados favorecem a disseminação desses agravos	<p>Fornecer água em quantidade suficiente.</p> <p>Promover ações de educação em saúde.</p>
Associadas a hospedeiros intermediários, cujo habitat é a água	Esquistossomose	Penetração do agente patogênico na pele	<p>Proteção de mananciais.</p> <p>Combate ao hospedeiro intermediário.</p> <p>Disposição adequada de esgotos.</p> <p>Evitar o contato das pessoas com águas contaminadas.</p>
Transmitidas por vetores e relacionada com a água	<p>Malária</p> <p>Febre amarela</p> <p>Dengue</p> <p>Filariose</p>	Penetração do Agente Infeccioso no organismo pela picada de insetos, cujo ciclo evolutivo está relacionado com a água	<p>Combate aos vetores.</p> <p>Eliminar condições que possam favorecer criadouros.</p> <p>Utilizar medidas de proteção individual.</p>

Fonte: FUNASA (2014).

As inadequadas condições de saneamento, sobretudo nas áreas rurais e nos subúrbios das grandes cidades, associadas à falta de conhecimento da população, aumentam a prevalência de doenças transmitidas pela água, principalmente em crianças e jovens, interferindo em seu desenvolvimento físico e mental (ARAÚJO *et al.*, 2011).

4. ESGOTO SANITÁRIO

Em virtude da falta de saneamento básico, a maioria das pessoas tende a lançar os dejetos diretamente no solo, criando desse modo situações favoráveis a proliferação de doenças.

De acordo com Funasa (2006), os dejetos humanos podem ser veículos de germes patogênicos, entre as quais podemos citar a amebíase, diarreias infecciosas, ascaridíase, etc. Desse modo torna-se indispensável afastar a possibilidade de seu contato com o homem e principalmente com as águas de abastecimento.

O destino adequado dos dejetos humanos poderão evitar a poluição do solo e dos mananciais de abastecimento de água, evitar o contato de vetores com as fezes, promover o conforto e atender o senso estético, além de propiciar a promoção de novos hábitos higiênicos na população. Portanto, irá refletir diretamente nos aspectos econômicos, aumentando a vida média do homem, redução da mortalidade em consequência da redução dos casos de doenças, diminuição das despesas com tratamento de doenças, redução dos custos com tratamento da água, controle da poluição dos corpos hídricos e promoção do turismo.

5. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Atualmente, a água encontrada na natureza é em geral inapropriada para o consumo humano, devido à presença de uma série de contaminantes que podem

ser prejudiciais à saúde (RICHTER, 2009). Sendo que, na maior parte das vezes, estes contaminantes são resultantes de atividades do próprio homem (que contamina a água com esgoto, lixos, pesticidas agrícolas, fertilizantes e outros). Desta forma, o homem criou maneiras de retirar a água dos cursos d'água, para trata-la e posteriormente distribuí-la para consumo (PEREIRA, 2012).

Até meados do século XX, a qualidade da água para consumo humano era avaliada essencialmente através das suas características organolépticas, tendo como base o senso comum de que se apresentasse límpida, agradável ao paladar e sem odor desagradável. No entanto, esse tipo de avaliação foi se revelando falível em termos de proteção contra microrganismos patogênicos e contra substâncias químicas perigosas presentes na água. Tornou-se, assim, imperativo estabelecer normas paramétricas que traduzissem, de forma objetiva, as características que águas destinadas ao consumo humano deveriam obedecer (MENDES, 2006).

Para tanto, é necessário que atenda ao padrão de potabilidade, que são as quantidades limites que, com relação aos diversos elementos, podem ser toleradas na água de abastecimento, quantidades definidas geralmente por decretos, regulamentos ou especificações (RIGOBELLO *et al.*, 2009).

No Brasil, a Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde dispõe sobre:

Os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Segundo essa norma, toda água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita a vigilância da qualidade da água. São designados valores máximos permitidos (VMP) para cada parâmetro de qualidade da água de consumo humano (BRASIL, 2011).

A Portaria supracitada em seu Art. 12º, parágrafo V, delega às Secretarias de Saúde dos Municípios “garantir informações à população sobre a qualidade da água para consumo humano e os riscos à saúde associados”.

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos a serem analisados neste estudo têm suas particularidades e nos permite caracterizar aspectos relevantes da qualidade da água.

5.1 Indicadores de Qualidade Física

O conceito de qualidade da água sempre tem relação com o uso que se faz dessa água. Por exemplo, uma água de qualidade adequada para uso industrial, navegação ou geração hidrelétrica pode não ter qualidade adequada para o abastecimento humano, a recreação ou a preservação da vida aquática. Existe uma grande variedade de indicadores que expressam aspectos parciais da qualidade das águas. No entanto, não existe um indicador único que sintetize todas as variáveis de qualidade da água. De acordo com a Funasa (2014), podemos citar alguns parâmetros descritos abaixo, como: temperatura, turbidez, sólidos totais e condutividade elétrica.

5.1.1 Temperatura

A temperatura expressa a energia cinética das moléculas de um corpo, sendo seu gradiente o fenômeno responsável pela transferência de calor em um meio. A alteração da temperatura da água pode ser causada por fontes naturais (principalmente energia solar) ou antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). A temperatura exerce influência marcante na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias. Os ambientes aquáticos brasileiros apresentam, em geral, temperaturas na faixa de 20°C a 30°C. Entretanto, em regiões mais frias, como no sul do país, a temperatura da água em períodos de inverno pode baixar a valores entre 5°C e 15°C, atingindo, em alguns casos, até o ponto de congelamento. Em relação às águas para consumo humano, temperaturas elevadas aumentam as perspectivas de rejeição ao uso. Águas subterrâneas captadas a grandes profundidades frequentemente necessitam de unidades de resfriamento, a fim de adequá-las ao abastecimento.

5.1.2 Turbidez

A turbidez pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. A alteração à penetração da luz na água decorre na suspensão, sendo expressa por meio de unidades de turbidez (também denominadas unidades de Jackson ou nefelométricas). A turbidez dos corpos d'água é particularmente alta em regiões com solos erosivos, onde a precipitação pluviométrica pode carrear partículas de argila, silte, areia, fragmentos de rocha e óxidos metálicos do solo. Grande parte das águas de rios brasileiros é naturalmente turva em decorrência das características geológicas das bacias de drenagem, ocorrência de altos índices pluviométricos e uso de práticas agrícolas, muitas vezes inadequadas. Ao contrário da cor, que é causada por substâncias dissolvidas, a turbidez é provocada por partículas em suspensão, sendo, portanto, reduzida por sedimentação. Em lagos e represas, onde a velocidade de escoamento da água é menor, a turbidez pode ser bastante baixa. Além da ocorrência de origem natural, a turbidez da água pode, também, ser causada por lançamentos de esgotos domésticos ou industriais.

5.1.3 Sólidos Totais

A presença de sólidos na água é comentada neste tópico relativo aos parâmetros físicos, muito embora os sólidos possam, também, estar associados a características químicas ou biológicas. Os sólidos presentes na água podem estar distribuídos da seguinte forma: em suspensão (sedimentáveis e não sedimentáveis) e dissolvidos (voláteis e fixos). Sólidos em suspensão podem ser definidos como as partículas passíveis de retenção por processos de filtração. Sólidos dissolvidos são constituídos por partículas de diâmetro inferior a 10^{-3} μm e que permanecem em solução mesmo após a filtração. A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos). Muito embora os parâmetros turbidez

e sólidos totais estejam associados, eles não são absolutamente equivalentes. O padrão de potabilidade refere-se apenas aos sólidos totais dissolvidos (limite: 1000 mg/L), já que esta parcela reflete a influência de lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água.

5.1.4 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica. Muito embora não se possa esperar uma relação direta entre condutividade e concentração de sólidos totais dissolvidos, já que as águas naturais não são soluções simples, tal correlação é possível para águas de determinadas regiões onde exista a predominância bem definida de um determinado íon em solução. A condutividade elétrica da água deve ser expressa em unidades de resistência (mho ou S) por unidade de comprimento (geralmente cm ou m). Até algum tempo atrás, a unidade mais usual para expressão da resistência elétrica da água era o mho (inverso de ohm), mas atualmente é recomendável a utilização da unidade S (Siemens). Enquanto que as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

5.2 Indicadores de Qualidade Química

Segundo Macedo (2001), os parâmetros químicos são os mais importantes para se caracterizar a qualidade da água, pois permitem classificá-la por seu conteúdo mineral, determinar o grau de contaminação, caracterizar picos de concentração de poluentes tóxicos e as possíveis fontes e avaliar o equilíbrio

bioquímico que é necessário para a manutenção da vida aquática. De acordo com a Funasa (2014), podemos citar alguns parâmetros descritos abaixo, como: pH, fósforo, ferro, oxigênio dissolvido, salinidade, fosfato, nitrato, sulfato, zinco, potássio.

5.2.1 pH

O potencial hidrogênioônico (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido, por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H⁺). É calculado em escala antilogarítmica, abrangendo a faixa de 0 a 14 (inferior a 7: condições ácidas; superior a 7: condições alcalinas). O valor do pH influi na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, além de contribuir para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e de definir o potencial de toxicidade de vários elementos. As alterações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais). Para a adequada manutenção da vida aquática, o pH deve situar-se, geralmente, na faixa de 6 a 9. Existem, no entanto, várias exceções a esta recomendação, provocadas por influências naturais, como é o caso de rios de cores intensas, em decorrência da presença de ácido húmicos provenientes da decomposição de vegetação. Nesta situação, o pH das águas é sempre ácido (valores de 4 a 6), como pode ser observado em alguns cursos d'água na planície amazônica. A acidificação das águas pode ser também um fenômeno derivado da poluição atmosférica, provocando o predomínio de precipitações. Podem, também, existir ambientes aquáticos naturalmente alcalinos, em função da composição química de suas águas, como é o exemplo de alguns lagos africanos, nos quais o pH chega a ultrapassar o valor de 10. O intervalo de pH para águas de abastecimento é estabelecido pela Portaria MS n.º 2914/2011 entre 6,5 e 9,5. Este parâmetro objetiva minimizar os problemas de incrustação e corrosão das redes de distribuição.

5.2.2 Fósforo

O fósforo é, em razão da sua baixa disponibilidade em regiões de clima tropical, o nutriente mais importante para o crescimento de plantas aquáticas. Quando este crescimento ocorre em excesso, prejudicando os usos da água, caracteriza-se o fenômeno conhecido como eutrofização. No ambiente aquático, o fósforo pode ser encontrado sob várias formas:

- a) Orgânico: solúvel (matéria orgânica dissolvida) ou particulado (biomassa de micro-organismos);
- b) Inorgânico: solúvel (sais de fósforo) ou particulado (compostos minerais, como apatita).

A fração mais significativa no estudo do fósforo é a inorgânica solúvel, que pode ser diretamente assimilada para o crescimento de algas e macrófitas. A presença de fósforo na água está relacionada a processos naturais (dissolução de rochas, carreamento do solo, decomposição de matéria orgânica, chuva) ou antropogênicos (lançamento de esgotos, detergentes, fertilizantes, pesticidas). Em águas naturais não poluídas, as concentrações de fósforo situam-se na faixa de 0,01 mg/L a 0,05 mg/L.

5.2.3 Ferro

O ferro é indesejável em águas de abastecimento público por conferir gosto, odor, manchar roupas e sanitários e favorecer o desenvolvimento de ferrobactérias que podem obstruir canalizações.

O comportamento químico do ferro pode ter seu efeito na qualidade da água, muito embora este elemento não apresente inconvenientes à saúde nas concentrações normalmente encontradas nas águas naturais, o ferro pode provocar problemas de ordem estética (manchas em roupas, vasos sanitários) ou prejudicar determinados usos industriais da água. Desta forma, o padrão de potabilidade das águas determina valores máximos de 0,3 mg/L para o ferro. Apesar do organismo

humano necessitar de até 19 mg/L de ferro por dia, os padrões de potabilidade exigem que uma água de abastecimento público não ultrapasse os 0,3 mg/L. Este limite é estabelecido em função dos problemas estéticos relacionados à presença de ferro na água e do sabor ruim que o ferro lhe confere. Altas concentrações deste elemento são também encontradas em situações de ausência de oxigênio dissolvido, como, por exemplo, em águas subterrâneas ou nas camadas mais profundas dos lagos.

5.2.4 Oxigênio Dissolvido (OD)

Trata-se de um dos parâmetros mais significativos para expressar a qualidade de um ambiente aquático. É sabido que a dissolução de gases na água sofre a influência de distintos fatores ambientais (temperatura, pressão, salinidade). As variações nos teores de oxigênio dissolvido estão associadas aos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos corpos d'água. Para a manutenção da vida aquática aeróbica são necessários teores mínimos de oxigênio dissolvido de 2 mg/L a 5 mg/L, exigência de cada organismo. A concentração de oxigênio disponível mínima necessária para sobrevivência das espécies piscícolas é de 4 mg/L para a maioria dos peixes e de 5 mg/L para trutas. Em condições de anaerobiose (ausência de oxigênio dissolvido) os compostos químicos são encontrados na sua forma reduzida (isto é, não oxidada), a qual é geralmente solúvel no meio líquido, disponibilizando, portanto, as substâncias para assimilação pelos organismos que sobrevivem no ambiente. À medida em que cresce a concentração de oxigênio dissolvido os compostos vão se precipitando, ficando armazenados no fundo dos corpos d'água.

5.2.5 Salinidade

É a medida dos teores de sais na água. Estes sais favorecem o crescimento das plantas, mas o excesso é prejudicial. Sua medida pode ser feita indiretamente pela condutividade elétrica. Afeta o sabor da água. A resolução nº 20 de 18 de junho de 1986, do Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, estabeleceu a seguinte classificação:

ÁGUAS DOCES – com salinidade inferior a 0,5%

ÁGUAS SALOBRAS – com salinidade variando entre 0,5 e 30%

ÁGUAS SALGADAS – com salinidade superior a 30%

5.2.6 Fosfato

O fósforo está naturalmente presente em formações rochosas na crosta terrestre, usualmente na forma de fosfato. Por terem alto valor nutritivo para plantas e animais os fosfatos são utilizados em fertilizantes e como complementos alimentares para animais. Eles são também usados na fabricação de produtos químicos industriais, produtos farmacêuticos e ainda em detergentes. Altas concentrações de fosfato em águas superficiais podem indicar afluxo de fertilizantes, descarga de esgoto doméstico ou a presença de efluentes industriais ou detergentes. Embora fosfatos oriundos dessas fontes sejam usualmente poli-fosfatos ou ligados organicamente, todos irão degradar com o tempo para ortofosfato ou fosfato reativo. Quando altas concentrações de fosfato persistem, algas e outras formas de vida aquáticas começam a proliferar, eventualmente levando a uma queda na concentração de oxigênio dissolvido na água, devido à aceleração da decomposição de matéria orgânica. Medições de concentração de fosfatos são usadas para controlar a corrosão e a formação de incrustações em caldeiras e torres de resfriamento, sendo também um dos principais causadores de crescimento bacteriano. Os fosfatos formam resíduos insolúveis em águas com teor de dureza elevado.

5.2.7 Nitrito

O Nitrito, um estado intermediário do ciclo do nitrogênio, é formado durante a decomposição da matéria orgânica e prontamente oxidado a nitrato. Esses processos ocorrem em instalações de tratamento de água, sistemas de distribuição de água e águas naturais. Nitritos são úteis como inibidores de corrosão, capturador de oxigênio dissolvido, conservantes, pigmentos, aditivos em radiadores de automóveis e caminhões, aquecedores solares e na manufatura de diversos tipos de conservantes químicos orgânicos.

Em águas superficiais a presença de nitritos pode indicar a decomposição parcial de matéria orgânica, descarga excessiva oriunda de estação de tratamento de água ou poluição industrial. Os Nitritos são inibidores de corrosão anódicos, aplicados em sistemas fechados de refrigeração. Em águas poluídas a presença de nitrito pode indicar a presença de bactérias redutoras de nitrato quando as condições presentes são anaeróbias.

5.2.8 Sulfato

O Sulfato é um ânion muito comum na natureza, ele pode estar presente em águas naturais em concentrações muito variáveis. Na água potável sua presença geralmente ocorre devido à adição de algicidas, que geralmente são sulfatos. Sua presença não é desejável em águas de resfriamento, uma vez que podem ocorrer depósitos sobre superfícies metálicas de menor potencial induzindo assim, à severas corrosões por Pitting. Os Sulfatos devem ser controlados em águas para produção de concreto, curtumes e etc.

5.2.9 Zinco

Depósitos de Zinco estão presentes em grande porção da crosta terrestre. Sais de zinco são usados como inibidores de corrosão em formulações de tratamento de água de torres de resfriamento. A concentração média aproximada de zinco em águas potáveis é 1 mg/l. O Zinco é um dos metais que apesar de representar perigo à saúde nunca foi constatado propriedades cancerígenas neste elemento.

5.2.10 Potássio

O Potássio é um elemento químico abundante na crosta terrestre, mas ocorre em pequena quantidade nas águas subterrâneas, pois é facilmente fixado pelas argilas e intensivamente consumido pelos vegetais. Seus principais minerais fontes são: feldspato potássico, mica moscovita e biotita, pouco resistentes aos intemperismo físico e químico. Nas águas subterrâneas seu teor médio é inferior a 10 mg/L, sendo mais frequente valores entre 1 e 5 mg/L.

5.3 Indicadores Microbiológicos ou Bacteriológicos

Os parâmetros microbiológicos exigidos pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, são de coliformes totais, coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*. Numericamente, as amostras de água de fontes alternativas destinadas ao consumo humano podem ter a presença de coliformes totais, desde que haja a ausência de *E.coli*/100 mL, devendo ser monitorada a origem da ocorrência da provável contaminação e providenciar as medidas corretivas e preventivas (BRASIL, 2011).

5.3.1 Coliformes Totais (CT)

Constitui-se em um grande grupo de bactérias que têm sido isoladas de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente. Este grupo foi bastante usado no passado como indicador, e continua a ser usado em algumas áreas, embora as dificuldades associadas com a ocorrência de bactérias não fecais seja um problema (THOMANN E MUELLER, 1987). Não existe uma relação quantificável entre CT e organismos patogênicos. Os coliformes totais poderiam ser entendidos como coliformes ambientais, dada a sua possível incidência em águas e solos não contaminados, representando, portanto, outros organismos de vida livre e não intestinal. Por esta razão, os coliformes totais não devem ser utilizados como indicadores de contaminação fecal em águas superficiais. No entanto, no caso específico de abastecimento de água potável, a água tratada não deve conter coliformes totais, os quais, caso encontrados, sugerem tratamento inadequado, contaminação posterior ou nutrientes em excesso na água tratada. Nestas condições, os coliformes totais podem ser usados como indicadores da eficiência do tratamento de água e da integridade do sistema de distribuição (WHO, 1993).

5.3.2 Escherichia Coli

É a principal bactéria do grupo de coliformes termotolerantes, sendo abundante nas fezes humanas e de animais. É encontrada em esgotos, efluentes tratados e águas naturais sujeitas a contaminação recente por seres humanos, atividades agropecuárias, animais selvagens e pássaros (WHO, 1993). A sua detecção laboratorial é bastante simples, principalmente devido aos recentes métodos fluorogênicos. Diferentemente do coliforme totais e fecais, *E. coli* é a única que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal. No entanto, a sua detecção não dá garantia de que a contaminação seja humana, já que esta pode ser encontrada em fezes de outros animais.

A água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico conforme o Quadro 2:

Quadro 2 – Padrão Microbiológico da Água para Consumo Humano

Tipo de água		Parâmetro		VMP (1)
Água para consumo humano		<i>Escherichia coli</i> (2)		Ausência em 100 mL
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais (3)		Ausência em 100 mL
	No sistema de distribuição (reservatório e rede)	<i>Escherichia coli</i>		Ausência em 100 mL
		Coliformes totais (4)	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês

Fonte: BRASIL (2011).

NOTAS:

- (1) Valor máximo permitido
- (2) Indicador de contaminação fecal
- (3) Indicador de eficiência de tratamento
- (4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

6. MATERIAL E MÉTODOS

O Município de Santarém, situado ao norte do Brasil (Mapa 1), na Mesorregião do Baixo Amazonas, microrregião de Santarém, é o centro polarizador

da Região Oeste do Pará – área que abrange 722.358 km² e abriga vinte e sete Municípios. Constitui-se em centro polarizador porque oferece melhor infraestrutura econômica e social (escolas, hospitais, universidades, estradas, portos, aeroporto, comunicações, indústria e comércio etc.) e tem um setor de serviços mais desenvolvido (CIAM, 2013).

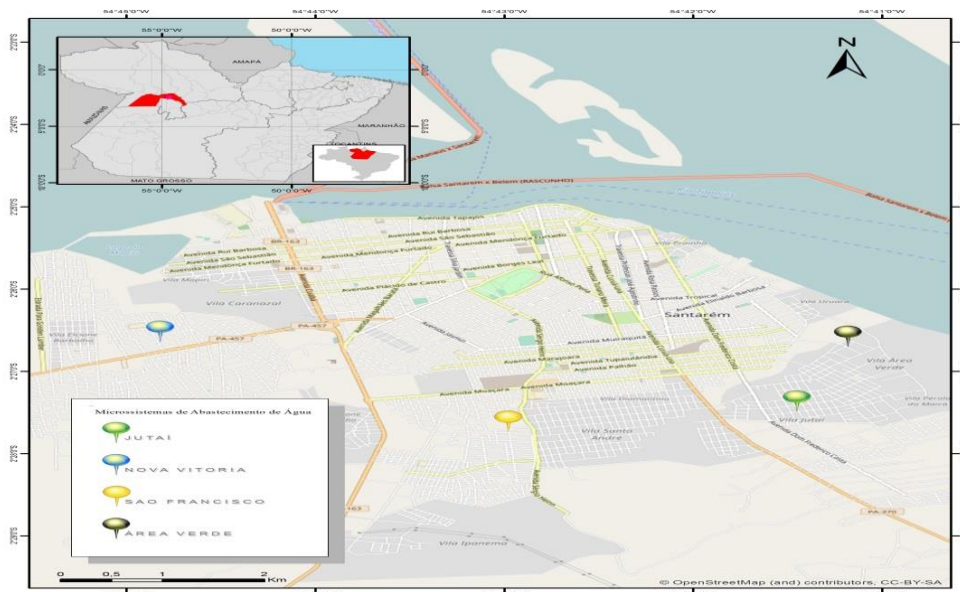
A Lei do Plano Diretor nº 18.051 de 2006 definiu a divisão distrital do Município. Na zona urbana são cinco distritos delimitando 48 bairros identificados no Quadro 3.

Quadro 3 – Bairros de Santarém por Zonas Distritais

Distritos	Bairros
Distrito da Grande Área da Aldeia	Caranazal, Liberdade, Mapiri, Salé, Laginho, Fátima, Aparecida, Centro, Santa Clara, Aldeia, Jardim Santarém, Aeroporto Velho e Esperança
Distrito da Grande Área da Prainha	Prainha, Santíssimo, Santana, Livramento, São José Operário, Uruará, Área Verde , Urumari, Interventoria e Diamantino
Distrito da Grande Área do Maicá	Jutaí , Pérola do Maicá, Maicá, Jaderlândia, Vigia, Urumanduba e Mararu
Distrito da Grande Área da Nova República	Floresta, Santo André, São Francisco , Nova República, Matinha, Cambuquira, Vitória Régia, Ipanema
Distrito da Grande Área do Santarenzinho	Maracanã, Maracanã I, Elcione Barbalho, Nova Vitória , Santarenzinho, Amparo, Novo Horizonte, São Cristóvão, Conquista e Alvorada.

Fonte: Adaptado do Plano Diretor de Santarém, 2017.

O objetivo desta pesquisa é caracterizar e avaliar a qualidade da água de quatro microssistemas localizados no município de Santarém no estado do Pará de acordo com o (Mapa 1).



Mapa 1 - Localização da Área de Estudo
Fonte: Os autores, 2017.

A Empresa que abastece a área urbana da cidade e tem contrato com a Prefeitura Municipal de Santarém não consegue atender a população em sua totalidade, a área mais contemplada é a parte central da cidade.

Partindo dessa premissa, foi determinado que o objeto de estudo contemplaria apenas 4 distritos, tendo em vista que o Distrito I denominado de Grande Área da Aldeia não estaria no estudo, pois os bairros que fazem parte desta área são abastecidos pela Concessionária (COSANPA) e não dispõe de Microsistemas. A temática refere-se aos bairros que são abastecidos pelos microsistemas, fato que foi determinante no processo de escolha do local de acordo com cada distrito.

Desta forma foi escolhido de cada distrito um bairro para estudo e análise da qualidade da água do microsistema que atende o referido bairro conforme determinado abaixo:

- Distrito II: Distrito da Grande Área da Nova República: Bairro São Francisco;
- Distrito III: Distrito da Grande Área da Prainha: Bairro Área Verde;
- Distrito IV: Distrito da Grande Área do Santarenzinho: Bairro Nova Vitória;
- Distrito V: Distrito da Grande Área do Maicá: Bairro Jutai.

Em seu Art. 115 do Plano Diretor diz:

“O bairro é a menor unidade física de planejamento e gestão através do acompanhamento, controle e avaliação da aplicação da política urbana, a ser utilizada pelo órgão central de planejamento e pelas administrações distritais”.

É sabido que todo planejamento da administração requer políticas públicas que atendam às necessidades básicas da população e de suas atividades como meio de propiciar que o indivíduo enquanto morador de determinada área possa ser beneficiado com os serviços essenciais, como, o abastecimento de água.

Portanto, a escolha destes bairros foi fundamentada pela Lei nº 18.051 de 2006 que Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Santarém, sendo que esta lei é o instrumento estratégico da política de desenvolvimento sustentável do Município.

6.1 Microssistemas de Abastecimento de Água

Na presente investigação foram diagnosticadas e avaliadas diferenças entre ambos os ambientes avaliados como pode ser verificado nas fotos dos microssistemas descritos abaixo, do ponto de vista sanitário e com base nos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da qualidade da água monitorado durante um período de estiagem no mês de novembro de 2016 e no período de cheia no mês de fevereiro de 2017.

Foram realizadas duas coletas para análise da água, com um ponto de coleta de amostra em cada comunidade. Após a definição dos pontos de coleta, efetuou-se a caracterização de cada poço, observando suas localizações, condições de instalações, verificação da presença de fatores de proteção ou não, que influenciam na qualidade da água. A água de abastecimento de todas as comunidades é proveniente de manancial subterrâneo. Nos locais visitados verificou-se que dois fazem distribuição direto da captação, e os outros faziam armazenamento da água em reservatórios para distribuição.

Dando continuidade ao trabalho, coletou-se informações com os responsáveis pelo funcionamento dos microssistemas, verificando o número de famílias abastecidas por cada poço analisado.

6.1.1 Microssistema do Bairro Área Verde

O microssistema do bairro da Área Verde (conforme Figura 3) atende aproximadamente 190 famílias e o reservatório tem capacidade para 10.000 litros e estrutura de madeira a altura do nível do solo ao topo da estrutura é de cinco metros. O sistema de abastecimento é composto por um poço de 18 (dezoito metros) de profundidade e uma bomba submersa de (14 eixos de Potência), com tubulação de entrada de 60 mm e de saída de 75 mm. O microssistema fica situado nas dependências da associação de moradores, é cercado em madeira e com uma casa de bomba em alvenaria, com horários pré-determinado de funcionamento, sendo apenas segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira em dois horários distintos: das 06:00 as 07:00 hs enche e das 07:00 as 09:00 hs distribui e no segundo momento enche das 09:00 as 10:00 e distribui das 10:00 as 12:00 hs. No sábado e no domingo não é disponibilizado o abastecimento.



Figura 3 – a) Reservatório Elevado. b) Sistema de Distribuição.
Fonte: Os autores, 2017.

6.1.2 Microsistema do Bairro Jutáí

O microsistema do bairro do Jutáí (conforme Figura 4) atende aproximadamente 186 famílias e o mesmo não possui um reservatório. A distribuição do abastecimento é realizada de forma direta na tubulação de saída da bomba para aproveitar a velocidade da água para as residências, sendo distribuído de forma alternada durante a semana para as famílias residentes. O sistema de abastecimento é composto por um poço de 56 (cinquenta e seis metros) de profundidade e uma bomba submersa de 7,5 Kva, com tubulação de entrada e de saída de 75 mm. O microsistema fica situado nas dependências da associação de moradores, é cercado em madeira e com uma casa de bomba em alvenaria, com horários pré-determinado de funcionamento, sendo de segunda-feira a sexta-feira das 06:00 hs as 17:00 hs, e aos sábados de 06:40 hs as 16:00 hs. No domingo não é disponibilizado o abastecimento.



Figura 4 – a) Sistema de Captação e b) Sistema de Distribuição
Fonte: Os autores, 2017.

6.2.3 Microsistema do Bairro Nova Vitória

O microsistema do bairro Nova Vitória (conforme Figura 5) atende aproximadamente 245 famílias e possui uma peculiaridade única, pois o mesmo fica localizado na divisa com o bairro do Maracanã o que permite que dentre essas famílias atendidas 110 pertencem ao bairro do Maracanã e 135 ao bairro Nova Vitória e o reservatório tem capacidade de 50.000 litros e a estrutura é toda em concreto está em bom estado de conservação e tem altura do nível do solo ao topo da estrutura de vinte metros. O sistema de abastecimento é composto por um poço de 54 (cinquenta e quatro metros) de profundidade e uma bomba submersa de 18 Kva, com tubulação de entrada e de saída de 75 mm. O microsistema fica situado em um terreno cedido para a associação de moradores, é cercado em madeira e com uma casa de bomba em alvenaria, com horários pré-determinado de funcionamento, sendo de segunda-feira a sábado das 06:15 hs as 17:00 hs. No domingo não é disponibilizado o abastecimento.



Figura 5 – a) Reservatório Elevado e b) Casa de Força
Fonte: Os autores, 2017.

6.2.4 Microsistema do Bairro São Francisco

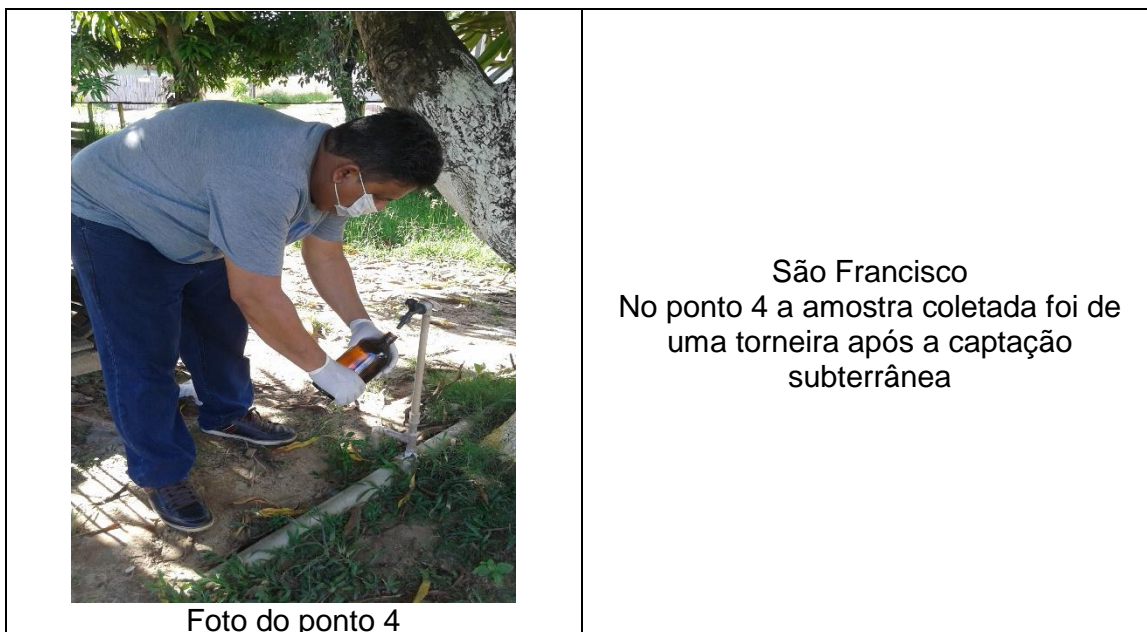
O microsistema do bairro do São Francisco (conforme Figura 6) atende aproximadamente 396 famílias e o mesmo não possui um reservatório. A distribuição do abastecimento é realizada de forma direta na tubulação de saída da bomba para aproveitar a velocidade da água para as residências. O sistema de abastecimento é composto por um poço de 68 (sessenta e oito metros) de profundidade e uma bomba submersa de 15 Kva, com tubulação de entrada e de saída de 75 mm. O microsistema fica situado nas dependências da associação de moradores, é cercado em madeira e com uma casa de bomba em alvenaria, com horários pré-determinado de funcionamento, sendo de segunda-feira a sexta-feira das 06:40 hs as 14:00 hs, e aos sábados de 06:40 hs as 16:00 hs. No domingo não é disponibilizado o abastecimento.



Figura 6 – a) Poço Subterrâneo e b) Sistema de Distribuição
Fonte: Os autores, 2017.

Quadro 4 - Local dos Pontos de Amostragem

Fotos do Local	Descrição dos microssistemas
 <p data-bbox="435 813 655 846">Foto do ponto 1</p>	<p data-bbox="1043 510 1203 544">Área Verde</p> <p data-bbox="871 548 1378 651">No ponto 1 a amostra foi coletada de uma torneira após a captação subterrânea.</p>
 <p data-bbox="435 1373 655 1406">Foto do ponto 2</p>	<p data-bbox="1086 1059 1160 1093">Jutaí</p> <p data-bbox="871 1095 1378 1198">No ponto 2 a amostra coletada foi de uma torneira após a captação subterrânea.</p>
 <p data-bbox="435 1964 655 1998">Foto do ponto 3</p>	<p data-bbox="1038 1630 1209 1664">Nova Vitória</p> <p data-bbox="871 1668 1378 1771">No ponto 3 a amostra coletada foi de um registro logo após a captação subterrânea</p>



Fonte: Os autores, 2016.

Para quantificar os parâmetros físico-químicos e os parâmetros microbiológicos as amostras foram coletadas em garrafas Âmbar. As amostras ficaram acondicionadas em caixa térmica e foram transportadas para o Laboratório de Química (ICTA-BESA) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA).

Nos quatro microssistemas as coletas e análises foram realizadas nos meses de novembro 2016 e Fevereiro de 2017.

No Laboratório de Biologia foram realizadas as análises de água com o método microbiológico (Colipaper Petri) (Figuras 2 e 3) para verificação de ausência ou presença de *E. Coli* e *Coliformes Totais*.



Figura 7 – Amostra Coletada
Fonte: Os autores, 2016.



Figura 8 – Amostra Selada
Fonte: Os autores, 2017.



Figura 9 – Estufa com as Amostras
Fonte: Os autores, 2017.

Os parâmetros físico-químicos Temperatura, Turbidez, Sólidos Totais, Condutividade Elétrica, pH, Fósforo, Ferro, Oxigênio Dissolvido, Salinidade, Fosfato, Nitrito, Sulfato, Zinco e Potássio (Quadro 4), foram escolhidos por serem usualmente utilizados em análises de qualidade de água para consumo, mesmo que a legislação vigente sugira mais parâmetros. Considerou-se também a falta de material de consumo (reagentes) e permanente (equipamentos), além da disponibilidade do Laboratório (ICTA-BESA) para tais análises.

Quadro 4 – Parâmetros Físico-Químicos

PARÂMETROS	MÉTODO	REFERÊNCIA
Temperatura	Phametro	YSI 60
Turbidez	Turbidimetro	AP 2000
Sólidos Totais	Condutivimetro	EC 300A
Condutividade Elétrica	Condutivimetro	EC 300A
pH	Phametro	YSI 60
Fósforo	Hanna	HI 83099 - Multiparâmetros
Ferro	Hanna	HI 83099 - Multiparâmetros
Oxigênio Dissolvido	Hanna	HI 83099 - Multiparâmetros
Salinidade	Hanna	EC 300A
Fosfato	Hanna	HI 83099 - Multiparâmetros
Nitrato	Hanna	HI 83099 - Multiparâmetros
Sulfato	Hanna	HI 83099 - Multiparâmetros
Zinco	Hanna	HI 83099 - Multiparâmetros
Potássio	Hanna	HI 83099 - Multiparâmetros

Vale ressaltar que as análises microbiológicas realizadas nos dias 22/11/2016 período de estiagem e 06/02/2017 período de cheia respectivamente foram comprovadas ausências de *E. Coli* e Coliformes Totais.

Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel para geração de gráficos e tabelas.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, todos os poços artesianos em estudo apresentaram boa manutenção, o que é importante para se obter água potável.

As amostras para análises físico-químicas e microbiológicas foram coletadas em dois períodos distintos: a primeira amostra foi realizada em 22/11/2016 no período de seca na região e a segunda amostra em 06/02/2017 já no período intenso de chuva que acomete na região, fato este determinante para a fundamentação da pesquisa, pois foi possível verificar as devidas variações nos parâmetros investigados e suas devidas proporções de acordo com a legislação vigente que determina os valores permitidos para o consumo humano.

No contexto atual a forma como o homem usa e ocupa o solo tem implicação direta na qualidade da água o que propicia maiores controles da água distribuída para a população. Os usos múltiplos requerem diversos critérios, daí a necessidade

de representar os dados obtidos dos parâmetros, entre eles, a importância sanitária, sua utilização e interpretação dos resultados devidos.

Diante de tais considerações a seguir os dados foram tabulados, analisados e expressos em gráficos para verificação das variáveis encontradas ao longo da pesquisa.

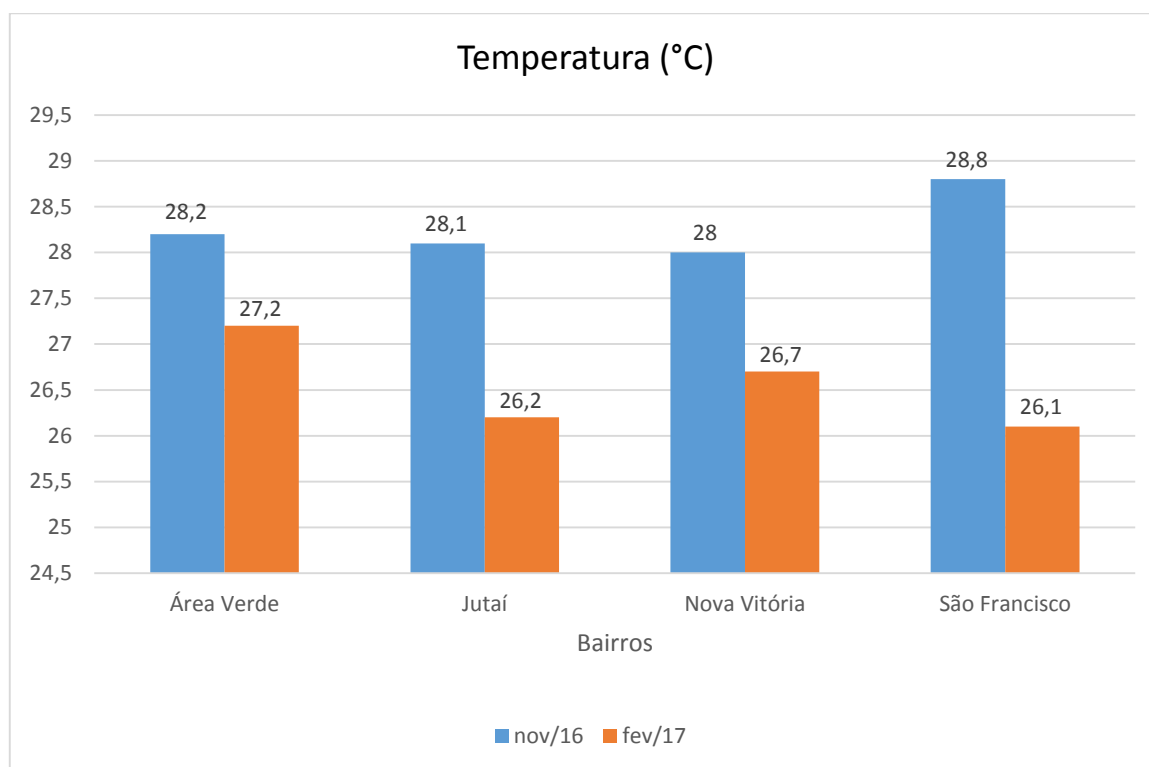


Figura 10 – Comparativo de Temperatura nos meses de novembro/16 e fevereiro/17.

A temperatura exerce influência marcante na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias. Os ambientes aquáticos brasileiros apresentam, em geral, temperaturas na faixa de 20°C a 30°C.

Observa-se expresso graficamente que na Amostra 1 a temperatura se mostra elevada e podemos considerar que por ser um período seco, com elevado calor e umidade, os lençóis freáticos também sofrem essa alteração que por sua vez pode comprometer o ambiente aquático que pode vir a causar um odor associados a produtos em degradação.

Um detalhe de diferenças de temperaturas entre as amostras é que a primeira foi realizada no período do verão e a segunda já no período chuvoso que é determinante em nossa região para que seja considerada estas variações.

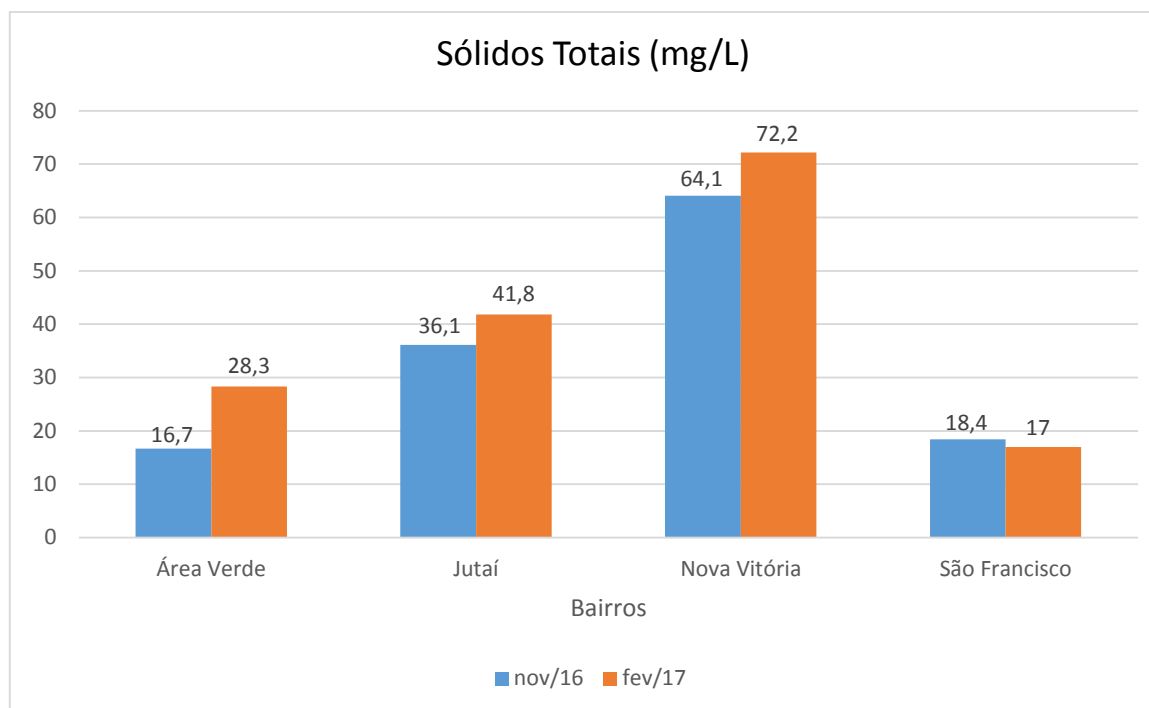


Figura 11 – Comparativo de Sólidos Totais nos meses de novembro/16 e fevereiro/17.

A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos). O valor máximo de Sólidos Totais Dissolvidos – STD admitido pela Portaria nº 2914/11 do MS em águas para consumo humano é de 1000 mg/L e conforme pode ser verificado no gráfico acima, todas as amostras têm valores bem inferiores ao estabelecido pela portaria com relação ao limite máximo de potabilidade.

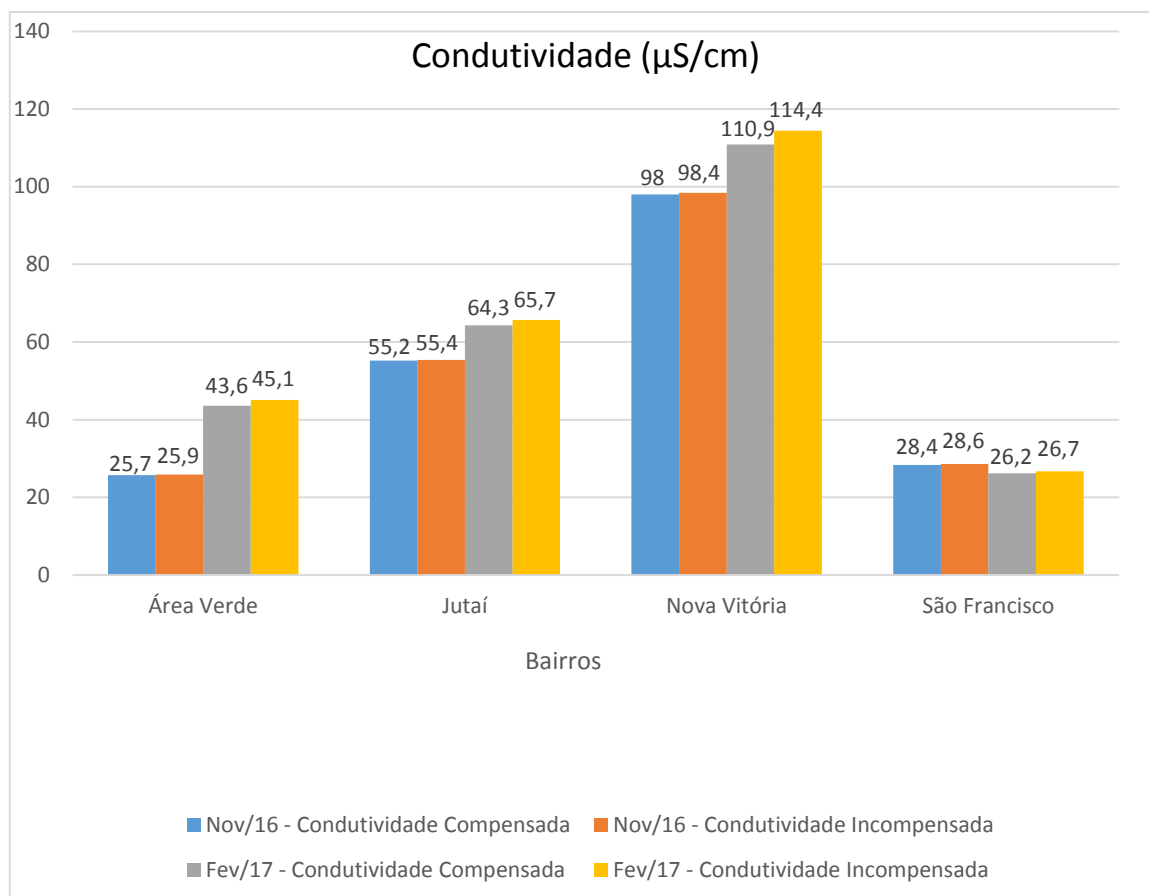


Figura 122 – Comparativo de Condutividade nos meses de novembro/16 e fevereiro/17.

A condutividade elétrica é uma propriedade que depende expressivamente da temperatura e, tem a capacidade a água em conduzir eletricidade. Os valores apresentados não tiveram uma variação determinante nos bairros Área Verde, Jutai e São Francisco e são relativamente baixos se comparados com o bairro Nova Vitória.

Embora não haja na legislação valores adequados de condutividade para a água, sabe-se que quanto mais íons estão presentes, maior é a condutividade. Não há como identificar quais íons na amostra do Nova Vitória, mas pode haver uma contribuição de possíveis impactos ambientais que possam vir a ocorrer no corpo hídrico, ocasionados em sua maioria por lançamento de poluentes.

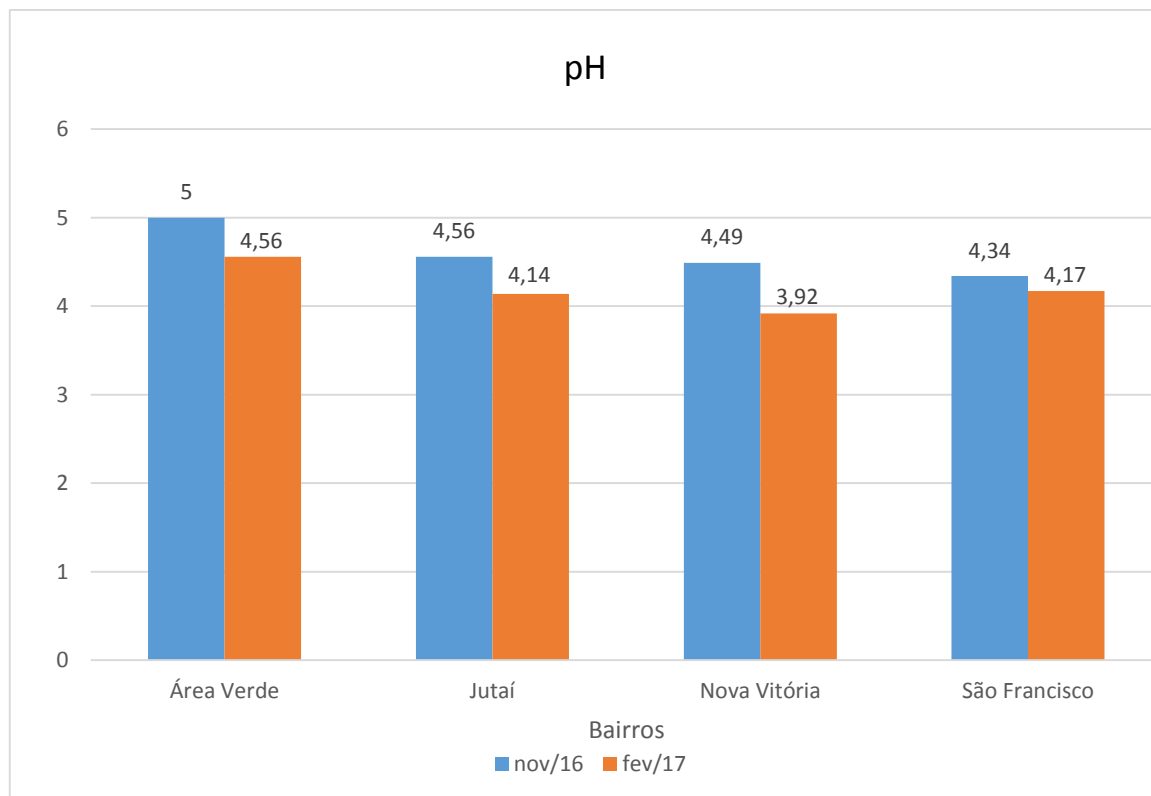


Figura 13 – Comparativo de pH nos meses de novembro/16 e fevereiro/17.

Os valores obtidos de pH estão dentro do esperado, pois são típicos das águas subterrâneas amazônicas. A portaria 2914/11 do MS. estabelece o Valor Máximo Permitido que a variação fique entre 6 e 9,5, ou seja, significa que todas as amostras estão abaixo do que preconiza a legislação vigente, sendo consideradas ácidas.

Desta forma pode-se considerar que as amostras analisadas são impróprias para o consumo humano.

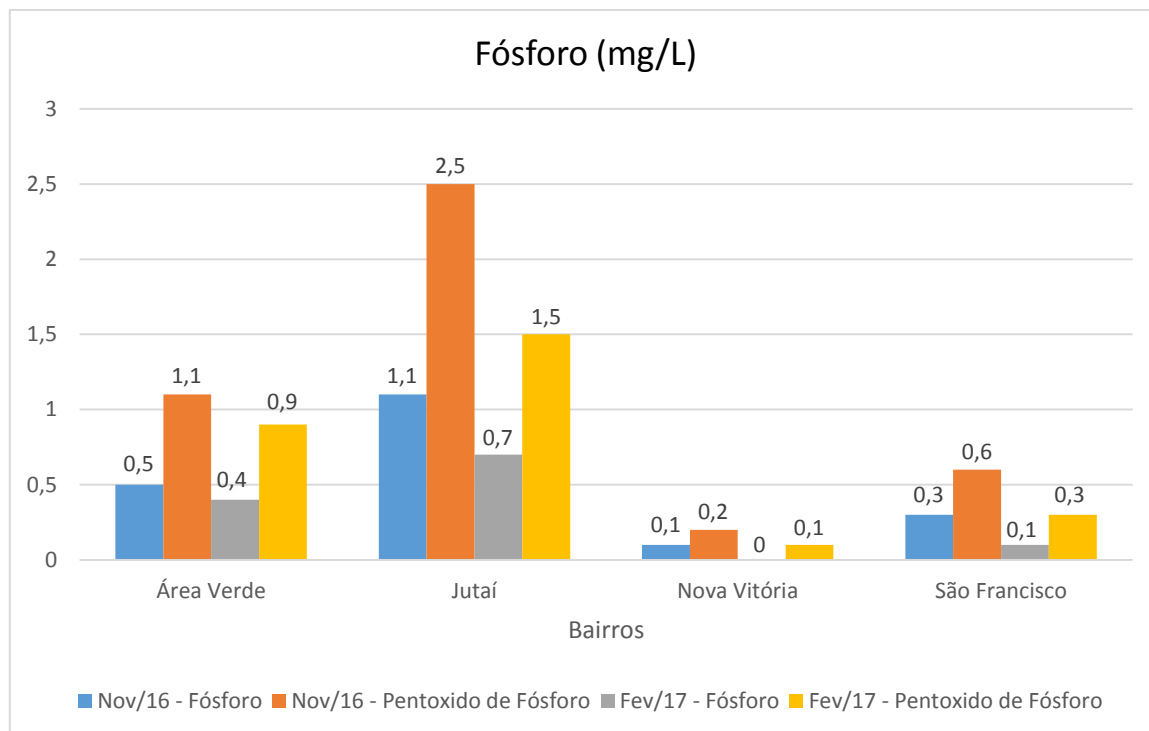


Figura 14 – Comparativo de Fósforo nos meses de novembro/16 e fevereiro/17.

No gráfico acima ressalta-se que os bairros Área Verde e Jutai tiveram maiores índices de Fósforo se comparados a Nova Vitória e São Francisco. Podemos considerar que os valores estão relacionados a processos naturais como: carreamento do solo e pela infiltração das águas das chuvas, tendo em vista que os referidos bairros não possuem um sistema de infraestrutura adequado que pode comprometer no sistema de abastecimento.

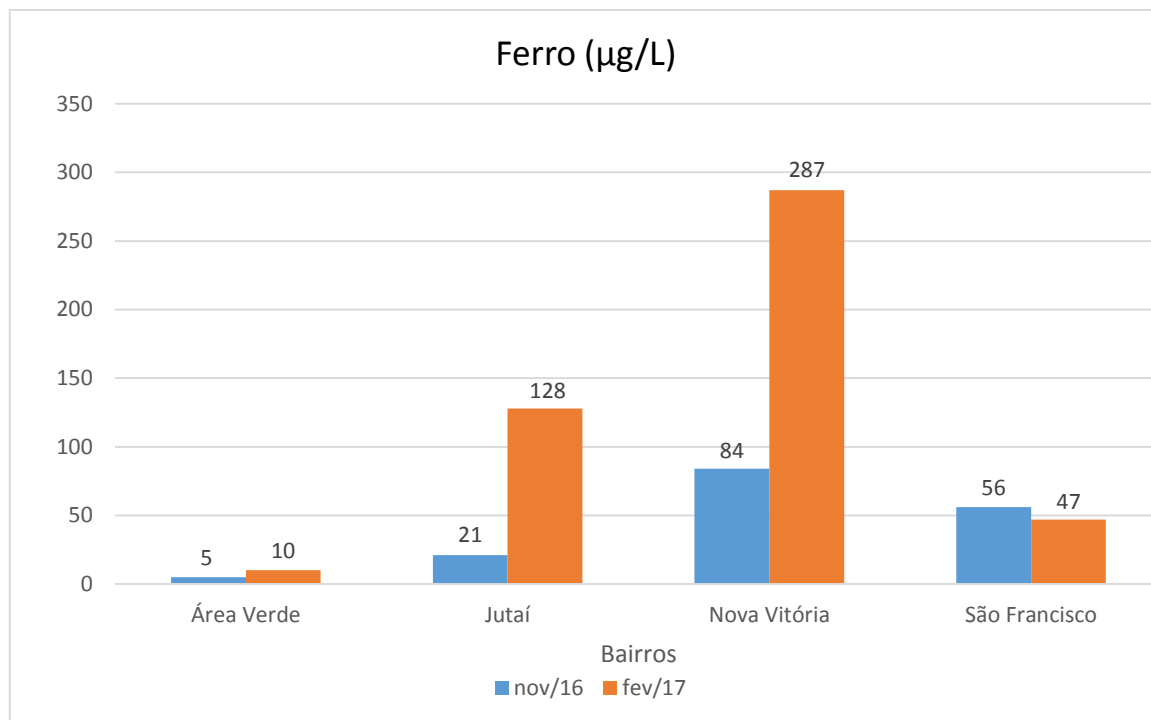


Figura 15 – Comparativo de Ferro nos meses de novembro/16 e fevereiro/17.

De acordo com a Portaria 2914/11 do MS o Valor Máximo Permitido para consumo humano é de 0,03 mg/L o que significa que todas as amostras estão de acordo com o que determina a legislação. No entanto, observa-se que no Bairro Nova Vitória houve um índice alto do referido parâmetro, muito em função, da tubulação utilizada no microsistema de abastecimento que é de Ferro Galvanizado e este pode ser um fator determinante para o índice obtido.

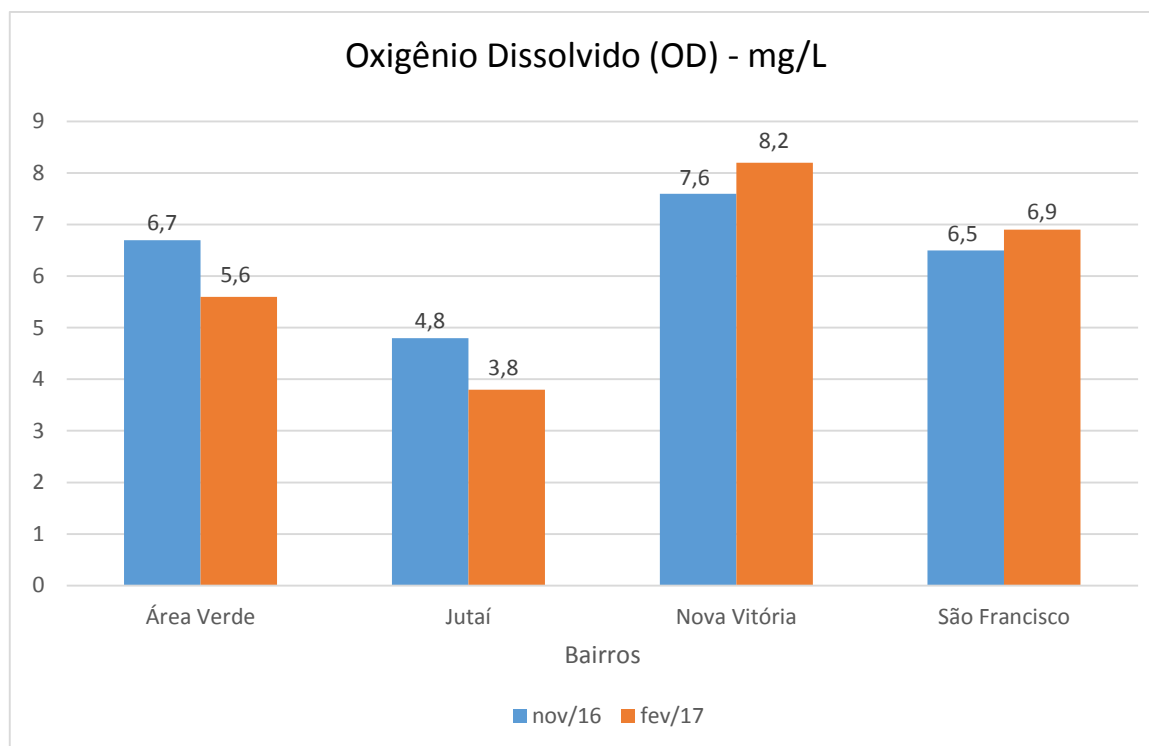


Figura 16 – Comparativo de Oxigênio Dissolvido nos meses de novembro/16 e fevereiro/17.

De acordo com a Resolução Conama 357/05 o Oxigênio Dissolvido (OD) não pode em qualquer amostra, ser inferior a 5 mg/L O₂, o que significa que o Bairro do Jutai está com índices abaixo do que determina a resolução. Segundo alguns autores normalmente a concentração de saturação está em torno de 8 mg/L e essa leitura verifica-se de forma bem pertinente no bairro Nova Vitória que se constata na amostra 1 com 7,6 mg/L próximo ao limite permitido e na amostra 2 que equivale a 8,2 mg/L, ou seja, acima do limite estabelecido. Um dado interessante que deve ser levado em conta é a questão do reservatório elevado que fica a 20 metros de altura da superfície ao qual pode ter uma influência direta da temperatura.

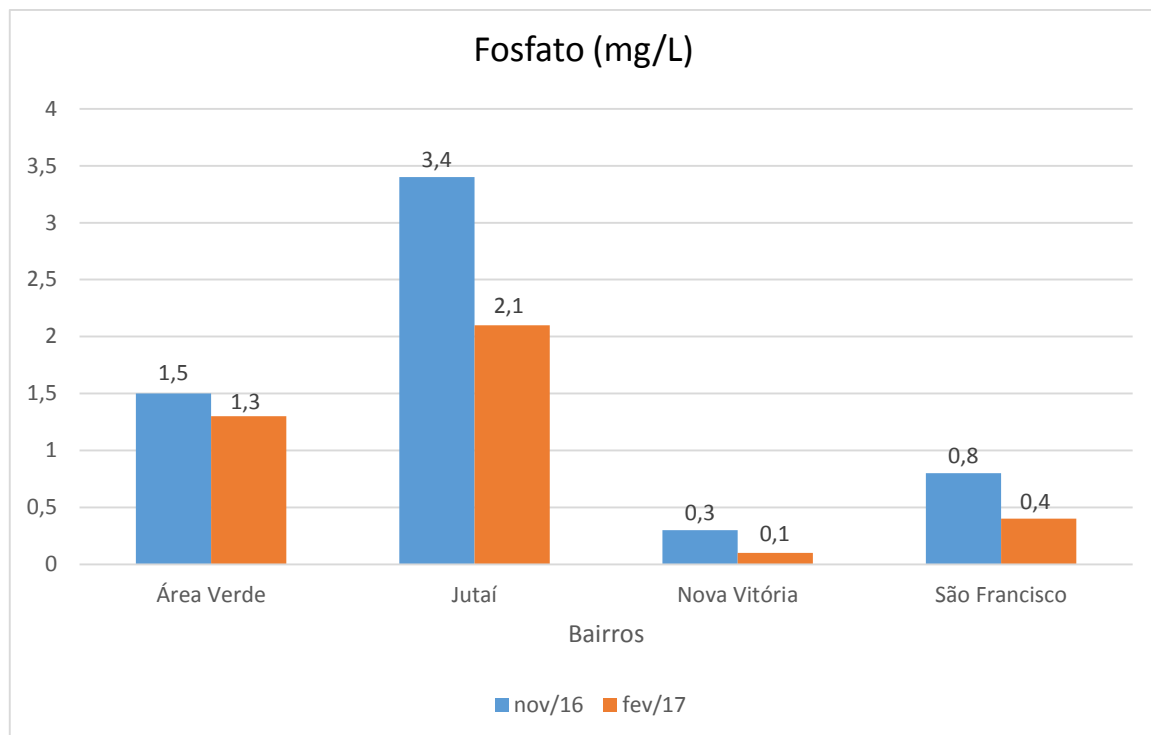


Figura 17 – Comparativo do Fósforo nos meses de novembro/16 e fevereiro/17.

Fósforo (PO_4^{-3}) – como a Portaria 2914/11 do MS não diz respeito sobre o VMP para o fósforo, faz-se uso da Resolução Conama 357/05 para águas de classe II (VMP = 0,025 mg/L). Portanto verifica-se, com exceção do bairro Nova Vitória, os valores obtidos de Fósforo nos demais microssistemas estão acima do permitido e em desacordo com a legislação.

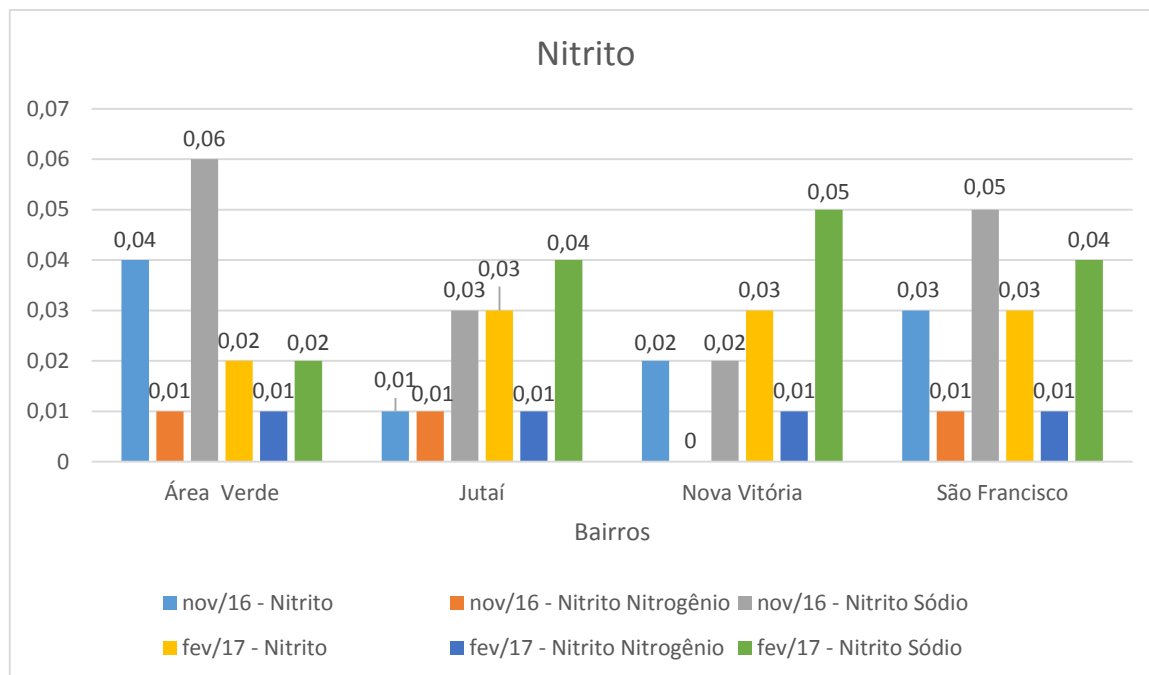


Figura 18 – Comparativo de Nitrito nos meses de novembro/16 e fevereiro/17.

De acordo com a Portaria 2914/11 do MS o valor máximo permitido – VMP para Nitrito é de 1 mg/L, significando que todas as amostras analisadas e suas variações estão em acordo com o que preconiza a legislação.

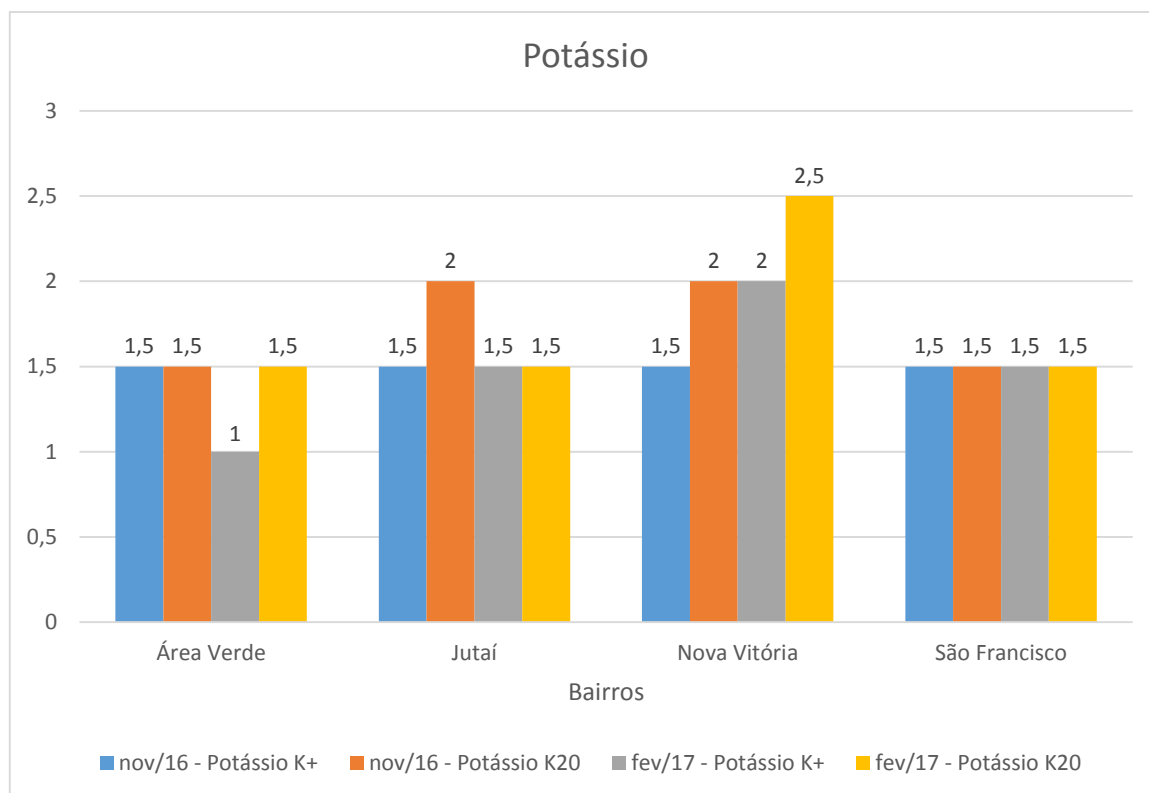


Figura 19 – Comparativo de Potássio nos meses de novembro/16 e fevereiro/17.

A Portaria 2914/11 do MS não limita valores ao potássio. Nos quatro microssistemas estudados apresentou um índice de 1,0 mg/L a 2,5 mg/L o que corresponde a valores considerados ideais dentro do padrão esperado em águas subterrâneas

7.1 Turbidez

A turbidez é encontrada em quase todas as águas de superfície, mas está normalmente ausente nas águas subterrâneas. Conforme verificado índices encontrados, é perceptível que não houve alterações entre as amostras coletadas e analisadas, apesar de terem sido realizadas em pontos distintos, verifica-se que os índices de 0,02 estão dentro do valor permitido que deve ser menor que 1 UNT. (Unidade Nefelométricas de Turbidez). A turbidez também é causada por substâncias dissolvidas, provocadas por partículas em suspensão e reduzida por sedimentação.

7.2 Salinidade

A Salinidade outro parâmetro analisado teve apenas uma alteração no microssistema do bairro Nova Vitória com um índice de 0.01 mg/L podendo ser a tubulação de ferro que tenha ocasionado este valor. Os demais microssistemas tiveram índice zero.

7.3 Sulfato

A Portaria 2914/11 do MS determina que o VMP do sulfato esteja até 250 mg/L. Nos quatro microssistemas estudados a análise para Sulfato todos os valores analisados tiveram os índices zerados. Portanto não houve qualquer índice encontrado do referido parâmetro.

7.4 Zinco

A Portaria 2914/11 do MS estabelece para o parâmetro de Zinco um valor de 5 mg/L. Na amostra 1 apenas Área Verde, Jutai e São Francisco (0.02, 0.05 e 0.03 respectivamente) tiveram índices, no Nova Vitória e na amostra 2 os índices todos foram zeros.

7.5 Coliformes Totais e *E. Coli*

As análises microbiológicas de Coliformes Totais e *E. Coli* nas amostras 1 e 2 (22/11/2016 e 06/02/2017 respectivamente) tiveram como resultado ausência em ambas as amostras como referenciado no anexo 1 e anexo 2.

As bactérias do grupo coliforme habitam normalmente o intestino de homens e animais, servindo, portanto, de indicadores de contaminação de uma amostra de água por fezes. Como a maior parte das doenças associadas com a água é transmitida por via fecal, isto é, os organismos patogênicos, ao serem eliminados por fezes, atingem o ambiente aquático, podendo vir a contaminar as pessoas que se abastecem de forma inadequada desta água, conclui-se que as bactérias coliformes podem ser usadas como indicadoras desta contaminação. Quanto maior a população de coliformes em uma amostra de água, maior é a chance de que haja contaminação por organismos patogênicos.

8. CONCLUSÃO

Levando-se em conta o objetivo principal da pesquisa que foi avaliar a qualidade da água nos quatro poços dos microssistemas, especialmente no que diz respeito a sua potabilidade para consumo humano, cabe ressaltar que a qualidade foi satisfatória nos poços analisados. A maioria dos resultados obtido na análise destas águas enquadra-se dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação específica, exceto o pH que os dados analisados foram considerados ácidos (abaixo de 6,0), ou seja, em desacordo com a legislação que estabelece um pH entre 6 e 9,5.

É importante ressaltar que a captação e distribuição da água a seus municípios é de fundamental importância para a população, pois desta forma, se torna possível mensurar a real necessidade da população de se ter os serviços essenciais que atendam a demanda e a expectativa do indivíduo em garantir melhor qualidade de vida e bem estar.

Por ser um problema crônico e histórico no município de Santarém o abastecimento de água em alguns bairros carece de maior atenção do poder público em atender de forma contundente os moradores dos bairros mais afastados da área central. Estes por sua vez, podemos considerar ainda sofrem com a falta d'água por vários dias sem que haja uma melhoria no sistema e em sua distribuição de forma mais eficaz.

Todo serviço implantado em alguma localidade do município precisa que se tenha o básico de instalações e manutenção para seu bom funcionamento, daí a necessidade de o bairro ter uma organização funcional para respaldar a solicitação de para maiores incentivos e assistência aos moradores.

Os microssistemas implantados tem por objetivo captar e distribuir água para os moradores das localidades. É de suma importância que esta distribuição seja de qualidade pois sua funcionalidade é para os usos múltiplos. Mais torna-se perceptível que a população ainda é carente desse recurso, muito embora, estas ações tenham avançado em passos curtos para minimizar a falta que em, alguns casos, chega a dias e semanas.

É inadmissível que na atual conjuntura ainda acontece situações de não valorizar o ser humano em sua essência. A água é um bem precioso e de necessidade extensa em todas as formas que sejam de sua utilização.

Ressalta-se a importância de se manter um monitoramento da água distribuída e servida diariamente e, apesar do custo, é importante que a própria associação que administra os microssistemas tenha um calendário de limpeza e manutenção destes reservatórios.

O homem sempre se preocupou com o problema da obtenção da qualidade da água e em quantidade suficiente ao seu consumo e desde muito cedo, embora sem grandes conhecimentos, soube distinguir uma água limpa, sem cor e odor, de outra que não possuísse estas propriedades atrativas.

Portanto, vale mensurar que a água esteja em condições favoráveis para seu uso e as finalidades aos quais são determinadas.

8. REFERENCIAS

- ARAÚJO, G. F. R. *Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo*. O Mundo da Saúde, v.35, n.1, p. 98-104, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. *Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Brasília, DF.
- CIAM – Centro Municipal de Informação e Educação Ambiental de Santarém. Prefeitura Municipal de Santarém, 2013.
- CRUZ, P. *Estudo comparativo da qualidade físico-química da água no período chuvoso e seco na confluência dos rios Poti e Parnaíba em Teresina/PI*. In: Congresso de pesquisa e inovação da rede norte nordeste de educação tecnológica, 2. 2007, João Pessoa. Anais... João Pessoa: CONNEPI, 2007.
- CUNHA, H. F. A. et al. *Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação*. Revista Ambiente & Água, v.7, n.3, p. 155-165, 2012.
- DI BERNARDO, LUIZ. *Métodos e Técnicas de Tratamento de Água*. Volume II. 2ª ed. Rio de Janeiro-RJ, 2005.
- FUNASA. *Manual de Saneamento*. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
- FUNASA. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde*. – Brasília: Funasa, 2014. 112 p. 1. Controle da qualidade da água. 2. Aspectos Técnicos. I. Título.
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/>
- LARSEN, D. *Diagnóstico do saneamento rural através de metodologia participativa. Estudo de caso: bacia contribuinte ao reservatório do rio verde, região metropolitana de Curitiba, PR*. 2010. 182 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- LEI Nº 18.051 DE 29 DE DEZEMBRO DE 2006. *Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Santarém*. Prefeitura Municipal de Santarém, 2006.
- MACÊDO, Jorge A.B.de. *Águas e Águas*. São Paulo: Varela, 2001.

- MENDES, C. G. N. *Tratamento de águas para consumo humano - Panorama mundial e ações do PROSAB*. In: PÁDUA, V. L. (Coord.). *Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano*. Rio de Janeiro: ABES. 504 p. 2006.
- MENESES, RONALDO AMÂNCIO. *Diagnóstico operacional de sistemas de abastecimento de água: o caso de Campina Grande*. 2011. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Departamento de Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.
- OTENIO, M. H. *Qualidade da água utilizada para consumo humano de comunidades rurais do município de Bandeirantes-PR*. *Salusvita*, v. 26, n. 2, p. 85-91, 2007.
- PEREIRA, L. D. A. *De onde vem a água que nós bebemos?*. *Revista Eletrônica de Ciências*. n. 50, 2012. Disponível em: http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_50/agua.html
- PNAD. *Pesquisa Nacional de Amostras por Domicílio*.
- RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.
- RICHTER, C. A. *Água: métodos e tecnologia de tratamento*. Editora Blucher/Hemfibra. São Paulo - SP. 340 p. 2009.
- RIGOBELLO, E. C. et al. Padrão físico-químico e microbiológico da água de propriedades rurais da região de Dracena. *Rev. Acad., Ciências. Agrárias e Ambiental*, v. 7, n. 2, p. 219-224, 2009.
- ROHDEN, F. *Monitoramento microbiológico de águas subterrâneas em cidades do Extremo Oeste de Santa Catarina*. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.14, n.6, p. 2199-2203, 2009.
- SILVA, S. R. *O cuidado domiciliar com a água de consumo humano e suas implicações na saúde: percepções de moradores em Vitória (ES)*. *Eng. Sanitária e Ambiental*. v.14, n.4, p. 521-532, 2009.
- SOUZA, D. A. *Desenvolvimento de metodologia analítica para determinação de multiresíduos de pesticidas em águas de abastecimento de São Carlos – SP*. 52 2000. 109f. Dissertação (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Water supply, sanitation and hygiene development. 2013. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/en/. Acesso em 31 mar. De 2013.

ZANCUL, M. S. *Água e saúde. Revista Eletrônica de Ciências*. n. 32, 2006. Disponível em: Acesso em 23 de dezembro de 2016.

ANEXOS

Anexo 1 – Tabela – Amostra 1

RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS MICROSSISTEMAS DE ABSTECIMENTO DE ÁGUA				
COLETA 1 - 22/11/2016	ÁREA VERDE	JUTAÍ	NOVA VITÓRIA	SÃO FRANCISCO
TEMPERATURA	28.2	28.1	28	28.8
TURBIDEZ	0.02 UNT	0.02 UNT	0.02 UNT	0.02 UNT
SÓLIDOS TOTAIS (mg/L)	16.7	36.1	64.1	18.4
CONDUTIVIDADE COMPENSADA	25.7 US	55.2 US	98.0 US	28.4 US
CONDUTIVIDADE INCOMPENSADA	25.9 US	55.4 US	99.4 US	28.6 US
pH	5.0	4.56	4.49	4.34
FÓSFORO (P) - mg/L	0.5	1.1	0.1	0.3
PENTOXIDO DE FÓSFORO - mg/L	1.1	2.5	0.2	0.6
FERRO - µg/L	5	21	84	56
OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD) - mg/L	6.7	4.8	7.6	6.5
SALINIDADE	0.00	0.00	0.01	0.00
FOSFATO (PO³⁻4) - mg/L	1.5	3.4	0.3	0.8
NITRITO (NO⁻2) - mg/L	0.04	0.02	0.01	0.03
NITRITO NITROGÊNIO (NO⁻2N) - mg/L	0.01	0.01	0.00	0.01
NITRITO SÓDIO (NANO₂) - mg/L	0.06	0.03	0.02	0.05
SULFATO	0	0	0	0
ZINCO - mg/l	0.02	0.05	0.00	0.03
POTÁSSIO (K⁺) - mg/L	1.5	1.5	1.5	1.5
POTÁSSIO (K²0) - mg/L	1.5	2.0	2.0	1.5
COLIFORMES TOTAIS	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA
E. COLI	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA

Anexo 2 – Tabela – Amostra 2

RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS MICROSSISTEMAS DE ABSTECIMENTO DE ÁGUA				
COLETA 2 - 06/02/2017	ÁREA VERDE	JUTAÍ	NOVA VITÓRIA	SÃO FRANCISCO
TEMPERATURA	27.2	26.2	26.7	26.1
TURBIDEZ	0.02 UNT	0.02 UNT	0.02 UNT	0.02 UNT
SÓLIDOS TOTAIS (mg/L)	28.3	41.8	72.2	17.0
CONDUTIVIDADE COMPENSADA	43,6 US	64.3 US	110.9 US	26.2 US
CONDUTIVIDADE INCOMPENSADA	45.1 US	65.7 US	114.4 US	26.7 US
pH	4.55	4.14	3.92	4.17
FÓSFORO (P) - mg/L	0.4	0.7	0.0	0.1
PENTOXIDO DE FÓSFORO - mg/L	0.9	1.5	0.1	0.3
FERRO - µg/L	10	128	287	47
OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD) - mg/L	5.6	3.8	8.2	6.9
SALINIDADE	0.00	0.00	0.01	0.00
FOSFATO (PO³⁻4) - mg/L	1.3	2.1	0.1	0.4
NITRITO (NO⁻2) - mg/L	0.02	0.03	0.03	0.03
NITRITO NITROGÊNIO (NO⁻2N) - mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01
NITRITO SÓDIO (NANO₂) - mg/L	0.02	0.04	0.05	0.04
SULFATO	0	0	0	0
ZINCO - mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00
POTÁSSIO (K+) - mg/L	1.0	1.5	2.0	1.0
POTÁSSIO (K²0) - mg/L	1.5	1.5	2.5	1.5
COLIFORMES TOTAIS	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA
E. COLI	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA