UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

RAFAEL NERI FURTADO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA TRATADA E DISTRIBUÍDA NO MUNICÍPIO DE SANTANA – AP

MACAPÁ
2016

RAFAEL NERI FURTADO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA TRATADA E DISTRIBUÍDA NO MUNICÍPIO DE SANTANA – AP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha

Co-orientador: Prof. Dr. Alan Cavalcanti da Cunha

MACAPÁ
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

720
F992a Furtado, Rafael Neri.
Análise físico-química e microbiológica da água tratada e distribuída no município de Santana - AP / Rafael Neri Furtado; orientadora, Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha; Co-orientador, Alan Cavalcanti da Cunha. -- Macapá, 2016.
42 p.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Ciências Ambientais.

1. Saneamento - Amapá. 2. Água - Qualidade. I. Cunha, Helenilza Ferreira Albuquerque, orientador. II. Cunha, Alan Cavalcanti da, co-orientador. III. Fundação Universidade Federal do Amapá. IV Título.

RAFAEL NERI FURTADO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA TRATADA E DISTRIBUÍDA NO MUNICÍPIO DE SANTANA – AP

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do Curso de Bacharelado em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Aprovado em: _____/_____/_____

_____

Profa. Dra. Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha

(Universidade Federal do Amapá-UNIFAP)

Presidente/Orientadora

_____

Profa. MsC. Alzira Marques Oliveira

(Universidade Federal do Amapá-UNIFAP)

Membro Titular

_____

Prof. MsC. Arialdo Martins da Silveira Júnior

(Universidade Federal do Amapá-UNIFAP)

Membro Titular

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais Jaci Nogueira (*In Memoriam*) e Socorro Neris por todo apoio, dedicação e amor incondicional. Aos meus irmãos Elinaldo e Wellington (*In Memoriam*), Edson, Joice e Patrícia pelo apoio, motivação e confiança nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo de bom que tem me proporcionado ao longo de minha vida e pela força que me dá diante das batalhas travadas.

Ao meu pai Jaci (*In Memoriam*) que há 2 anos partiu e sempre esteve ao meu lado nos momentos de alegrias e tristezas, que infelizmente não poderá participar desta conquista comigo. A minha rainha Socorro, por dedicação, amor e compreensão sem nunca medir esforços para me ver bem.

Aos meus irmãos Edson, Joice e Patrícia pelos bons e maus momentos que já passamos e acreditarem em mim todas as vezes que precisei. Aos meus sobrinhos João Paulo (*In Memoriam*), Kelvin, Daniele, Pedro e Arthur que são meus amores. A minhas avós Neuza e Maria José e aos tios, primos e afilhados que são muitos (risos) e sempre contribuíram para meu crescimento como pessoa.

Aos meus cunhados Leni e Klécius pela torcida, ao Ellinton que não mediu esforços para dar suporte nas coletas no início desta pesquisa.

A professora Helenilza Cunha pela orientação, dedicação, profissionalismo e confiança no meu trabalho ao longo desses 4 anos, se tornando uma referência como profissional e pessoa, contribuindo para o meu crescimento profissional.

Ao professor Alan Cunha pela co-orientação e valorosas contribuições que deu ao longo desses anos tanto profissional, quanto pessoal. Além de ser exemplo de dedicação e competência.

Aos colegas da turma 2012 que juntos com os professores Charles e Claudia Chelala passamos por diversos problemas contando com o apoio destes professores. Além dos momentos de diversão e troca de conhecimentos.

Agradeço a Evellyn Façanha e Juliana Santos por compartilharmos conhecimentos, experiências, muito estresse nos trabalhos (risos) e união para enfrentar tudo através do apoio e incentivo, são amizades para além da UNIFAP.

A gestão Ecoprogresso (2013-2015) do Centro Acadêmico de Ciências Ambientais – CACiAmb, a qual fui presidente e dividi momentos de lutas em prol do curso juntamente com meus amigos Lana, Ozias, Evellyn, Julianas, Thales e Adna.

A todos os professores que passaram pela minha vida nas escolas Padre Simão Corridori e Augusto Antunes.

Aos professores do Curso de Ciências Ambientais da UNIFAP pelas valiosas contribuições durante a graduação e pelo enriquecimento no conhecimento.

A banca examinadora na qualificação (professores Joel e Arialdo) e defesa final (professores Arialdo e Alzira) pelas grandes contribuições a este trabalho.

A Universidade Federal do Amapá e ao Laboratório de Química e Saneamento Ambiental, em especial ao meu amigo Geison Xisto pelo auxílio nas coletas e análises, sempre me ajudando principalmente nos momentos de aperreio.

A minha tia Tereza e minhas primas Izemalde e Andreia pelo suporte na logística do trabalho.

A CAESA-Santana, na pessoa do gerente Olenilson Marques Pereira pela receptividade e por ceder informações a respeito de distribuição e processos de tratamento da água.

A SEMA-AP por disponibilizar material necessário para confecção de mapas.

Aos amigos que me incentivaram e torceram por mim. Ao meu amigo Elton que tirou um tempo para me ajudar na pesquisa de algumas palavras e se dispondo a me deixar descontar o estresse nele kkkk.

Ao Tiago Paulino por sempre ser solícito em me ajudar e tirar dúvidas sobre formatação, por me aturar torrando a paciência dele (risos).

Agradecemos ao CNPq pelo auxílio financeiro ao projeto (Processo no 484509/2011-0, Edital universal 14/2011) e concessão de bolsa de Iniciação Científica (CNPq) de 2012 a 2016.

A todos que diretamente e indiretamente ajudaram no desenvolvimento deste trabalho, em especial aos moradores que abriram as portas e disponibilizaram tempo amostras de água e dedicaram um pouco de seu tempo a cada coleta.

RESUMO

Um dos maiores problemas que o Brasil enfrenta atualmente, em especial na região Norte, é a falta de saneamento básico adequado para a população. O descaso do poder público vem contribuindo para tal problema. O presente estudo foi realizado no município de Santana - AP e objetivou analisar amostras de água utilizada para consumo humano, possibilitando a obtenção de um diagnóstico das condições de saneamento do município, com foco na avaliação da oferta e da qualidade dos serviços prestados pela Companhia de Água e Esgoto do Amapá (CAESA). Foram feitas coletas bimestrais, em 15 domicílios e analisados os seguintes parâmetros de acordo com APHA (2003): pH, turbidez, ferro, nitrato, manganês, fluoreto, amônia, alumínio, coliformes totais e *Escherichia coli*. De acordo com resultados comparados com a Portaria N° 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, apenas nitrato e amônia estavam dentro dos padrões exigidos. Os demais parâmetros, especialmente, os microbiológicos, apresentaram desconformidade com a legislação. Pode-se concluir que há necessidade de melhoria da qualidade da água consumida, onde condições se mostraram inadequadas para consumo humano. Além disso, a fiscalização de órgãos como vigilância sanitária e monitoramento feito pela CAESA devem ser constantes e rigorosos para a adequação dos serviços prestados e prevenção de doenças.

Palavras-chave: Saneamento. Tratamento de água. Qualidade da água.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Etapas do tratamento de água em uma ETA..... 18

Quadro 1. Doenças causadas por veiculação hídrica..... 19
Mapa 1. Área de estudo, Santana-AP..... 22
Fotografia 1. Procedimento laboratorial para análise de turbidez..... 24

Fotografia 2. Procedimentos de análise microbiológica em laboratório..... 25

Tabela 1. Monitoramento de coliformes totais (NMP/100 mL da amostra)..... 33

Tabela 2. Monitoramento para E. coli (NMP/100 mL da amostra)..... 35

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Monitoramento do pH..... 26
Gráfico 2. Monitoramento de Turbidez (uT)..... 28
Gráfico 3. Monitoramento de Ferro (mg/L)..... 29
Gráfico 4. Monitoramento de Manganês (mg/L)..... 30
Gráfico 5. Monitoramento de Fluoreto (mg/L)..... 31
Gráfico 6. Monitoramento de Alumínio (mg/L)..... 32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 11
2 REFERENCIAL TEÓRICO..... 13
2.1 SANEAMENTO BÁSICO..... 13
2.2 SANEAMENTO BÁSICO NO CONTEXTO HISTÓRICO MUNDIAL..... 14
2.3 SANEAMENTO NO BRASIL..... 16
2.4 TRATAMENTO E ABASTECIMENTO DE ÁGUA..... 17
2.5 QUALIDADE DA ÁGUA E SAÚDE..... 18
3 METODOLOGIA..... 22
3.1 ÁREA DE ESTUDO..... 22
3.2 AMOSTRAGEM POR PONTO DE ESTUDO..... 23
3.3 AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO..... 23
3.3.1 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA..... 23
3.3.1.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS..... 24
3.3.1.2 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS..... 24
3.4 ANÁLISE E SISTEMATIZAÇÃO DAS COLETAS DE DADOS..... 25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 26
5 CONCLUSÃO..... 37
REFERÊNCIAS..... 38

1 INTRODUÇÃO

O Estado do Amapá possui uma porcentagem de cobertura de saneamento básico baixo, comprometendo a qualidade de vida da população e do meio ambiente.

Em relação à agua de abastecimento, tratada e distribuída pela Companhia de Água e Esgoto do Amapá (CAESA), no estudo divulgado pelo Sistema Nacional de Informações de Saneamento Básico do Ministério das Cidades (2015), aproximadamente 76% dessa água é desperdiçada, o que faz do Estado o primeiro no ranking nacional, estando acima da média que é de 63%.

É importante ressaltar que tanto a qualidade quanto a quantidade são determinantes para que a população consumidora tenha uma boa qualidade de vida. Para que isso seja assegurado, faz-se necessária a realização de pesquisas relacionadas à qualidade da água, a fim de diagnosticar a maneira que a água tratada e distribuída pela CAESA está chegando às residências.

Pode-se afirmar, com hipótese levantada, que o risco à saúde humana, dos moradores do município de Santana, pode estar relacionado diretamente a má qualidade da água de abastecimento da CAESA consumida pela população, acarretando sérios problemas a comunidade.

Assim, o presente estudo objetivou realizar coletas e análises de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de água em 15 residências da área urbana de Santana para diagnosticar as condições da qualidade dos serviços prestados pela CAESA.

As caracterizações físico-químicas e microbiológicas da água têm como finalidade a identificação dos elementos presentes e associar os efeitos de suas propriedades às questões de saúde.

Para o entendimento da problemática envolvida, foi considerada a literatura sobre o saneamento, os parâmetros de qualidade da água que serão avaliados e quais problemas a não conformidade destes parâmetros pode causar.

As coletas e análises foram feitas bimestralmente e dez parâmetros foram avaliados de acordo com APHA (2003), no Laboratório de Química e Saneamento da Universidade Federal do Amapá para uma posterior comparação com o que estabelece a Portaria nº 2914 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que

trata sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Este estudo está inserido no âmbito do projeto Geração e avaliação de indicadores de serviços de saneamento em áreas urbanas e suas implicações na qualidade de vida das populações de Macapá e Santana – AP (CUNHA, 2011), financiado pelo CNPq, Processo no484509/2011-0, Edital universal 14/2011.

2 REFERENCIALTEÓRICO

2.1 SANEAMENTO BÁSICO

O saneamento básico é o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

O conceito de saneamento básico, na sua origem, era resumido apenas à água e ao esgoto. Com o passar do tempo evoluiu para o saneamento básico com viés ambiental que engloba outras atividades de controle; a saúde pública e o uso e parcelamento do solo urbano são exemplos clássicos (WARTCHOW, 2009).

O saneamento básico é feito com intenção de garantir a saúde, a segurança e o bem-estar da população, de forma que venha evitar ameaças decorrentes da presença de contaminantes, detritos, resíduos, patógenos ou substâncias tóxicas em geral. Para que o saneamento desempenhe a sua função, é preciso considerar a qualidade das redes e dos serviços prestados à população e que repercutem no nível de eficácia e de resposta à demanda existente no setor (IBGE, 2011).

No Brasil, essas medidas devem ser adotadas pelos três níveis de governo (Federal, Estadual e Municipal) e contemplar os quatro eixos do saneamento, conforme preconiza a lei Lei n° 11.445, 5 de janeiro 2007 que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

O hábito consumista somado com o sistema de gestão de resíduos sólidos precário e crescimento populacional tem resultado na crescente problemática de geração de resíduos que resultam da atividade industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Incluem-se lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs) e Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, e líquidos que em função de suas particularidades não possam ser lançados na rede pública de esgotos, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (DEBORTOLIN, 2006).

Com relação à drenagem, os grandes problemas socioambientais e econômicos estão localizados nas chamadas “megacidades”, aglomerados

humanos, nos países em desenvolvimento, onde faltam tanto recursos técnicos quanto financeiros para enfrentar o estado de degradação das cidades. A combinação entre a falta de saneamento e a ausência de drenagem urbana torna o ambiente consideravelmente mais desfavorável aos indicadores de saúde pública. A falta de atenção à drenagem urbana pode afetar diretamente a qualidade de vida das populações e representar uma ameaça para a saúde humana (CANHOLI, 2005).

A falta de tratamento do esgoto doméstico e o descarte inadequado na superfície dos terrenos ou em fossas construídas inapropriadamente aumentam as chances de contaminação dos recursos hídricos e acaba por comprometer a água destinada ao consumo humano. Desse modo, a expansão de tecnologias de tratamento de esgotamento sanitário em locais não atingidos por empresas de saneamento pode promover, mesmo que indiretamente, a preservação dos recursos hídricos, em especial aos que são destinados ao consumo humano (CASALI, 2008),

Com relação à água destinada para consumo humano, segundo dados da UNESCO (2014), 768 milhões de pessoas no mundo continuam sem acesso a fonte de água potável, mais de 3.5 bilhões de pessoas no mundo não são satisfeitas com o atendimento à água, 40% da população mundial estarão vivendo em áreas com pouco acesso à água até em 2050; a deterioração dos pântanos no mundo está reduzindo a capacidade do ecossistema de purificar as água; a agricultura é atualmente o setor que mais usa água no mundo (70% da água doce disponível); é estimado que mais de 80% da água usada no mundo – e mais de 90% nos países em desenvolvimento – não é coletada e nem tratada. 3,5 milhões de pessoas morrem no mundo por ano por problemas relacionados ao fornecimento inadequado da água, e mais de 1,5 milhão são crianças com menos 5 anos.

Dessa maneira, é importante que investimento na área de saneamento seja prioridade em todos os governos, pois vidas poderão ser salvas e doenças poderão ser evitadas.

2.2 SANEAMENTO BÁSICO NO CONTEXTO HISTÓRICO MUNDIAL

Alguns povos antigos desenvolveram métodos aprimorados para a época, de captação, condução, armazenamento e utilização da água. No Egito, uma prática utilizada era o depósito da água por um ano para que a

sujeira se acumulasse no fundo do recipiente. Embora ainda não se imaginasse que muitas doenças eram transmitidas por microrganismos patogênicos, os processos de filtragem e armazenamento removiam a maior parte desses patógenos. Com base no processo da capilaridade, utilizado por egípcios, japoneses, e até chineses, a água passava de um recipiente para o outro por meio de tiras de tecido, nos quais removiam as impurezas para que fosse consumida adequadamente (CAVINATTO,1992).

A preocupação dos povos e os cuidados que eles tinham com a saúde, quando relacionada à qualidade da água, era importante. Hábitos higiênicos eram praticados desde a antiguidade, quando o homem aprendeu por experiência própria, que a água suja e resíduos eram transmissores de doenças.

Durante a Idade Média, a falta de práticas higiênicas teve um agravo com o crescimento industrial em fins do século XVIII. Os camponeses foram levados em massa para as cidades sem infraestrutura e com isso acabou por desencadear diversos problemas de saúde e do meio ambiente (RIBEIRO e ROOKE, 2010).

As condições de vida das populações nas cidades de alguns países europeus como Inglaterra, França e Alemanha, conforme afirma Cavinatto (1992), eram alarmantes. As condições de moradias eram precárias e sem o mínimo de higiene. Detritos como lixo e fezes, eram acumulados em vasilhas e transferidos para reservatórios públicos, e às vezes jogados nas ruas. Os serviços de saneamento básico (como o suprimento de água e a limpeza das ruas), não conseguiam acompanhar a acelerada expansão das áreas industriais e como consequência o período foi marcado por graves epidemias, como a Cólera e a Febre Tifóide.

Em 1848 foi criada a primeira Lei de Saúde Pública da Grã-Bretanha. Em 1859, o início da limpeza geral das canalizações de esgotos da capital foi disseminando pelas cidades. A partir daí, e com o advento da microbiologia, tendo Pasteur como pioneiro ao propor, no ano de 1864, a Teoria Microbiana das Doenças, teve impulso o reconhecimento, em bases científicas, sobre a associação entre qualidade da água e saúde pública e o desenvolvimento das técnicas de tratamento de água (MWH, 2005).

De acordo com o Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB (2009), até o início do século XX os padrões de qualidade para

água potável ainda eram inadequados. Nos Estados Unidos, ainda na década de 1890, a United States Public Health Service (USPHS) propôs um esforço cooperativo para padronizar os testes bacteriológicos, evoluindo para a primeira edição do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

A partir daí, o saneamento evoluiu no mundo da forma como o conhecemos hoje, passando a contemplar vários eixos voltados ao viés ambiental.

2.3 SANEAMENTO NO BRASIL

O saneamento propriamente dito, no Brasil, começou no período colonial com o surgimento das cidades. Entretanto, há relatos que as comunidades indígenas já se preocupavam com o armazenamento de água e disposição dos dejetos e, que os índios, guardavam água doce para o consumo em recipientes de barro e de argila e até mesmo caçambas de pedra. Nas aldeias existiam espaços determinados usados apenas para as necessidades fisiológicas (CETESB, 2013). Essas informações mostram que os índios já tinham uma noção sobre os perigos para a saúde que a falta do saneamento básico poderia trazer.

A vinda da família Real Portuguesa em 1808 causou um avanço nos serviços de saneamento. Neste período criava-se a primeira organização nacional de saúde pública no país. Em 1840, foi fundada uma empresa para explorar os serviços de pipas de água transportadas por carroças puxadas por burros (ELIAS, 2014).

Através de um acordo entre os governos dos Estados Unidos e Brasil foi criado, durante II Guerra Mundial, o Serviço Especial de Saúde Pública (SESP), que tinha a finalidade de sanear os vales dos rios Amazonas e Doce, em proteção às populações que produziam bens úteis naquele âmbito de guerra. O SESP chegou a desempenhar um importante papel no desenvolvimento do saneamento brasileiro. Planejado para ser extinto quando findasse a guerra, o acordo permaneceu estendendo seus serviços a outras regiões brasileiras (MENDES, 1992).

A principal experiência brasileira na área de investimentos nos serviços de saneamento básico foi o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), elaborado pelo governo federal ao longo dos anos 60 e lançado em 1970.

Teve como finalidade criar companhias estaduais e pelo arcabouço institucional que vigora até hoje na prestação dos serviços de saneamento do país. Com o objetivo de eliminar o déficit de abastecimento de água e de esgotamento sanitário adequado, o plano previa alcançar em 1990 uma cobertura de acesso à água para 90% da população urbana e de 65% para a de esgotamento sanitário adequado (SOUSA, 2011).

Para melhorar a situação do saneamento básico no país, em 2007 é criada a Lei Federal n° 11.445 de 5 de janeiro de 2007, que estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Com isso, é possível observar que houve uma melhoria nas condições de saneamento em algumas regiões, porém, Norte e Nordeste apresentam um precário quadro sanitário.

No Amapá a realidade é grave. A falta de saneamento é um dos sérios problemas ambientais, sociais e econômicos. Quando se trata do abastecimento público, grande parcela da população das principais cidades amapaenses não é abastecida por esse serviço e tem como alternativa a perfuração de poços, consumo de água mineral e dependendo da área, até a criação de tubulação clandestina.

2.4 TRATAMENTO E ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O acesso à água de boa qualidade e em quantidade adequada está diretamente ligado à saúde da população, evitando riscos a quem a consome e contribuindo para a redução da ocorrência de diversas doenças (IBGE, 2008).

A água potável é aquela que atende aos padrões de potabilidade e que não oferece riscos à saúde, e para que seja considerada tratada e chegar a potabilidade é preciso que seja submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade (BRASIL, 2011).

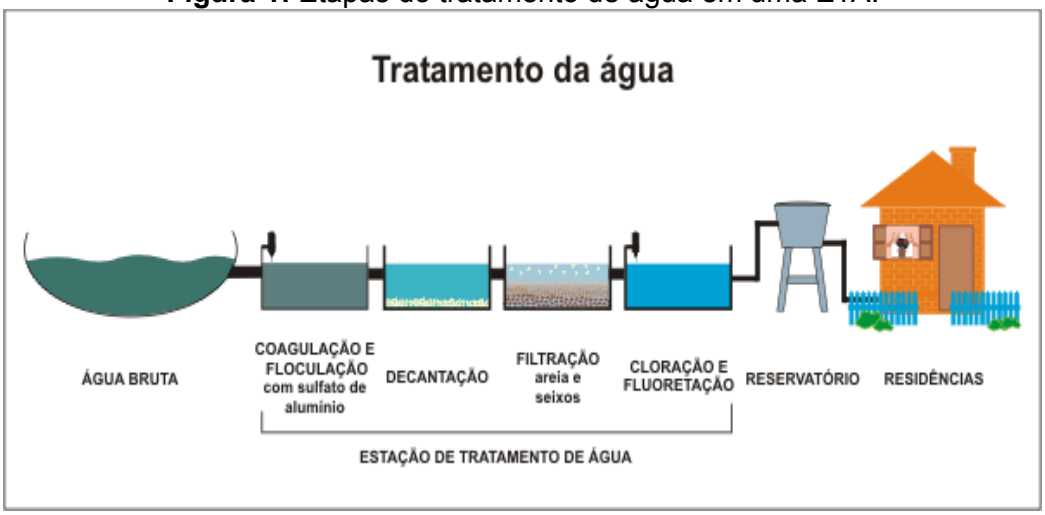
A água destinada para consumo humano não se encontra pura na natureza, por isso, precisa passar por um conjunto de etapas denominado tratamento de água, com a finalidade de utilização para consumo pelo homem sem que ela represente ameaça à saúde. Este processo ocorre na Estação de Tratamento de Água (ETA) (PHILIPPI, 2005).

A potabilização das águas naturais com finalidade de abastecimento público tem como função a adequação da água bruta para o consumo, obedecendo ao padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria n°

2914/MS. O tratamento consiste na remoção de partículas suspensas, matéria orgânica, microrganismos e substâncias possivelmente deletérias à saúde humana (LIBÂNIO, 2008).

O serviço de abastecimento de água através de rede geral é caracterizado pela retirada da água bruta do meio natural que vai para ETA, é realizada a adequação de sua qualidade, transporte e fornecimento à população através de rede geral de distribuição (IBGE, 2008) (Figura 1).

Figura 1: Etapas do tratamento de água em uma ETA.



Fonte: Google Imagens

Além do tratamento realizado nas ETAs é necessário fazer higienização constantemente dos reservatórios de água e equipamentos para que as sujeiras presentes não comprometam o processo de tratamento de potabilidade e o custo gerado por futuros problemas sejam minimizados.

Nos sistemas de distribuição, a água potável pode sofrer uma série de mudanças, fazendo que a qualidade na torneira do usuário seja diferente da qualidade que deixa a ETA. Tais mudanças podem ser causadas por variações químicas, biológicas ou perda de integridade do sistema (DEININGER et al. 1992).

No Amapá, a CAESA é responsável pela operação dos sistemas de abastecimento de todas as sedes urbanas do Estado, com predominância de abastecimento exclusivo em 10 municípios por mananciais superficiais. Em quatro municípios o abastecimento ocorre somente por poços, em Macapá e Santana se utilizam os mananciais superficiais e subterrâneos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2010). Em Santana, a captação é feita diretamente do rio Amazonas e o sistema conta com distribuição de poços, que ajudam a

abastecer a estação de tratamento central do município e atender as localidades próximas.

2.5 QUALIDADE DA ÁGUA E SAÚDE

Quando a água de má qualidade é consumida, pode trazer riscos à saúde por transmitir doenças de formas direta e indireta (Quadro 1).

Quadro 1: Doenças causadas por veiculação hídrica.

Tipo de transmissão	Causa	Exemplo
Transmissão hídrica	Ingestão de água na qual o patógeno de transmissão fecal está presente.	Cólera e febre tifóide
Privação Hídrica	Escassez da água, gerando condições insatisfatórias de higiene pessoal.	Escabiose e tracoma
Base Hídrica	Micro-organismos cuja parte do ciclo de vida ocorre num organismo que se prolifera na água.	Esquitossomose
Causadas por insetos que se proliferam em água	Água contaminada e de baixa qualidade.	Dengue e malária

Fonte: Branco et al. (2015) adaptado pelo autor.

O monitoramento rotineiro da qualidade da água é importante para identificação de potenciais ameaças à saúde humana, possibilitando formas de intervenção, controle e prevenção. Diante disso, foram estabelecidas normas de potabilidade da água através da Portaria nº 2914 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que trata sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Nesta portaria, alguns parâmetros são comumente analisados nas estações de tratamento, como:

- **Turbidez**

Pode ser considerada como a transparência da água, sendo função do teor de material particulado suspenso existente. Água com elevado teor de turbidez é indicativo de um alto conteúdo orgânico e inorgânico suspenso, que pode servir de abrigo para micro-organismos e diminuir a eficiência do tratamento químico ou físico da água (SPERLING, 2005).

- **pH**

O pH (potencial hidrogeniônico) é usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução, ou seja, é a forma de expressar a concentração de íons de hidrogênio na solução. A escala de

pH é constituída por uma série de números variando de 0 a 14, que denotam graus de acidez e alcalinidade (SANCHES et al., 2010).

- **Ferro e Manganês**

O estudo dos metais pesados vem sendo considerado prioritário nos programas de promoção da saúde em escala mundial, uma vez que todas as formas de vida podem ser afetadas direta ou indiretamente pela presença desses metais. Muitos deles são essenciais para o crescimento de todos os tipos de organismos, desde bactérias até o ser humano, mas eles são requeridos em baixas concentrações, pois em altas concentrações, podem danificar os sistemas biológicos por apresentarem características bioacumulativas no organismo (CELERE et al., 2007).

A presença de metais como ferro pode ocorrer tanto nas águas superficiais quanto nas subterrâneas, sob as formas solúvel e insolúvel, complexados e não complexados a minerais ou compostos orgânicos. É necessário conhecer as concentrações presentes na água a ser tratada, para se prever a necessidade ou não do uso da pré-oxidação. As avaliações de outras características da água que será destinada ao abastecimento, também são importantes tendo em vista a escolha de técnicas de tratamento adequadas a cada caso (DI BERNARDO, 2005).

Apesar de não existirem evidências de efeitos deletérios ao organismo, a presença de ferro e manganês pode ocasionar rejeição da água por quem está consumindo, devido à coloração acastanhada que confere à água, além de manchar louças de sanitários e roupas (CARMO et al., 2008).

- **Alumínio**

Apesar de a concentração de alumínio na água ser controlada por aspectos organolépticos, existe um considerável debate no meio médico relacionando o papel deste metal na incidência do mal de Alzheimer, que é uma doença cerebral degenerativa de etiologia desconhecida caracterizada pela presença de um grande número de estruturas neurofibrilares e placas senis em certas regiões do cérebro (PERL, 1988). O alumínio é um composto neurotóxico que, a longo prazo, pode causar encefalopatia grave em pacientes que sofrem diálise renal, que pode levar à distúrbios neurológicos (FREITAS et al, 2001).

- **Amônia**

A amônia é uma substância irritante em condições normais de temperatura e pressão, bastante solúvel em água em baixos valores de pH (ácidos) e pode se constituir em risco para a saúde humana. É um componente nitrogenado que pode estar presente naturalmente em águas superficiais e subterrâneas, como resultado da decomposição da matéria orgânica em estado avançado (RICHTER, 2009).

- **Fluoreto**

A aplicação de flúor na água para consumo humano tem a finalidade de prevenir a cárie dental. Hoje, esse procedimento é considerado um processo normal de tratamento de água e o teor ótimo de flúor é parte essencial de sua qualidade. Em razão disso e outros fatores, é que o seu controle se faz necessário na estação de tratamento de água (FUNASA, 2009).

- **Nitrato**

É um dos elementos mais problemáticos para a saúde humana, pois quando entra no trato digestivo humano pode se transformar em nitrito e, que em grande quantidade, pode causar doenças como a síndrome do Bebê Azul. Esse problema ocorre após bactérias do sistema digestivo converterem nitrato em nitrito que, após absorção, tornam a hemoglobina incapaz de liberar oxigênio produzindo sintomas de asfixia (GIACOMETTI, 2001).

- **Coliformes (Total e Fecal)**

Coliformes totais, pertencentes as bactérias do grupo coliforme, são 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 temperatura de 35ºC em 24 a 48 horas (podendo apresentar atividade de enzima ß –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 (BRASIL, 2004).

A presença de coliformes fecais é indicação de contaminação fecal. Quando se observa presença de bactérias do grupo coliforme, considera-se a água como contaminada. Estes coliformes também podem ser encontrados no solo, nos alimentos. Essas bactérias são oriundas da presença de animais

que utilizam o rio para dessedentação ou de esgotos sanitários que são lançados diretamente no rio, tornando a água imprópria para o consumo, e também, no abastecimento público se houver, por exemplo, fossa perto de tubulação (RIBEIRO e ROOKE, 2010).

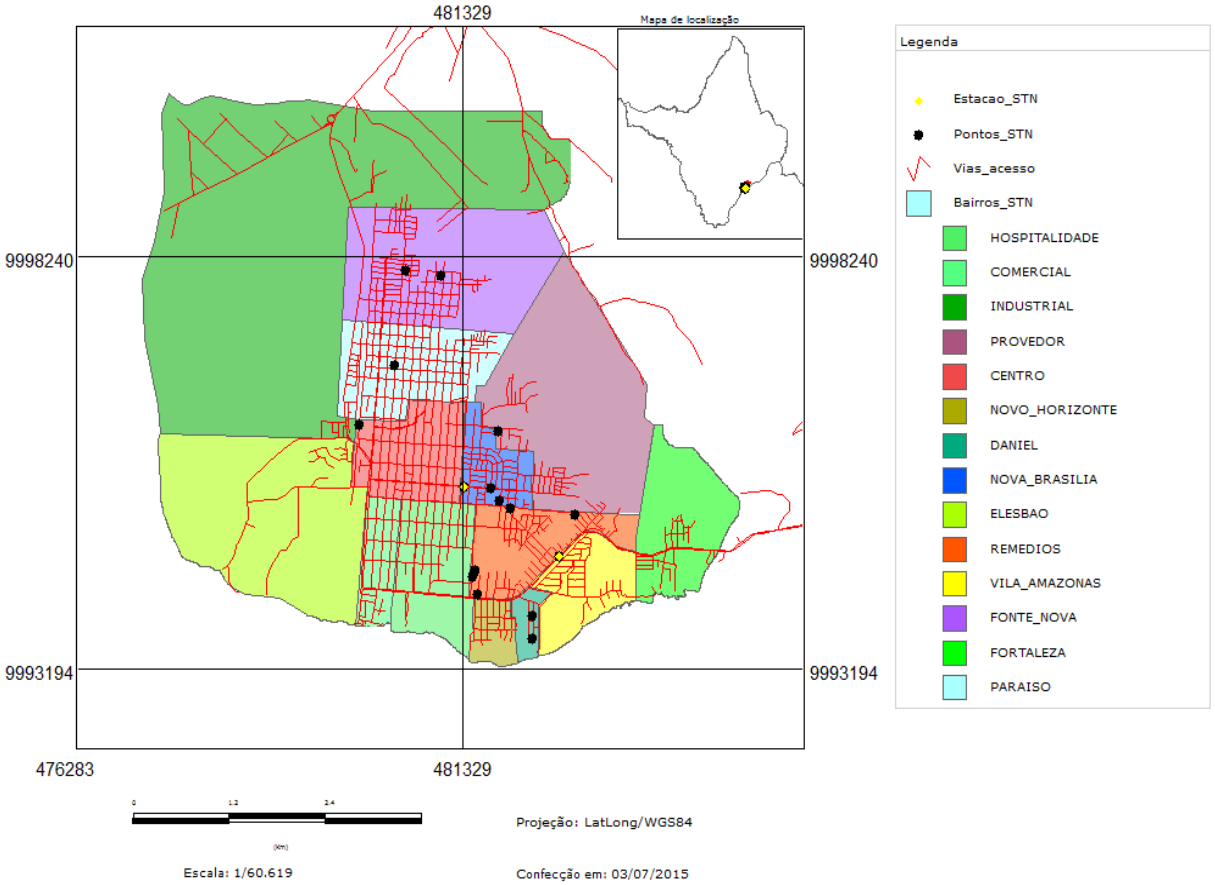
Portanto, é de suma importância e faz-se necessário o monitoramento da qualidade da água que é distribuída para a população, uma vez que a não normalidade dos parâmetros pode causar danos materiais e principalmente riscos à saúde.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O Estado do Amapá está localizado no extremo norte do Brasil e ocupa uma área de um pouco mais de 143.000 km². Possui uma população estimada de 766.679 habitantes, distribuída em 16 municípios (IBGE, 2015). A área de estudo (Mapa 1) está localizada na área urbana do município de Santana, localizado ao Sul do Estado e 23 km distante da capital Macapá. É o segundo maior município do Estado do Amapá. Santana conta com uma população estimada de 112.218 habitantes e 21.379 domicílios são servidos de abastecimento de água (SIAB, 2013).

Mapa 1: Área de estudo, Santana-AP.



Fonte: Acervo da SEMA-AP, adaptado por Herondino Filho (2015).

3.2 AMOSTRAGEM POR PONTO DE ESTUDO

O período de estudo foi de 24 meses, com frequência bimestral de coleta de água entre dezembro de 2012 e junho de 2014. Um teste piloto determinou a amostragem espacial do município. A amostragem contou com

15 residências estratificadas considerando uma classificação de tipologia de bairros e residências. O total de amostras coletadas para análise físico-química e microbiológica foi igual ao número de residências monitoradas multiplicadas por 10 períodos.

Em primeiro momento foi realizada, através de um mapa, a contagem dos quarteirões do município de Santana. Após a contagem aplicou-se o programa BioEstat 5.0 para a seleção aleatória dos pontos para coleta de amostras de água.

O estudo compreendeu apenas domicílios abastecidos com água potável pela CAESA. Cada domicílio foi amostrado durante um período de dois anos, bimestralmente. Em campo houve conversa com moradores para levantamento de informações referentes às dificuldades encontradas na área do saneamento.

Foram consideradas nas pesquisas de cada residência, a idade da rede de distribuição de água, o estado de conservação das tubulações, bem com as condições do ambiente do entorno, entre outros.

3.3 AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO

3.3.1 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

As amostras de água foram preservadas e sua qualidade química determinada de acordo a metodologia padrão (APHA, 2003). Para a determinação das concentrações dos metais Fe, Al e Mn, a amostra foi acondicionada em garrafas plásticas, lavadas com água destilada para a preservação de suas características químicas.

Para as análises físico-químicas e microbiológicas, antes da coleta, as torneiras das residências foram desinfectadas com solução de álcool iodado (2%), por meio de pulverização por dentro e por fora e, após isso, deixava-se correr água por alguns instantes.

Os procedimentos analíticos foram realizados no Laboratório de Química, Saneamento e Modelagem Ambiental do Curso de Ciências Ambientais da UNIFAP. As análises foram realizadas em duplicata para maior confiabilidade de resultados e os parâmetros determinados seguiram as metodologias seguintes:

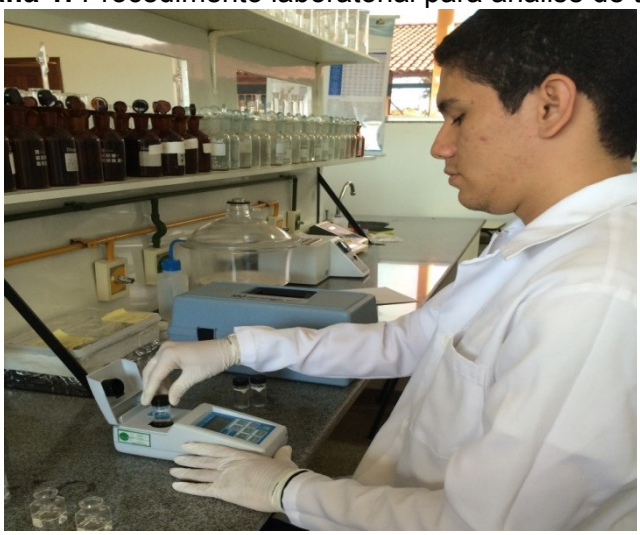
3.3.1.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÂMETROS	MÉTODO	MATERIAL	VMP/Portaria-MS*

pH	Potenciométrico	pH-metro	Entre 6,0 e 9,5
Turbidez	Turbidimétrico	Turbidímetro Portátil	5 uT
Nitrato	NitraVer®	Espectrofotômetro	10 mg/L
Fluoreto	SPADNS®		1,5 mg/L
Manganês	PAN ®		0,1 mg/L
Ferro	FerroVer®		0,3 mg/L
Alumínio	AluVer®		0,2 mg/L
Amônia	Nessler®		1,5 mg/L

VMP/Portaria-MS*: Valor Máximo Permitido pela Portaria do Ministério da Saúde.

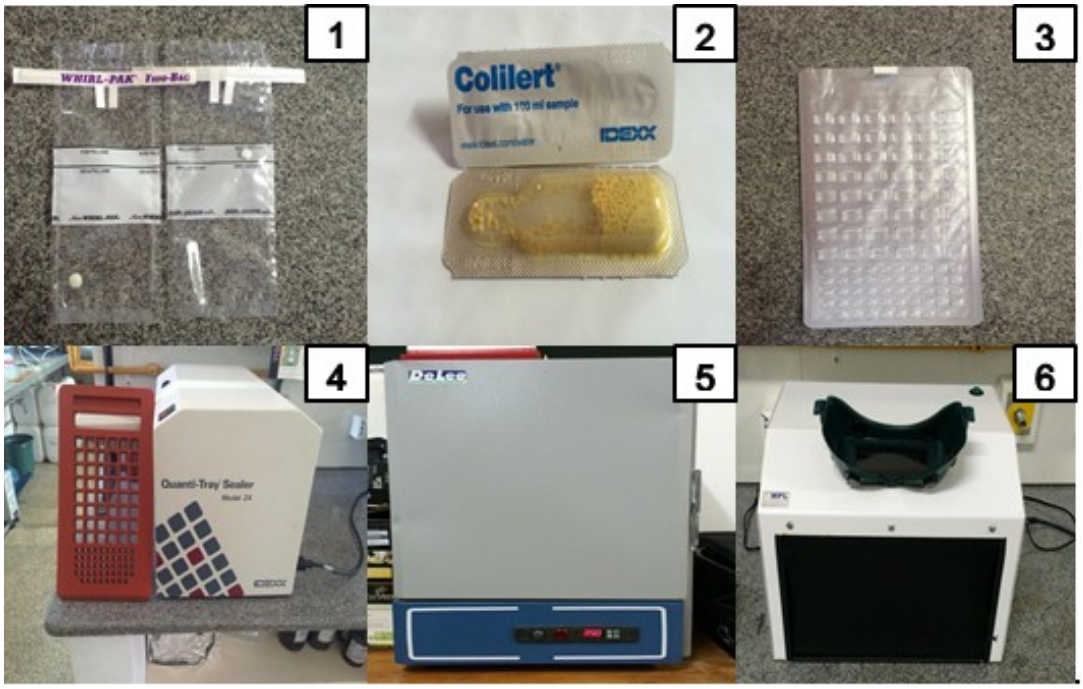
Fotografia 1: Procedimento laboratorial para análise de turbidez.



3.3.1.2 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

- Coliformes totais e *E. coli*: foram determinados pelo método do substrato cromogênico (definido), utilizando reagente COLILERT/IDEXX. A determinação microbiológica das amostras foi realizada em bolsas plásticas estéreis com tiossulfato de sódio (Thio-Bag) **(1)** com capacidade para 100 ml, adicionado o flaconete reagente colilert **(2)** para interagir com os microrganismos em análise misturando de forma homogênea, após esta diluição a amostra foi colocada em uma cartela plástica estéril com 97 cavidades **(3)** para quantificação de Coliformes Totais e *E.coli.* Posteriormente foi lacrada com auxílio de uma seladora Quanti-Tray Sealer **(4).** As cartelas foram introduzidas em uma estufa **(5)** a 35°C num período de 24h. As leituras foram realizadas com auxílio de câmera escura sob luz ultravioleta **(6)** para verificar presença de *E-coli* nas amostras (CUNHA et al., 2012) (Fotografia 2).

Fotografia 2: Procedimentos de análise microbiológica em laboratório.



3.4 ANÁLISE E SISTEMATIZAÇÃO DAS COLETAS DE DADOS

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

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

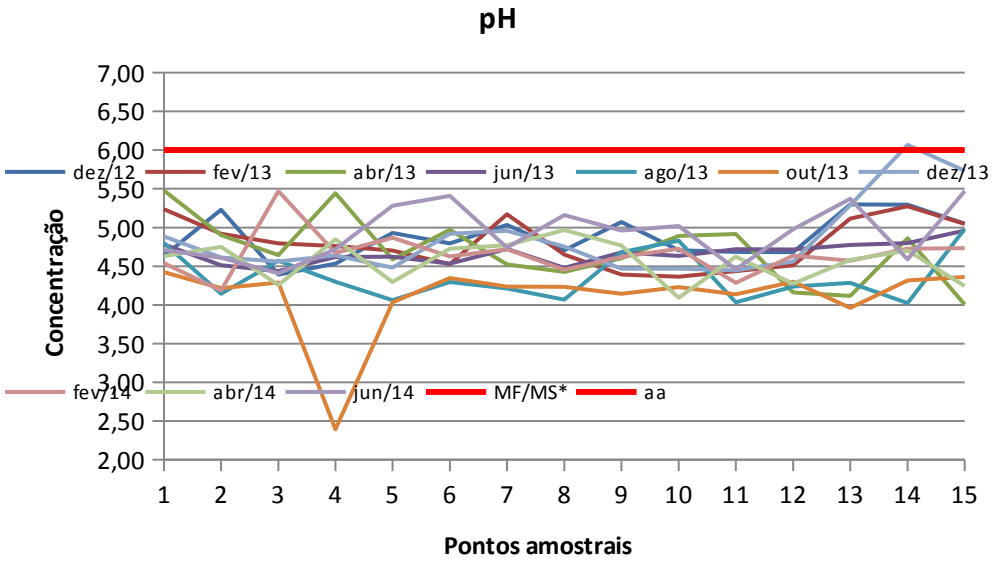
Os resultados das coletas de água dos domicílios de Santana foram comparados de acordo com o estabelecido pela Portaria nº 2914/2011- MS (BRASIL, 2011).

Dos parâmetros analisados, apenas nitrato e amônia não apresentaram valores acima do que estabelece a legislação para potabilidade de água. Os demais apresentam valores alterados, chegando a alguns pontos muito acima do que preconiza a norma do Ministério da Saúde, conforme resultados a seguir:

pH: é um parâmetro-chave de controle do processo de coagulação, fundamental para o bom desempenho de todo o processo de tratamento da água, tornando-se um importante parâmetro de controle da desinfecção (MS, 2006).

O pH apresentou resultado fora do padrão preconizado pela Portaria 2914//MS em 99,3% das amostras. Apenas no ponto 14, em dezembro de 2013, apresentou valor acima de 6.0, aproximando-se da neutralidade (Gráfico 1), o que chama a atenção para o pH ácido na água consumida pela população.

Gráfico 1: Monitoramento do pH.



MF/MS*: Manter na Faixa estipulada pelo Ministério da Saúde.

Esse problema foi observado ao longo da cidade, deixando o alerta para o setor responsável, que é preciso um melhor controle na estação de tratamento e monitoramento fora da ETA. O baixo pH da água é capaz de aumentar a

corrosividade, tornando-se um problema principalmente quando o sistema de tratamento ou distribuição utiliza sistemas metálicos. Ao longo do período da pesquisa, foi observado, e relatado pelos moradores, que a tubulação em quase todos os pontos ainda era de material metálico, o que comprometeu ainda mais a qualidade da água consumida.

Apesar dos valores serem favoráveis para o aumento da ação bactericida do cloro residual, eles tornam-se agressivos contra os materiais que constituem as tubulações, influenciando na deterioração da vida útil dos mesmos, podendo diminuir a qualidade da água tratada pela dissolução de produtos oriundos da própria corrosão e/ou do meio externo (FREITAS, 2001).

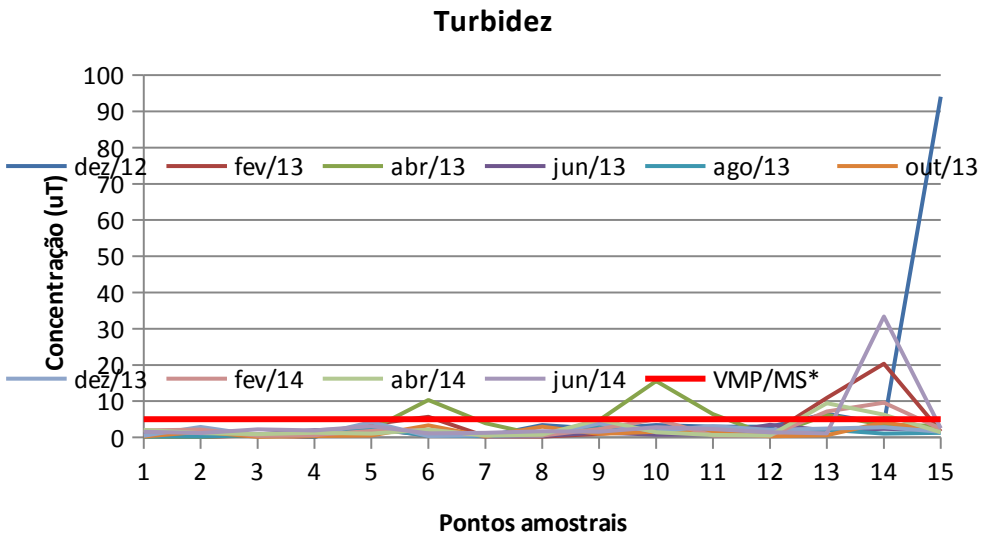
Alguns fatores que explicam a acidez da água é o fato da CAESA trabalhar em sua ETA o pH com valor padrão entre 5,4 a 6,0. Quando a água apresenta valores acima de 6,0 é adicionado mais sulfato para diminuição do pH. Outro fator que contribui, é a característica, muito comum, dos rios amazônicos serem ácidos devido a quantidade de matéria orgânica que é decomposta. Maior disponibilidade na quantidade de matéria orgânica, menor é o pH (FARIAS, 2006).

Turbidez: apesar de apresentar conotação mais de aparência e estética do que sanitária (RICHTER, 2009; CUNHA et al., 2012), para água de abastecimento público deve apresentar valor máximo de até 5,0 uT (unidade Jackson ou nefelométrica de turbidez).

Durante as análises, observou-se que 9,3% das amostras, em especial no ponto 14, estavam acima do permitido para este parâmetro (Gráfico 2) em pelo menos um período. No ponto 15, a concentração chegou a 94 uT. É importante ressaltar que nos pontos onde foram encontrados valores elevados, as amostras foram coletadas em período chuvoso.

Nova Brasília, Remédios, Daniel e Vila Amazonas foram os bairros que apresentaram alteração, é importante destacar que estes são bairros vizinhos. Em especial nesses bairros, a condição asfáltica é ruim, o que torna as tubulações propensas a sofrerem rompimentos e estes contaminarem a água com presença de algum tipo de partícula que possa implicar na reprovação das amostras coletadas. Mesmo que o tratamento convencional com filtros de areia e a manutenção dos reservatórios ocorram nas ETAs, é importante que haja monitoramento da CAESA nos domicílios.

Gráfico 2: Monitoramento de Turbidez (uT).



VMP/MS*: Valor Máximo Permitido pelo Ministério da Saúde.

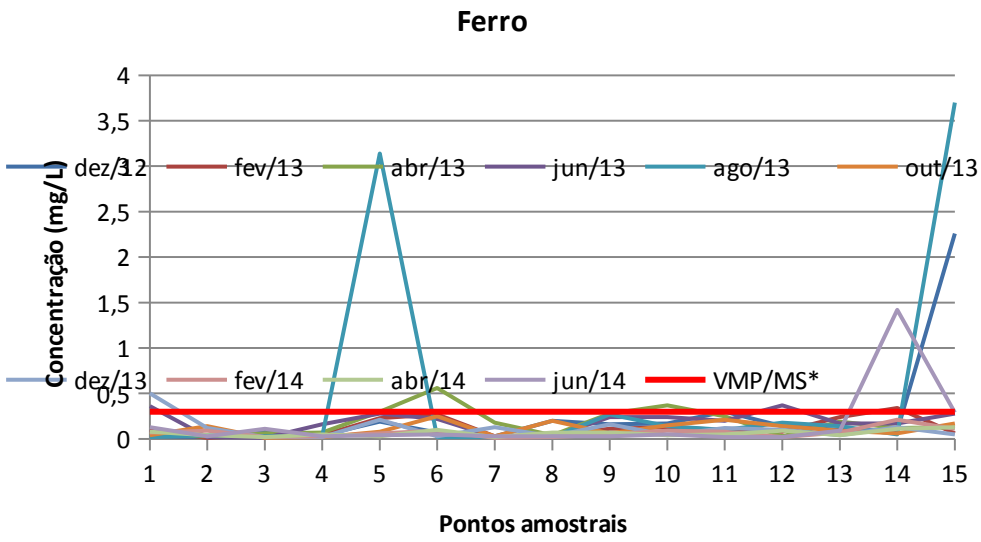
O que pode influenciar para redução na transparência da turbidez da água é a presença de materiais sólidos em suspensão. A transparência também pode ser alterada pela presença de matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia (COSTA et al.,2011). Pode-se então considerar que nesses pontos a turbidez seja um indicativo da presença de algumas substâncias como o ferro e manganês.

Ferro: quando encontrado em altas concentrações, mesmo não sendo considerado um elemento potencialmente tóxico, pode causar alterações na cor da água, manchar utensílios, roupas e constantes incrustações interferindo no sistema de abastecimento (BÁRBARA et al., 2010).

Em 6,7% de amostras este parâmetro apresentou desconformidade com o estabelecido pela legislação, onde o valor aceitável é de até 0,3 mg/L. Os domicílios amostrados nos pontos 5 (em dezembro de 2012), 14 (em junho de 2014) e 15 (em dezembro de 2012 e agosto de 2013) apresentaram os valores mais elevados (Gráfico 3).

Os pontos que apresentaram teores de ferro acima do estabelecido pela legislação estão localizados nos bairros Fonte Nova, Nova Brasília, Remédios, Daniel e Vila Amazonas. Esses bairros possuem proximidade. Nesses bairros, em especial no Vila Amazonas, as reclamações estavam relacionadas principalmente as incrustações e manchas em roupas.

Gráfico 3: Monitoramento de Ferro (mg/L).



VMP/MS*: Valor Máximo Permitido pelo Ministério da Saúde.

A presença de ferro em água na região amazônica apresenta caráter mais estético do que de potabilidade, onde as fontes de água bruta desta região podem apresentar valores que facilmente excedem os limites da legislação sem, contudo, representar riscos reais à saúde (CUNHA et al., 2012).

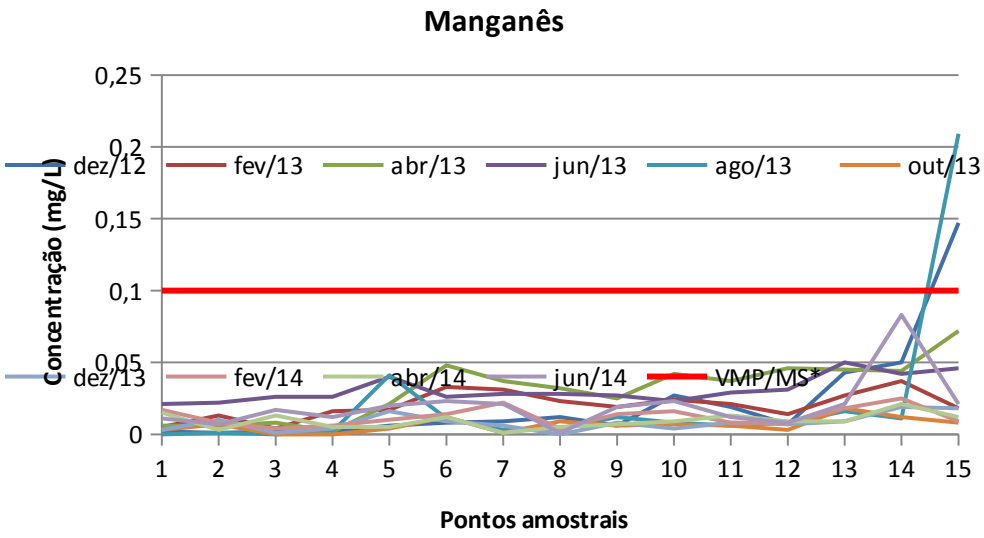
Existem estudos que associam a presença do ferro à ocorrência de câncer no estômago, porém tais estudos precisam ser melhores aprofundados. Entretanto, é necessário que o padrão para o consumo humano seja respeitado com garantias de eficiência no tratamento e distribuição.

Manganês: é um elemento que acompanha o ferro em virtude do seu comportamento geoquímico, portanto quase sempre ocorrem juntos. Assim como o ferro, ele apresenta problemas organolépticos (cor e gosto), causando um sabor desagradável à água, manchando roupas e podendo causar risco de desenvolvimento bacteriano (EMBRAPA, 2011).

Nos pontos amostrais, apesar de todos apresentarem alteração (Gráfico 4), apenas o ponto 15 apresentou valores acima do que permite a legislação, que estabelece o valor máximo de 0,1 mg/L, totalizando 1,3% de amostras.

O bairro Vila Amazonas foi o único a apresentar alteração. Foi observado que assim como o ferro, o manganês estava, nos mesmos meses e anos, com valores elevados neste bairro.

Gráfico 4: Monitoramento de Manganês (mg/L).



VMP/MS*: Valor Máximo Permitido pelo Ministério da Saúde.

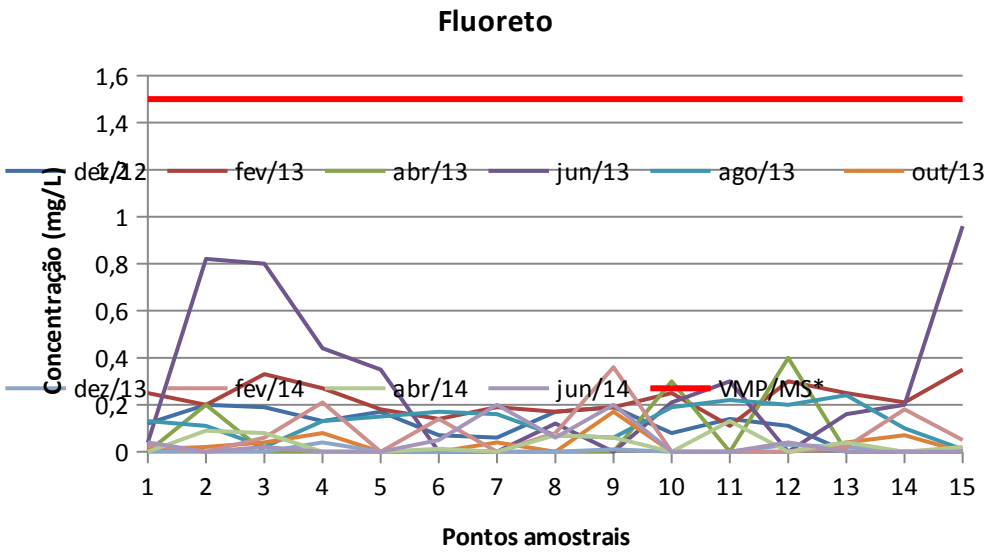
Altas concentrações do manganês na água podem ocasionar cianose e anemia em infantes (essa ocasionada por competição com o ferro) (EPA, 2003).

Fluoreto: atualmente o procedimento de aplicação de **flúor** na água para consumo humano tem a finalidade de prevenir a cárie dental, tornando-se um processo normal de tratamento de água e o teor ótimo de flúor é parte essencial de sua qualidade (SOUZA, 2013).

O fluoreto, quando ingerido por crianças, na fase de formação da dentição em altas concentrações pode acarretar alterações dentárias denominadas de fluorose dentária. Quando em concentrações ótimas, possui atividade anticariogênica, agindo diretamente no processo de remineralização do esmalte dentário (XIONG et al., 2007).

No Gráfico 5 encontram-se as concentrações de fluoreto. Em alguns meses pode-se observar que não há presença e nos meses que apresentam, está em conformidade com a legislação. Os valores recomendados para concentração de íon fluoreto devem ser observados na Portaria nº 635/GM/MS que aprova as normas e padrões sobre a fluoretação da água. A Portaria n° 2914 afirma que este valor não pode ultrapassar 1,5 mg/L.

Gráfico 5: Monitoramento de Fluoreto (mg/L).



VMP/MS*: Valor Máximo Permitido pelo Ministério da Saúde.

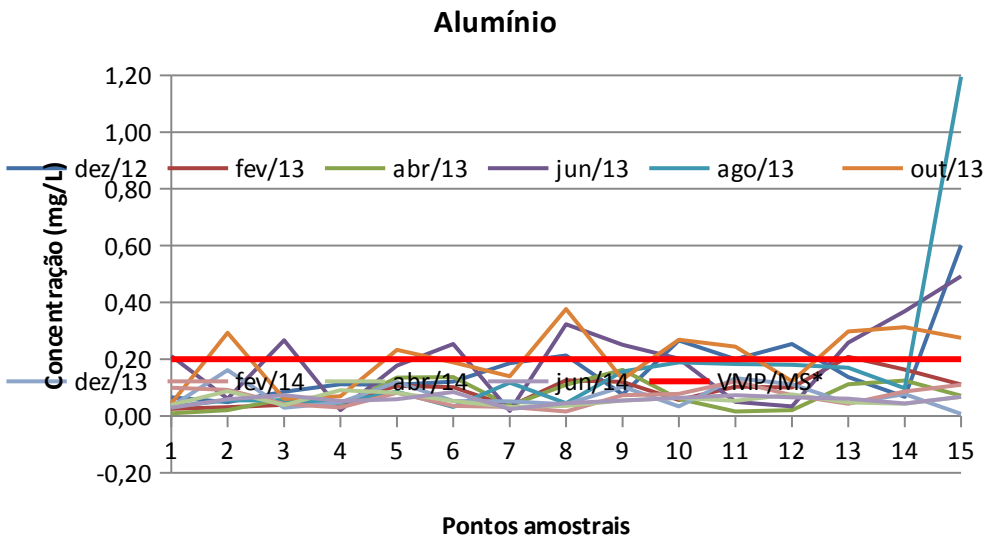
A ETA de Santana não faz aplicação de fluoreto na fase de tratamento da água, as concentrações podem estar presentes devido este elemento ser encontrado naturalmente na água. Dessa maneira, as concentrações de fluoreto na água não proporcionam risco ao consumo no que se refere ao desenvolvimento de fluorose dentária, por outro lado, em algumas amostras não há concentração de fluoreto e, portanto, não agem na prevenção da cárie dentária.

Alumínio: 14,7% das amostras apresentaram valores acima do máximo permitido pela legislação, que é de 0,2 mg/L. O ponto 15, no mês de agosto de 2013, apresentou 1.2 mg/L, muito acima do permitido (Gráfico 6).

Em relação a este parâmetro, em todos os bairros foram encontradas concentrações de alumínio alteradas, tornando a água fora dos padrões de aceitação, mesmo que no tratamento seja reduzido seu teor de concentração. É necessário que a fiscalização seja rígida e os padrões para consumo neste parâmetro seja respeitado e evite ameaças a saúde dos consumidores.

Tonani (2008) afirma que os metais se tornam acumulativos no ser humano ao serem absorvidos, tornando-se um processo prejudicial à saúde, causador anemia, doença renal e danos neurológicos.

Gráfico 6: Monitoramento de Alumínio (mg/L)



VMP/MS*: Valor Máximo Permitido pelo Ministério da Saúde.

O alumínio em grande concentração, conforme encontrado nos períodos amostrais, compromete a qualidade da água. Este parâmetro é um componente neurotóxico, além de poder induzir a distúrbios neurológicos não consta como obrigatório no monitoramento e na regulamentação brasileira (CUNHA et. al. 2012).

Coliformes Totais: as bactérias denominadas coliformes totais não são causadoras de doenças e a razão da escolha desse grupo de bactérias como indicador de contaminação da água deve-se ao fato de sua presença nas fezes de animais de sangue quente (inclusive seres humanos). Sua presença possui relação direta com o grau de contaminação fecal, são facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis em qualquer tipo de água, possuem maior tempo de vida na água que as bactérias patogênicas intestinais, além de serem incapazes de se reproduzir no ambiente aquático, e são mais resistentes à ação de agentes desinfetantes do que germes patogênicos (BRASIL, 2014).

Os resultados mostraram que em determinados meses alguns pontos não apresentaram desconformidades, das amostras coletadas, em 66% foram encontradas contaminação por coliformes totais. Para este parâmetro a legislação determina ausência total nas amostras. Em junho de 2013 quatorze das quinzes amostras estavam contaminadas e com alta concentração (Tabela 1).

Tabela 1: Monitoramento de coliformes totais (NMP/100 mL da amostra)*.

Ponto	Dez 2012	Fev 2013	Abr 2013	Jun 2013	Ago 2013	Out 2013	Dez 2013	Fev 2014	Abr 2014	Jun 2014
1	95.8	11	0	39.7	18.3	9.8	107.6	1	30.9	5.2
2	1	0	0	648.8	0	0	114.3	59.9	0	0
3	0	14.6	10.7	30.7	11	40.8	0	142.5	2419.6	10.7
4	0	2	1	107.6	0	0	0	2	31.7	1553.1
5	27.5	5.2	0	0	17.3	0	66.3	1	0	9.8
6	4.1	5.2	28.2	15.8	0	3.1	0	12.1	0	6.3
7	517.2	201.4	150	35	47.3	16.9	88.2	1	0	35.5
8	2	0	0	6.3	43.1	18.9	0	9.2	11	4.1
9	2419.6	0	23.3	2	53.8	0	248.1	0	437.4	0
10	224.7	0	488.4	66.3	0	1	0	1	0	48.7
11	4.1	4.1	275.5	79.4	0	7.5	0	0	2419.6	21.3
12	816.4	44.1	47.1	65.7	14.1	31.3	290.9	32	7.5	15.8
13	0	0	2419.6	2419.6	32.1	2419.6	770.1	12.1	2419.6	0
14	0	26.2	1	2	0	0	0	7	0	0
15	0	2419.6	0	260	0	0	0	0	0	5.1

NMP/100 mL da amostra: Número Mais Provável por 100 mL de amostra.

Para Richter (2009) os coliformes encontram-se amplamente dispersos no meio ambiente, normalmente os micro-organismos tem importância no controle da qualidade da água e a maioria é benéfica, entretanto, a presença de bactérias do tipo coliformes na água pode indicar presença de organismos causadores de doenças.

Os coliformes totais e fecais são os indicadores de contaminação mais usados para monitorar a qualidade microbiológica da água nas ETAs. Tais coliformes podem ser patogênicos ou não (BETTEGA et al., 2006).

A Portaria n° 2914/11 – MS, como medida preventiva, exige que tanto coliformes totais quanto coliformes fecais ou *Escherichia coli* sejam monitorados nas estações de tratamento, uma vez que ocorrendo a contaminação ações corretivas sejam providenciadas.

Através de observação *in locu* verificou-se que na maioria dos domicílios não havia hábito de limpeza ao seu redor e nem nas tubulações quando estavam expostas. A falta de higiene é um dos principais fatores de contribuição para o número elevado de microrganismos encontrados nas amostras. Isso é preocupante, pois sua presença é indicativo de *E. coli* na água e precisa de atenção especial.

Em relação a este parâmetro (coliformes totais), todos os bairros estudados estão em desconformidade, mesmo que alguns tenham apresentado valores baixos

em relação a outros é preciso investigar a origem da fonte de contaminação, seja na estação de tratamento, tubulação e/ou encanamento das residências, para que medidas de caráter corretivo sejam tomadas. Em algumas residências a água era acondicionada em caixa d'água devido à falta constante da mesma, portanto a manipulação inadequada dos recipientes associada à falta de higiene pessoal, podem significar importante fator de risco para a contaminação e possível transmissão de doenças.

A presença de coliformes totais acentua a importância desse grupo de bactérias como indicador de condições higiênico-sanitárias precárias e sem o devido cuidado, alto risco de contração de doenças de veiculação hídrica (MICHELINA et al., 2006),

Assim como coliformes totais, outro subgrupo que se destaca são os **coliformes termotolerantes ou fecais**, representado principalmente pela bactéria *Escherichia coli*. A ocorrência de *E. coli* é considerada um indicador de contaminação fecal e a possível presença de patógenos entéricos (GUERRA et al., 2006).

Na água potável, a presença de coliformes termotolerantes é o melhor indicador de que existe ameaça proveniente de bactérias a saúde do consumidor (DIAS, 2008).

Nos resultados obtidos para *E. coli*, 13.3% das amostras apresentaram-se fora dos padrões permitidos. Apesar de vinte amostras apresentarem-se contaminadas, quatro estavam com seus valores elevados para um parâmetro que também precisa estar ausente para consumo humano (Tabela 2).

Foi observado em campo, em especial nos pontos onde desconformidades foram encontradas, que a fossa (da própria residência ou do domicílio vizinho) estava bem próxima das tubulações de água, em algumas residências tendo menos de 20m de distância, muito abaixo do que o ideal. Ainda sobre o problema foi relatado que algumas fossas não tinham proteção, sendo apenas a escavação. O descuido e a falta de informação dos moradores em relação a isso são fatores que contribuem para a falta de higiene observada e que pode causar a contaminação da água.

Tabela 2: Monitoramento para *E. coli* (NMP/100 mL da amostra)*.

Ponto	Dez 2012	Fev 2013	Abr 2013	Jun 2013	Ago 2013	Out 2013	Dez 2013	Fev 2014	Abr 2014	Jun 2014
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	18.5	0	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	1	5.1	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	7.3	0	0	0	179.3	0
10	2	0	43	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	1	0	0	0	0	7.5	1
12	0	0	0	7.2	0	1	1	0	0	0
13	0	0	11.8	0	2	79.4	0	0	43	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NMP/100 mL da amostra: Número Mais Provável por 100 mL de amostra.

Para *E. coli*, os bairros Paraíso, Nova Brasília, Provedor, Remédios e Vila Daniel apresentaram contaminação. Todos têm em comum a proximidade. No bairro Daniel, o ponto amostral 13 foi o que mais apresentou desconformidades, com total de quatro amostras contaminadas em dez coletas. Foi observado que havia proximidade de fossa em relação às tubulações. Os pontos 9 (Provedor) e 10 e 11 (Remédios) tinham seu esgoto sanitário despejado no curso d'agua (quintal), tornando o consumo de água inadequado ou inseguro, deixando as pessoas expostas ao risco de contrair doenças infecciosas e parasitárias veiculadas pela água contaminada.

De acordo com Yamaguchi et al. (2013), a água pode sofrer contaminação desde seu ponto de origem, no decorrer da sua distribuição e, especialmente, nos reservatórios particulares, tanto empresariais, quanto domiciliares.

Zulpo et al. (2006) afirmam que 25% das infecções entéricas podem ser atribuídas a três agentes bacterianos e seus diferentes sorotipos: *Shigella, Salmonella e Escherichia coli*. Por isso, faz-se necessário o monitoramento microbiológico da qualidade da água para que tais doenças sejam evitadas aos consumidores da água possivelmente contaminada.

Apesar de apresentar melhor infraestrutura em relação aos demais bairros de Santana, ser o único a contar com rede de esgoto e apresentar condição asfáltica

boa, o Vila Amazonas foi o bairro que mais apresentou problemas de desconformidade dos parâmetros analisados, tanto físico-químicos quanto microbiológico, com exceção de coliformes fecais que não apresentou alteração. Este bairro possui uma estação de tratamento própria e antiga, esse sistema isolado serve apenas ao próprio bairro e o procedimento utilizado para o tratamento é apenas de cloração da água. Durante o período da pesquisa, também é importante ressaltar que, a rede de tubulação era antiga e conforme relatado por moradores algumas chegavam a ter mais de 30 anos.

Os bairros Nova Brasília, Remédios e Daniel também apresentaram quadro preocupante de qualidade da água. Estes bairros são servidos pela estação de tratamento central, nela a água passa por todos os processos de tratamento, com exceção de fluoretação e depois ela entra para o reservatório onde a cloração acontece através de um tubo. O cal é um dos elementos utilizados para equilibrar o pH e não fazem uso do carvão ativado.

Diante disso, são observadas falhas durante o tratamento da água o que pode comprometer desde o processo de tratamento até sua chegada às residências. O custo alto das análises é um entrave para a CAESA realizar o monitoramento dentro da ETA (só fazem análise de pH e turbidez, microbiológicas precisam ser levadas para o laboratório da CAESA em Macapá) e até mesmo nas residências.

A companhia divulga relatórios mensais de qualidade da água em seu site a partir da saída da rede de abastecimento. Podemos verificar que este resultado é diferente dos encontrados durante a pesquisa, podendo ser pela falta de monitoramento como é o caso da fluoretação que no relatório apresenta ausência de flúor, entretanto, nas análises deste estudo foram encontradas concentrações de fluoreto.

Os moradores não estão satisfeitos com a água que chega em suas torneiras e muitos utilizam água mineral para beber e cozinhar e utilizam a água da CAESA apenas para serviços domésticos. Quem não tem condições financeiras de consumir água mineral, utiliza também a água de poço que tem procedência duvidosa. Há um projeto de melhorias do sistema de saneamento básico na cidade, com isso espera-se que este trabalho sirva como subsídio para os órgãos municipais e estaduais e para melhorias tanto no processo de tratamento quando o de distribuição.

5 CONCLUSÃO

No período de realização da pesquisa verificou-se que a água consumida pela população de Santana precisa de maiores cuidados quanto a sua qualidade, onde as condições se mostraram inadequadas em diversos parâmetros, em especial dos parâmetros microbiológicos. Até mesmo os bairros com melhor infraestrutura apresentaram desconformidade com os parâmetros. A falta de cuidados e monitoramento levam as pessoas a maior exposição a riscos de adquirir doenças infecciosas e parasitárias veiculadas pela água contaminada, aumentando a vulnerabilidade e ameaçando a sua saúde.

O serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário não supre a necessidade da população do munícipio. Durante a pesquisa, o bairro Vila Amazonas foi o único a contar com rede coletora de esgoto e melhor infraestrutura em relação aos demais. Em bairros próximos, moradores precisam coletar de madrugada a água nas torneiras e reclamam que “chega suja”. Essa situação leva os moradores a realizar perfuração de poços e o consumo de água mineral.

Diante disso, a CAESA deve ser alertada sobre os riscos que a água consumida pode trazer a população do município de Santana, chamando também a atenção do poder público para medidas que solucionem os problemas causados pela má qualidade. Os moradores devem ficar atentos e cobrar melhorias, pois estão pagando por um serviço que não está devidamente atendendo suas necessidades, tanto de abastecimento quanto de qualidade da água.

Há necessidade de melhorias a curto prazo para a prevenção de doenças, realizando regularmente o monitoramento nas residências e na Estação de Tratamento de Água do município, uma vez que a falta da potabilidade da água nem sempre é perceptível à visão ou olfato, exigindo uma análise laboratorial para detectá-la.

Devem ser feitos planejamentos bem elaborados executados para garantir a confiança da população que busca novas alternativas para suprir a necessidade da boa qualidade da água. Deve haver também conscientização dos consumidores quanto aos cuidados com as tubulações, higiene e cobrança na manutenção das redes, além de uma rigorosa fiscalização por parte da vigilância sanitária.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Abastecimento Urbano de Água.** Atlas Brasil, vol. 2, Brasília, 2010.

APHA-AWWA-WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** American Public Health Association 20ª Edition, Washington D.C., 3118p. 2003.

BÁRBARA, V. F.; CUNHA, A. C.; SIQUEIRA, E. Q. **Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP**. Revista de Biociências, UNITAU, v. 16, n. 1, p. 57-72, 2010.

BETTEGA, J. M. P. R.; MACHADO, M. R.; PRESIBELLA, M.; BANISKI, G.; BARBOSA, C .A. **Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano.** Ciência e Agrotecnologia, v.30, n.5, p. 950-954, 2006.

BRANCO, S. M.; AZEVEDO, S. M. F.; HACHICH, E. M.; VAZOLLER, R. F. **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação.** In: Água e saúde humana. 4. Ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2015.

BRASIL. Lei n° 11.445, 5 jan. 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.** Publicado no DOU de 8.1.2007 e retificado no DOU de 11.1.2007.

BRASIL. Agência Nacional de Água. Ministério do Meio Ambiente. **Monitoramento da Qualidade da Água de Rios e Reservatórios**, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2014. 170 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**, Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 284 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518, de 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,** Brasília, 26 mar. 2004. Seção I, p. 266.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n° 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2011, Seção 1, do dia 26 seguinte, página 266.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** Editora Oficina de Textos. São Paulo-SP. 302p. 2005.

CARMO, R. F.; BEVILACQUA, P. D.; BASTOS, R. K. X. **Vigilância da qualidade da água para consumo humano: abordagem qualitativa da identificação de perigos.** Eng. Sanit. Ambient. [online]. 2008, vol.13, n.4, pp. 426-434. ISSN 1413-4152.

CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul.** Santa Maria - RS, 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências do solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2008.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar.** São Paulo: Ed. Moderna, 1992.

CELERE, M. S; OLIVEIRA, A. S.; TREVILATO , T. M. B.; SEGURA-MUNÕZ, S. I. **Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública.** Caderno de Saúde Pública, v. 23, n. 4, p 939 – 947, 2007.

CETESB. **O Saneamento no Brasil.** Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/proclima/file/cursos_seminarios/abes/downloads/material_extra/1sabesp_saneamento_brasil.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2015.

COSTA, O. L.; KIONKA, D. C. O.; FALEIRO, D. C. C.; KOCH, KOCH, M. R.; SCHWAMBACH, E.; BERTUZZI, I.; SEIBERT, A. L.; Ethur, E. M.; OLIVEIRA, E. C. **Análise da qualidade da água de quatro fontes naturais do Vale do taquari/RS. Revista Destaques Acadêmicos**, Ano 3, N. 4, 2011 - CETEC/UNIVATES. 2011.

CUNHA, H. F. A. **Geração e avaliação de indicadores de serviços de saneamento em áreas urbanas e suas implicações na qualidade de vida das populações de Macapá e Santana – AP.** Projeto de pesquisa financiado pelo CNPq, Processo no484509/2011-0, Edital universal 14/2011.

CUNHA, H. F. A.; LIMA, D. C. I.; BRITO, P. N. de F.; CUNHA, A. C. da; SILVEIRA JUNIOR, A. M. da; BRITO, D. C. **Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação.** Revista Ambiente & Água, v.7, n.3, p. 155-165, 2012.

D'AGUILA, P. S; ROQUE, O. C. da C; MIRANDA, C. A. S; FERREIRA, A. P. **Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 16(3):791-798, jul-set, 2000.

DEBORTOLIN, R.; BORBA, J. A. **Análise do Tratamento dos Resíduos Sólidos e dos Benefícios Ambientais e Econômicos da Coleta Seletiva: o Caso dos Catadores de Biguaçú-SC.** In: 3 Congresso USP de Iniciação Científica em Contabilidade. São Paulo. 2006. Disponível em: <http://www.congressousp.fipecafi.org/web/artigos32006/638.pdf>. Acesso em 15 jan 2014.

DEININGER, R. A.; CLARK, R. M.; HESS, A. F. & BERN-STAM, E. V. **Animation and visualization of water quality in distribution systems.** Journal of the American Water Works Association, 84:48-52. 1992.

DIAS, M. F. F. **Qualidade microbiológica de águas minerais em garrafas individuais comercializadas em Araraquara – SP.** 2008. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, SP, 2008.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água.** Ed. RIMA. São Carlos, 2005.

ELIAS, T. R. C.; SANTOS, L. F. U.; PINTO, A. E. M. **A justiça ambiental no contexto da saúde pública em cidades com elevada expansão econômica e demográfica.** Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v.8 n.2, p. 127-141, jul./dez. 2014.

EMBRAPA. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Colombo, Paraná. 2011.

ENVIROMENTAL PUBLIC HEALTH (EPA). **Health Effects Support Document for Manganese.** 2003. Disponível em: <http://www.epa.com>. Acesso em: 04 abr. 2014.

FARIAS, M. S. S**. Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo.** Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M. & ALMEIDA, L. M. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17(3):651-660, mai-jun, 2001.

FUNASA. **Manual prático de análise de água.** 3ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

GIACOMETTI, L. **Qualidade microbiológica, concentração de nitratos em águas de consumo alternativo (minerais e de poços) da cidade de Jaboticabal-SP.** 2001. 64f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2001.

GUERRA, N. M. M.; OTENIO, M. H.; SILVA, M. E. Z.; GUILHERMETTI, M.; NAKAMURA, C. V.; NAKAMURA, T. U.; DIAS FILHO, B. P. **Ocorrência de Pseudomonas aeruginosa em água potável.** Acta Sci. Biol. Sci., v.28, n.1, p.13-18, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas de Saneamento.** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Brasília, 2011. 27p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.** Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=160060&idtema=20&search=amapa|santana|pesquisa-nacional-de-saneamento-basico-2008>. Acesso em: 02 mar. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE cidades: Santana-Amapá.** Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=160060> Acesso em: 15 jan. 2016.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** Campinas: Editora Átomo, 2008.

MENDES, C. H. A. Implicações ambientais do desenvolvimento da Infraestrutura: saneamento urbano. **Rev. Adm. púb.**, Rio de Janeiro, 26 (4): 32-51, out./dez. 1992.

MICHELINA, A. F.; BRONHAROA, T. M.; DARÉB, F.; PONSANOC, E. H. G. Qualidade microbiológica de águas de sistemas de abastecimento público na região de Araçatuba, SP. **Higiene Alimentar**, v. 20, n. 147, p. 90-95, 2006.

MWH – MONTGOMERY WATSON HARZA. **Water treatment: principles and design.** 2. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2005.

PERL, D. P. & GOOD, P. F. **Aluminum, environmental and central nervous system disease.** 1988. Environmental Technology Letters, 9:901-906.

PHILIPPI, J. A.; PELICIONI, M. **Educação Ambiental e Sustentabilidade.** Barueri, SP: Manole, 2005.

PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO – PROSAB. **Remoção de microrganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano.** Valter Lúcio de Pádua (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009. 392p.

RIBEIRO, J.W; ROOKE, J.M.S.; **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública.** Juiz de Fora, 2010. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2010.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento.** Editora Blucher/Hemfibra. São Paulo - SP. 340 p. 2009.

SANCHES, S. M; VIEIRA, E. M.; PRADO, E. L.; TAKAYANAGUI, A. M. M. **Qualidade da água de abastecimento público de Ribeirão Preto em área de abrangência do Aquífero Guarani: determinação de metais e nitrato.** Ambi-Agua, Taubaté, v 5, n. 2, 2010. (http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.148).

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE ATENÇÃO BÁSICA (SIAB). **Situação de Saneamento – Brasil.** Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?siab/cnv/SIABCbr.def>. Acesso em 15 de maio de 2015.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO BÁSICO (SNIS) - MS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2013.** Disponível em> <http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=105>. Acesso em 15 de maio de 2015.

SOUSA, A. C. A. **Política de Saneamento no Brasil: atores, instituições e interesses.** Tese (Doutorado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Rio de Janeiro: s.n., 2011.

SOUZA, B. P.; LIMA, L.; LIBÂNIO, M. **Comparação entre a qualidade de água de reservatórios domiciliares e a rede de abastecimento na cidade de Votuporanga-SP.** XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves – RS, 2013.

SPERLING, M. Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3º ed. DESA. UFMG, Belo Horizonte, 2005. 452p.

TONANI, K. A. A. **Identificação e quantificação de metais pesados, parasitas e bactérias em esgoto bruto e tratado na Estação de Tratamento de Esgoto de Ribeirão Preto.** 2008. 179f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

UNESCO. **World Water Development Report 2014, Water and Energy.** Disponível em: < http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002257/225741E.pdf>. Acesso em 29 fev. 2016.

WARTCHOW, D. **Serviços de manejo de resíduos e de limpeza urbana In: Brasil. Ministério das Cidades. Lei Nacional de Saneamento Básico: Perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos (Conceitos, características e interfaces dos serviços públicos de saneamento básico).** Brasília: Editora, 2009. Livro II, p.273-283).

YAMAGUCHI, M. U.; CORTEZ, L. E. R.; OTTONI, L. C. C.; OYAMA, J. **Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR.** O Mundo da Saúde, São Paulo - 2013;37(3):312-320. 2013.

XIONG X., LIU J., HE W., XIA T., HE P., CHEN X., YANG K., WANG A. **Dose-effect relationship between drinking water fluoride levels and damage to liver and kidney functions in children.** US National Library of Medicine National Institutes of Health 2007;103(1):112-6. Epub 2006 Jul 10.

ZULPO, D. L., PERETTI, J., ONO, L. M., GARCIA, J. L. Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias,** Londrina, v.27, n.1, p. 107-110, 2006.