



**Universidade Federal do Oeste do Pará  
Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas  
Curso e Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia das Águas**

**QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA EM UNIDADES MUNICIPAIS DE  
EDUCAÇÃO INFANTIL – UMEI's NO MUNICÍPIO DE SANTARÉM-PA**

**SAMIRA DA COSTA BECHARA  
SAMUEL DA SILVA SOUSA**

**Santarém-Pará  
2017**

**SAMIRA DA COSTA BECHARA  
SAMUEL DA SILVA SOUSA**

**QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA EM UNIDADES MUNICIPAIS DE  
EDUCAÇÃO INFANTIL – UMEI's NO MUNÍCIPIO 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.

**Área de concentração:** Recursos Hídricos

**Orientador:** Prof. Dr. José Reinaldo Pacheco Peleja

**Santarém-Pará  
2017**

## FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome do Autor: BECHARA, Samira da Costa; SOUSA, Samuel da Silva

Título: Qualidade da água consumida em unidades municipais de educação infantil – UMEI'S no município de Santarém-Pá.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a 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. José Reinaldo Pacheco Peleja

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental /Universidade Federal do Oeste do Pará

\_\_\_\_\_ Membro Titular

Prof. MSc. José Cláudio Ferreira dos Reis Júnior

Curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental /Universidade Federal do Oeste do Pará

\_\_\_\_\_ Membro Titular

Prof. MSc. Manoel Bentes dos Santos Filho

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental/Universidade Federal do oeste do Pará

## AGRADECIMENTO

Nossos sinceros agradecimentos

Primeiramente a Deus por nos conceder sabedoria e saúde para alcançarmos objetivos na vida e proporcionar viver momentos maravilhosos.

Aos nossos familiares, pais e irmãos pelo apoio e confiança demonstrada ao longo de nossa formação pessoal e profissional, em especial ao Jean Faber Pereira pela atenção e suporte na logística durante as coletas em campo e à Maria Madalena da Silva Sousa pelo carinho e apoio nessa fase de nossas vidas.

Ao nosso orientador José Reinaldo Pacheco Peleja, por acreditar em nossa capacidade e por nos orientar nessa jornada de Trabalho de Conclusão de Curso. Seu apoio foi fundamental para trilharmos o caminho do conhecimento e aprendizagem nesses últimos meses.

Ao corpo técnico do Laboratório de Biologia Ambiental da UFOPA, em especial à Flávia, Edvaldo, Júlia, Rosângela e Natália pela colaboração e auxílio no desenvolvimento da pesquisa.

Ao amigos e futuros colegas de profissão pela torcida e assistência a nos concedida durante a execução do trabalho, em especial, Iara Lina, Ângelo Tiago, Elison Mota e Patrícia Santos.

A todos, nosso muito obrigado! Sem vocês não seria possível finalizar com êxito esta etapa de nossas vidas.

## RESUMO

BECHARA, S. C; SOUSA, S. S. Qualidade da água consumida em unidades municipais de educação infantil – UMEI'S no município de Santarém-Pá. 2017. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Recursos Hídricos) - Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Oeste do Pará.

A Organização Mundial da Saúde estima que quase 2 mil crianças morrem a cada dia devido à doenças gastrointestinais no planeta. Sendo a escola um local em que a criança passa cerca de um terço do seu dia, existe uma preocupação em monitorar as águas que abastecem as escolas e verificar se as mesmas se encontram de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos em lei, de forma que não ofereçam riscos à saúde humana. Neste contexto, o presente estudo objetivou avaliar a qualidade da água que abastece as Unidades Municipais de Educação Infantil (UMEI) da área urbana do município de Santarém, PA. Para o alcance do mesmo, foram coletas três amostras de água em 18 unidades de ensino, sendo uma da fonte de abastecimento (poço individual ou rede pública), uma do reservatório e uma do bebedouro. Para avaliar a potabilidade foram considerados 12 parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, analisados a partir dos padrões estabelecidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Observou-se que nenhum parâmetro físico-químico indicador de qualidade de água potável considerado neste estudo esteve em desconformidade com o padrão estabelecido pela Portaria referida. Por outro lado, evidenciou-se que 67,4% das amostras de água das Unidades de Educação Infantil localizadas na área urbana do Município de Santarém estão em desconformidade, quanto ao parâmetro microbiológico, coliformes totais e 4% aos termotolerantes. Não se observou comprometimento das condições de potabilidade a partir das fontes de abastecimento de água com qualidade boa em relação às caixas d'águas e bebedouros das UMEI's. O perfil da qualidade da água entre as UMEI's/Bairros não é homogêneo, assim oito parâmetros - pH, dureza, alcalinidade, condutividade, amônia, turbidez, TDS e coliformes totais, variaram significativamente entre os bairros, isto se dando em função da profundidade dos poços e/ou fonte de abastecimento e também devido às diferenças nas práticas e frequência de manejo higiênico-sanitário inerentes à cada UMEI.

**Palavras - chave:** Abastecimento de água. Coliformes. Ambiente escolar.

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	9
2.1 Objetivo Geral .....	9
2.2 Objetivos Específicos .....	9
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
3.1 Água e sua importância.....	10
3.2 Abastecimento de água e tipos de fonte .....	11
3.3 Água e Saúde Infantil.....	12
3.4 Fatores estruturais e qualidade da água consumida.....	14
3.4.1 Poços (águas subterrâneas).....	14
3.4.2 Reservatórios e Distribuição de água .....	15
3.4.3 Bebedouros.....	16
3.5 Legislação e parâmetros de Potabilidade d'água destinada ao consumo humano .....	16
3.5.1 Parâmetros Físicos .....	17
3.5.2 Parâmetros químicos .....	17
3.5.3 Parâmetros Microbiológicos .....	18
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
4.2 Delineamento Experimental.....	21
4.3 Procedimentos técnicos para a coleta d'água.....	22
4.4 Procedimentos analíticos.....	23
4.5 Avaliação da qualidade da água consumida nas Unidades Municipais de Educação Infantil – UMEI's no Município de Santarém .....	26
4.6 Identificação das condições sanitárias na fonte de abastecimento, armazenamento e bebedouros.	27
4.7 Métodos estatísticos .....	27
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	29
5.1- Parâmetros físico-químicos e microbiológicos indicadores de qualidade da água dos das UMEI's .....	29
5.2 – Identificação de aspectos sanitários e estruturais na fonte de abastecimento, reservatório e bebedouro .....	34
5.3 – Comparação dos perfis dos parâmetros de qualidade da água das UMEI's por bairro de localização.....	35
5.4 - Comparação da qualidade da água quanto a fonte de abastecimento .....	44
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	50
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	51
<b>APÊNDICE A</b> .....	57

## 1 INTRODUÇÃO

Á água é um recurso natural de valor inestimável e indispensável para o desenvolvimento e manutenção da vida, apresentando grande importância sanitária e econômica em todo o mundo. Ocupa aproximadamente 70% da superfície da Terra, desta proporção, 97,3% é salgada e 2,7% doce, porém localizadas em geleiras e em profundidades inacessíveis, restando apenas 0,3% para consumo (PHILIPPI, 2005).

Atualmente 6 mil quilômetros cúbicos de água são consumidos no mundo (Funasa, 2014). Sua utilização engloba diversos fins, tais como abastecimento público, industrial, irrigação, recreação, navegação, geração de energia, dentre outros. A atividade agrícola é quem consome o maior volume de água, 70%, seguida da indústria e consumo humano, respectivamente 20 e 8% (PHILIPPI, 2005).

A qualidade necessária à água distribuída para o consumo humano é a potabilidade, isto é, deve estar em conformidade com o padrão físico, químico e microbiológico determinado pela Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011, não devendo oferecer riscos à saúde humana (BRASIL, 2011).

As principais necessidades sociais, como saúde, educação e bem estar estão diretamente ligadas ao consumo de água potável e à hábitos de higiene, sendo a água de qualidade (potável e segura) um direito vital do ser humano (GIRARDI, 2012).

A água é capaz de veicular uma série de contaminantes físicos, químicos e microbiológicos, desencadeando problemas de saúde, sendo muito deles de ordem gastrointestinal (TORRES, 2000 apud SCURACCHIO, 2010). A disponibilidade reduzida de água potável deixa as crianças sob maior risco de contrair doenças diarreicas e de ter seu crescimento físico e cognitivo prejudicado (UNICEF, 2013).

Em todo o mundo, aproximadamente 2 mil crianças com menos de 5 anos morrem diariamente devido a doenças diarreicas e cerca de 1.800 dessas mortes estão ligadas à água, ao saneamento e à higiene (UNICEF, 2013). Apesar da redução significativa dessas mortes durante a última década, de 1,2 milhão de mortes por ano em 2000 para cerca de 760 mil por ano em 2011, o UNICEF ressalta que esse número ainda é muito alto.

O saneamento e a água estão entre os fatores mais importantes para a determinação da saúde pública, principalmente quando se trata de grupos etários de maior vulnerabilidade.

As crianças têm a escola como uma extensão de sua casa, onde passam pelo menos, cerca de um terço de seu dia, consumindo água e se alimentando por refeições preparadas na própria escola (GIRARDI, 2012). A responsabilidade pela qualidade da água consumida nas escolas públicas, bem como a limpeza e manutenção de bebedouros e caixas d'água é da própria escola, pois esta, juntamente com o poder público tem que oferecer água potável aos seus educandos.

Neste contexto existe uma preocupação em monitorar as águas que abastecem as escolas e verificar se as mesmas se encontram de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos em lei, de forma que não ofereçam riscos à saúde humana (SCURACCHIO, 2010).

Estando as crianças, menores de cinco anos, entre o grupo de menor resistência às doenças de veiculação hídrica, o presente estudo objetivou avaliar os índices de qualidade da água que abastece as Unidades Municipais de Educação Infantil da área urbana do município de Santarém, PA.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água consumida em Unidades Municipais de Educação Infantil – UMEI's localizadas na área urbana do município de Santarém – Pará.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água na fonte de abastecimento, no reservatório e no bebedouro de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde;
- Identificar aspectos sanitários e estruturais na fonte de abastecimento, reservatórios e bebedouros;
- Comparar o perfil da qualidade da água entre as UMEI's por Bairro de localização;
- Comparar a qualidade da água quanto a fonte de abastecimento (poços tubulares internos às UMEI's versus Rede Pública).

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Água e sua importância

A água é um recurso natural essencial para a sobrevivência de todas as espécies que habitam a Terra, e, portanto, falar da relevância dos conhecimentos sobre a água, em suas diversas dimensões, é tratar da sobrevivência da espécie humana, da conservação, do equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre seres vivos e ambientes naturais (BACCI & PATACA, 2008).

De acordo com Bacci & Pataca (2008), na sociedade em que vivemos, a água passou a ser vista como recurso hídrico e não mais como um bem natural disponível para a existência humana e das demais espécies. Passamos a usá-la indiscriminadamente, encontrando sempre novos usos, sem avaliar as consequências ambientais em relação a quantidade e à qualidade da água.

O volume total de água na Terra não aumenta e nem diminui, é sempre o mesmo. A água ocupa aproximadamente 70% da superfície do nosso planeta, mas 97,5% da água do planeta é salgada. Da parcela de água doce, 68,9% encontra-se nas geleiras, calotas polares ou em regiões montanhosas, 29,9% em águas subterrâneas, 0,9% compõe a umidade do solo e dos pântanos e apenas 0,3% constitui a porção superficial de água doce presente em rios e lagos (BRASIL, 2011).

A água doce não está distribuída uniformemente pelo globo. Sua distribuição depende essencialmente dos ecossistemas que compõem o território de cada país. Segundo o Programa Hidrológico Internacional da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), na América do Sul encontra-se 26% do total de água doce disponível no planeta e apenas 6% da população mundial, enquanto o continente asiático possui 36% do total de água e abriga 60% da população mundial (BRASIL, 2011).

O Brasil tem uma situação relativamente privilegiada, possuindo uma extensa rede hidrográfica, com seis grandes bacias: Amazonas, Tocantins, São Francisco, Paraná, Paraguai e Uruguai, além de condições climáticas que asseguram chuvas abundantes e regulares em boa, embora não toda, parte do país. O Brasil dispõe de 15% da água doce existente no mundo. Dos

113 trilhões de metros cúbicos de água disponíveis para a vida terrestre, 17 trilhões estão em território brasileiro (EMBRAPA, 1992).

Como se sabe, as águas se prestam a diversas utilizações, e Irachande & Christofidis (1997) classificam os usos da água em dois tipos: consuntivos e não-consuntivos. Usos consuntivos são aqueles em que há o consumo efetivo da água e, conseqüentemente, seu retorno ao manancial é pequeno ou inexistente e ocorre após muitos meses ou em condições de alteração de qualidade, como usos domésticos, agricultura, pecuária, abastecimento industrial, etc. Usos não-consuntivos são aqueles em que o consumo de água não ocorre ou é muito pequeno e a água permanece ou retorna ao manancial, como navegação, recreação, piscicultura, entre outros.

### 3.2 Abastecimento de água e tipos de fonte

Entende-se por sistema de abastecimento de água as “soluções clássicas”, incluindo sua distribuição por meio de rede. A principal diferença em relação às soluções alternativas é o fato de que em todo, sistema de abastecimento o responsável pela prestação do serviço é o município, mesmo que concedida a um ente público vinculado a outra esfera administrativa ou a um ente privado (BRASIL, 2006).

O abastecimento com água de boa qualidade é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento das sociedades modernas, estando diretamente relacionado ao controle e eliminação de doenças, bem como ao aumento da qualidade de vida das populações (MIRANDA, 2007). Um dos desafios que se apresenta hoje para o saneamento é a adoção de tecnologias e práticas para o uso racional dos recursos hídricos e controle de perdas em sistemas de abastecimento.

Segundo Richter & Neto (1991), a decisão mais importante em um projeto de abastecimento de água é a que se refere ao manancial a ser adotado. Sempre que houver duas ou mais fontes possíveis, a sua seleção deve se apoiar em estudos amplos, que não se restrinjam exclusivamente aos aspectos financeiros, a qualidade da água, as tendências futuras relativas à sua preservação e as condições de segurança devem também ser pesadas.

Dependendo da fonte da água, uma grande variedade de técnicas poderá ser empregada para esse fim. A água para consumo público ou privado pode ser obtida de fontes superficiais ou subterrâneas.

Em se tratando de águas superficiais, podemos citar água de lagos, rios, canais e reservatórios de planície. Essas águas são de mais fácil captação e por isso há uma tendência que seja mais usada para o consumo humano, contudo estão mais sujeitas ao fenômeno da eutrofização, com acentuação da cor e possibilidade de proliferação de algas e cianobactérias (BRASIL, 2006).

Os reservatórios de águas subterrâneas são chamados de lençóis, podendo a água estar acumulada em dois tipos de lençóis: freático ou artesiano. O lençol freático caracteriza-se por estar assentado sobre uma camada impermeável de subsolo e submetido a pressão atmosférica local, já lençol artesiano caracteriza-se por estar confinado entre duas camadas impermeáveis de crosta terrestre e submetido a uma pressão superior a pressão atmosférica local (MIRANDA, 2007).

A captação do lençol freático pode ser executada por galerias filtrantes, drenos, fontes ou poços freáticos. O emprego de galerias filtrantes é característico de terrenos permeáveis, mas de pequena espessura (aproximadamente de um a dois metros) onde há necessidade de se aumentar a área vertical de captação para coleta de maior vazão. Estas galerias em geral são tubos furados, que convergem para um poço de reunião, de onde a água é retirada em geral por bombeamento, não sendo incomuns outros métodos mais rudimentares (MIRANDA, 2007).

Para atingir o lençol artesiano, os poços são usualmente perfurados por meio de percussão rotativa ou ar comprimido. As partes componentes são essencialmente as mesmas do poço profundo freático, mas sua execução é mais cara e exige mão-de-obra e equipamentos ainda mais sofisticados (BRASIL, 2006).

No município de Santarém, Pará, o abastecimento público de água é feito através da captação subterrânea proveniente de 19 poços profundos em todo o município, com 24 zonas de abastecimento, apresentando uma capacidade total de armazenamento de 22.258 m<sup>3</sup>, construídos e instalados na planície de inundação do Rio Tapajós e de seus tributários Irurá e Urumari, atendendo 65% da população (COSANPA, 2015).

### 3.3 Água e Saúde Infantil

Água pura, no sentido rigoroso do termo, não existe na natureza. Por ser um ótimo solvente, ela nunca é encontrada em estado de absoluta pureza, as impurezas presentes na água é que vão determinar suas características físicas, químicas e biológicas (FUNASA, 2014).

Segundo Sobrinho (2007) a purificação da água é um processo que consiste no tratamento da água, a fim de remover os contaminantes que eventualmente contenha, tornando-a potável, isto é, própria para o consumo humano.

De acordo com o relatório divulgado pelo Programa Conjunto da Organização Mundial de Saúde e do Fundo das Nações Unidas para a infância (OMS/Unicef) sobre monitoramento e abastecimento de água e saneamento, o número de pessoas que não tem acesso a uma fonte isenta de contaminação fecal e química, denominada fonte melhorada, caiu em relação a primeira coleta de dados de 1990, isto quer dizer que 87% da população mundial têm acesso a fontes melhoradas de água potável (ONU, 2017).

Nos países em desenvolvimento, uma em cada cinco pessoas não tem acesso à água potável e cerca de 50% da população não dispõe de condições de saneamento adequadas (CASTANIA, 2009). De acordo com a Organização Mundial da Saúde, estima-se que quase 2 milhões de crianças morrem a cada dia devido à doenças gastrointestinais no planeta. Calcula-se que 88% das mortes causadas por diarreia podem ser atribuídas a práticas de higiene precárias, abastecimento de água inadequado para o consumo e deficiência no acesso ao saneamento (UNICEF, 2006).

De várias maneiras a água pode afetar a saúde do homem: pela ingestão direta, na preparação de alimentos; na higiene pessoal, na agricultura, na higiene do ambiente, nos processos industriais ou nas atividades de lazer (FUNASA, 2006).

A FUNASA (2006) distribui os riscos para a saúde relacionados com a água em duas categorias:

Riscos relacionados com a ingestão de água contaminada por agentes biológicos (bactérias, vírus, e parasitos), pelo contato direto, ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico; Riscos derivados de poluentes químicos e radioativos, geralmente efluentes de esgotos industriais, ou causados por acidentes ambientais. Em função das precárias condições de saneamento dos países em desenvolvimento, as doenças de veiculação hídrica, como enterites, diarreias infantis e doenças endêmicas/ epidêmicas (como a cólera e a febre tifóide), têm sido responsáveis por uma das principais fontes de morbidade e mortalidade em nosso meio (FUNASA, 2006).

As doenças de veiculação hídrica são, em grande parte, ocasionadas por microorganismos patogênicos de origem entérica transmitidos pela rota fecal-oral, isto é, excretados nas fezes de pessoas infectadas e ingeridos por outras, por alimentos contaminados por água poluída por fezes ou o consumo direto da água. (GRABOW, 1996 apud CASTANIA, 2009).

As crianças requerem uma atenção especial, devido estarem no grupo de vulneráveis aos efeitos dos riscos ambientais, ou seja, elas recebem maior exposição por peso corporal do que os adultos. A falta de saneamento ameaça a sobrevivência das crianças, uma vez que um ambiente contaminado por resíduos fecais está diretamente ligado à doenças gastrointestinais, uma das principais causas de mortes de crianças menores de cinco anos (CASTANIA 2009).

### 3.4 Fatores estruturais e qualidade da água consumida

#### 3.4.1 Poços (águas subterrâneas)

A qualidade das águas subterrâneas, a princípio, se dá pela dissolução dos minerais presentes nas rochas que constituem os aquíferos por ela percolados. Mas, ela pode sofrer a influência de outros fatores como composição da água de recarga, tempo de contato água/meio físico, clima e até mesmo a poluição causada pelas atividades humanas. A qualidade é definida pelas características físicas, químicas e biológicas da água. Dentro dos valores encontrados para cada um destes parâmetros, é possível estabelecer os diferentes usos: consumo humano, irrigação, industrial e outros (BRASIL, 2001).

A poluição das águas subterrâneas é geralmente difícil de detectar, de monitoramento oneroso e muito prolongado. Na maioria das vezes, a contaminação só é descoberta no momento em que substâncias nocivas aparecem nos reservatórios de água potável, quando a poluição já se espalhou sobre uma grande área. A despoluição da água subterrânea é particularmente demorada e cara, através de sofisticadas tecnologias (BRASIL, 2001).

As condições das edificações, higiênico-sanitárias e a localização dos poços constituem fatores importantes que estão diretamente ligados à saúde das pessoas que consomem a água, especialmente em relação às crianças que são mais vulneráveis às doenças de veiculação hídrica (CAPP, 2012). De acordo com Capp, a profundidade pode reduzir a possibilidade de contaminação por substâncias que possuem baixa mobilidade no solo e os poços mais rasos são mais susceptíveis a contaminação das águas por fossas, deposição inadequada dos resíduos e de água servida a céu aberto.

Um poço artesiano perfurado, de acordo com as normas técnicas e dentro de uma tecnologia que possibilite a maior segurança possível, buscam no subsolo os chamados

aquíferos, regiões de alta concentração de água infiltrada em rochas e sedimentos preenchendo todos os poros e fraturas (PALUDO, 2010). Esse processo equivale a uma filtragem natural.

### 3.4.2 Reservatórios e Distribuição de água

A Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 12217/1994 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define reservatório de distribuição como elemento do sistema de abastecimento de água destinado a regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição.

O reservatório pode ser construído em torre elevada, apoiado na laje de cobertura da edificação ou ser enterrado. Ele é composto por boia com registro (torneira que controla a entrada de água), uma saída para limpeza e um extravasor (BRASIL, 2007)

Os reservatórios são encontrados em diversas formas e materiais, podendo ser de polietileno, de fibra de vidro, de fibrocimento (com ou sem amianto), de aço inox ou ainda de concreto, todos com capacidade de armazenamento variadas (BRASIL, 2007).

Para que o reservatório não comprometa a qualidade da água que será consumida faz-se necessário seguir as recomendações da Resolução de Diretoria Colegiada Nº 91, de 30 de junho de 2016 da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) que dispõe de boas práticas para o sistema de abastecimento de água ou solução alternativa coletiva de abastecimento de águas em portos, aeroportos e passagens fronteiras, trata em seu Artigo 12, de Seção IV sobre o Sistema de Reservação de Água para Consumo Humano, elencando que os reservatórios devem atender as seguintes demandas:

- I- possuir tampas de inspeção e passagens dimensionadas para permitir a entrada de um homem em todos os compartimentos, visando à inspeção e higienização do reservatório;
- II- as superfícies internas devem ter ângulos e cantos arredondados, sem emendas, manualmente acessíveis, ausentes de reentrâncias e saliências, de forma a impedir a proliferação de microrganismos, bem como permitir total assepsia do seu interior;
- III- ser concebido de forma a permitir o escoamento total da água;
- IV- as torneiras, conexões e outros componentes devem ser de fácil retirada e montagem para permitir a limpeza e desinfecção;

V- as tampas, bem como outros acoplamentos devem ter tal estanqueidade de forma a impedir vazamentos, e/ou a entrada de corpos estranhos, como líquidos, poeiras, insetos e animais.

VI- as tampas devem estar instaladas sobre bordas de abertura, suficientemente elevadas acima da face superior externa do reservatório, de forma a impedir a entrada de água da chuva ou de qualquer outro veículo de contaminação difusa.

A mesma RDC, diz ainda em seu Art. 13 que os reservatórios devem ser limpos e desinfetados, por profissionais qualificados para realização da atividade, a cada 180 (cento e oitenta) dias ou após a realização de obras de reparo e sempre que houver suspeita de contaminação.

As leis que regem sobre limpeza de caixa d'água são, em sua maioria, estaduais ou municipais, por esse motivo, utilizou-se a RDC nº 91 como embasamento para a presente pesquisa.

### 3.4.3 Bebedouros

O emprego das instalações de água gelada, usada nos bebedouros, é recomendável em escolas em função da facilidade e do conforto, dispensando o uso da geladeira pelos alunos. Brasil (2007) recomenda que seja instalado, no mínimo, um bebedouro para cada 75 pessoas em escolas, e seja estimado um consumo de 1 litro de água por pessoa, por dia.

Os bebedouros possuem um sistema de filtração de água composto por certos tipos de refis que são responsáveis pela retenção de impurezas, odores e sabores na água. Para um melhor funcionamento do equipamento, é necessária a troca do sistema de filtração (dependendo do fabricante, da condição e do consumo de água) a cada seis meses (IBBL, 2017).

Os bebedouros são fontes potenciais de contaminação de forma direta através da água ou indireta a partir do contato com o aparelho, pois são utilizados por muitas pessoas com hábitos de higiene desconhecidos (MELLO & RESENDE, 2015).

## 3.5 Legislação e parâmetros de Potabilidade d'água destinada ao consumo humano

A Portaria 2.914 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, constitui atualmente a principal legislação para assegurar o acesso da população brasileira a água potável (BRASIL, 2011). Tal é a quinta versão da norma brasileira de qualidade da água para consumo que, desde 1977 vem passando por revisões periódicas (RIBEIRO, 2012).

Por definição da portaria, água potável é a água destinada ao consumo humano que atenda o conjunto de valores máximos permitidos (VMP) de cada parâmetro físicos, químicos e microbiológicos descrito a seguir (BRASIL, 2011).

### 3.5.1 Parâmetros Físicos

Os parâmetros físicos, em geral estão relacionados às características estéticas e organolépticas da água, tais como turbidez, cor, sólidos totais dissolvidos, dentre outros. Estes quando apresentam valores acima do permitido causa impacto imediato ao consumidor, podendo concorrer para a recusa no consumo da água distribuída a população (LIBANO, 2011). Daí a importância do monitoramento destes parâmetros.

### 3.5.2 Parâmetros químicos

Os parâmetros químicos levam em consideração a presença de substâncias químicas (orgânicas e inorgânicas) que representam risco a saúde da população, podendo ser de origem natural, decorrente de o elevado poder solvente da água, ou antrópica (poluição) (BRASIL, 2006).

Os valores máximos permitidos de cada substância química na água definidos pela Portaria 2.914 levam em consideração a abordagem da avaliação, que estima a concentração limite que, em tese, poderia ser ingerida continuamente ao longo de toda a vida sem risco considerável à saúde (Ribeiro, 2012).

### 3.5.3 Parâmetros Microbiológicos

Consiste na utilização de microrganismos facilmente identificáveis, cuja ocorrência na água está relacionada à presença de organismos patogênicos, ou seja, são os chamados os organismos indicadores (FUNASA, 2014). A Portaria 2.914/2011 utiliza as bactérias do grupo coliforme como indicador microbiológico de água contaminada. (BRASIL, 2011).

O grupo dos coliformes totais inclui em rol de bactérias ambientais que podem ser encontradas nas fezes, vegetação e no solo, são capazes de fermentar a lactose e produzir ácido ou aldeído em 24 horas de 35 a 37°C. Seus principais representantes pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*. Um subgrupo das bactérias do grupo coliformes são as bactérias termotolerantes, cuja tem capacidade de fermentar a lactose a  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  em 24 horas. A *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal constitui o principal representante deste subgrupo (Brasil, 2004).

A água potável destinada ao consumo humano no ponto de vista microbiológico, deve estar ausente de coliformes totais e termotolerantes em 100 mL de amostra de água, o que é considerado inofensivo à saúde do homem. Caso seja confirmada a presença destes indicadores na amostra, o responsável pelo sistema e solução alternativa de abastecimento de água devem informar à autoridade de saúde pública as medidas corretivas tomadas (BRASIL, 2011).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Área de estudo**

A área de estudo está localizada no município de Santarém, terceiro maior município do estado do Pará, em número de população na ordem de 294.580 habitantes (IBGE, 2010). Situa-se na margem direita do rio Tapajós, afluente do rio Amazonas, nas coordenadas, 02° 24' 52" S 54 ° 42' 36" W, distante 807 km, em linha reta da capital Belém (Prefeitura de Santarém, 2010).

De acordo com a Secretaria Municipal de Educação e Desporto (SEMED), o município de Santarém possui 30 instituições destinadas à educação infantil, distribuída entre área urbana, planalto e ribeirinha. Destas, 1(uma) é Centro de Educação Infantil (CEI), 7(sete) Escolas Municipais de Ensino Infantil (EMEI) e 22(vinte e duas) Unidades Municipais de Educação Infantil (UMEI).

Para este estudo foram consideradas apenas as 18 Unidades Municipais de Educação Infantil (UMEI) localizadas na área urbana do município (Figura 1). O critério utilizado para a escolha destas instituições se deu pela localização geográfica, visto que estão localizadas na área urbana e concentra o maior número de crianças (aproximadamente 2221) assistidas por estas instituições.

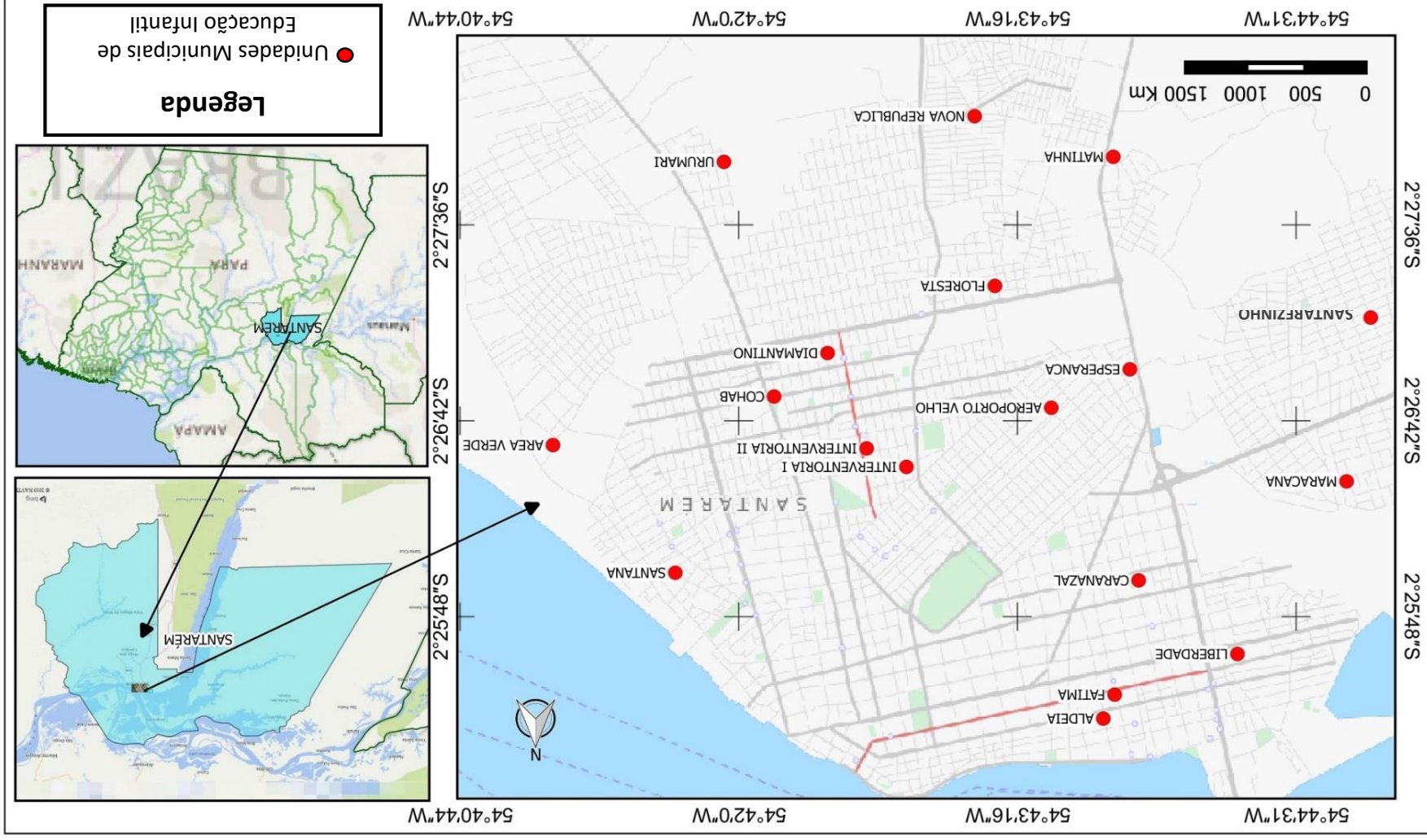


Figura 1 : Mapa de Localização da área de estudo. Fonte: Elison Mota.

## 4.2 Delineamento Experimental

Foram coletadas 46 (quarenta e seis) amostras de água, destas 12 (doze) foram coletadas na fonte, sendo 7 (sete) em poços particulares das UMEI's e 5 (cinco) da rede pública de abastecimento; 17 (dezessete) no reservatório; 13 (treze) na torneira do bebedouro; e 4 (quatro) no filtro da cozinha (Quadro 1). Todos as Unidades foram georreferenciados através do GPS GARMIN, modelo ETREX 60.

**Quadro 1** Descrição dos pontos de coletas e coordenadas geográficas.

(Continua)

UMEI /Bairro	Ponto de coleta	Coordenas
UMEI 1 – Maracanã	Fonte	S02°26'25,3"w054°44'44,9"
	Reservatório	
	Bebedouro	
UMEI 2 - Santarenzinho	Fonte	S02°26'06,9"w054°44'15,0"
	Reservatório	
	Bebedouro	
UMEI 3 – Fátima	Reservatório	S02°25'26,5"w054°43'42"
	Bebedouro	
UMEI 4 – Liberdade	Reservatório	S02°25'37,7"w054°44'15,3"
	Bebedouro	
UMEI 5 – Aldeia	Fonte	S02°25'19,9"w054°43'38,9"
	Reservatório	
	Bebedouro	
UMEI 6 – Esperança	Fonte	S02°26'56,2"w054°43'46,1"
	Reservatório	
	Bebedouro	
UMEI 7 – Matinh	Reservatório	S02°27'54,8"w054°43'41,6"
	Bebedouro	
UMEI 8 – Caranazal	Fonte	S02°25'58,0"w054°43'48,5"
	Reservatório	
	Bebedouro	
UMEI 9 - Interventoria I	Fonte	S02°26'29,3"w054°42'45,5"
	Reservatório	
	Bebedouro	
UMEI 10 – Floresta	Fonte	S02°27'19,2" w054°43'09,5"
	Reservatório	
	Bebedouro	
UMEI 11 - Nova República	Fonte	S02°28'06,0" w054°43'04,0
	Reservatório	
	Bebedouro	
UMEI 12 – Diamantino	Reservatório	S02°27'00,7"w054°42'24,1"
	Bebedouro	
UMEI 13 - Interventoria II	Reservatório	S02°26'34,4"w054°42'34,7"
	Bebedouro	
UMEI 14 - Aeroporto Velho	Fonte	S02°26'45,6"w054°43'24,8"

**Quadro 2** Descrição dos pontos de coletas e coordenadas geográficas.

(Conclusão)

	Reservatório	
	Bebedouro	
UMEI 14 - Aeroporto Velho	Fonte	S02°26'45,6"w054°43'24,8"
	Reservatório	
	Bebedouro	
UMEI 15 – Urumari	Reservatório	S02°27'53,4"w054°41'56,0"
	Bebedouro	
UMEI 16 – Cohab	Fonte	S02°26'48,7"w054°42'09,6"
	Reservatório	
UMEI 17 - Área Verde	Fonte	S02°26'35,3"w054°41'09,6"
	Reservatório	
	Bebedouro	
UMEI 18 – Santana	Fonte	S02°26'00,1"w054°41'42,8"
	Reservatório	
	Bebedouro	

Foram considerado os parâmetros físicos (cor verdadeira, turbidez e condutividade, sólido totais dissolvidos), químicos (pH, alcalinidade, dureza, ferro total, Nitrito e amônia), e microbiológicos (Coliformes Totais e Termotolerantes) para avaliar a potabilidade das águas consumidas nas UMEI's.

As amostras para a condução deste estudo foram coletadas entre a segunda quinzena de dezembro de 2016 e primeira quinzena de janeiro de 2017.

### 4.3 Procedimentos técnicos para a coleta d'água

Os procedimentos de coleta, conservação, transporte e análise das amostras de água seguiram as recomendações indicadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater-APHA-AWWA-WPCF (2005) e NBR 9898- Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.

Todos os pontos amostrais (extravasor na saída do poço ou entrada de distribuição da rede pública, torneira na saída do reservatório e torneira do bebedouro) para análise bacteriológica foram higienizados e flambados, a torneira permaneceu ligada de 1 a 3 minutos e em seguida foi coletada a amostra em frasco estéril âmbar 250 mL com solução de tiosulfato de sódio (Figura 2-A) e (Figura 2-B).

As amostras destinadas as análises físicas e químicas foram coletadas em frasco de polipropileno 1000 mL. Todos os recipientes estavam previamente lavados e etiquetados por data e pontos de coleta.

Após a coleta, as amostras foram condicionadas em caixa térmica sob-refrigeração e transportada até o laboratório de Biologia ambiental na Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA, no campus Rondon para a realização das análises pertinentes (Figura 1-C).



**Figura 2** Sequência das procedimentos técnicos adotados antes da coleta (A), durante a coleta (B), e após a coleta (C). Fonte: Samira Bechara, 2016.

#### 4.4 Procedimentos analíticos

Para avaliar a potabilidade da água foram considerados 12 parâmetros de acordo com os métodos analíticos descritos no APHA *Standard Methods for the Examination Of water And Wastewater* (APHA, 2005),

Os parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (TDS) foram determinados pelo multiparâmetro portátil marca Lovibond® Water Testing modelo Senso Direct 150, previamente calibrado. O eletrodo do pH, sonda da condutividade elétrica e TDS foram introduzidos, em momentos distintos, um tubo de falcon com amostra para medição do valor (Figura 2). O pH foi aferido *in situ* pelo método potenciometria (Cód.: 4500-H B), já a condutividade e o TDS em laboratório pelo método da Condutivimetria (Cód.: 2510 A) e Potenciometria (Cód.: 2510-A), respectivamente (Figura 3).



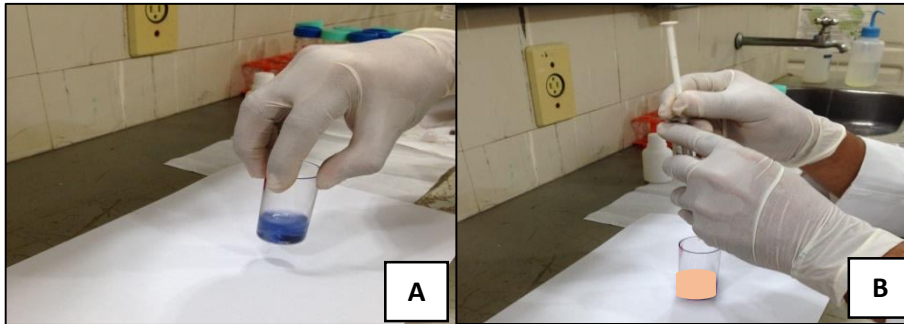
**Figura 2** Multiparâmetro utilizado para determinação do pH, condutividade elétrica e TDS. Fonte: Samira Bechara, 2016.

A turbidez foi determinada através do Turbidímetro, marca PoliControl, modelo AP-2000-IR, pelo método Nefelométrico (Cód.: 2510A) com amostra de água não filtrada (Figura 4-A). Já para determinação da cor a amostra de água foi previamente filtrada e comparada com o padrão cobalto platina através do fotômetro de cor da marca HANNA, modelo HI 93727, segundo o método Colorimétrico (Código: 2120 C), (Figura 4-B).



**Figura 4** Turbidímetro (A) e Colorímetro (B) utilizados para determinação turbidez e cor, respectivamente. Fonte: Samira Bechara, 2016.

A dureza total e alcalinidade total foram realizadas segundo o método da titulação Com EDTA (Cód.: 3500- Ca B) e da titulação com  $H_2SO_4$  (Cód.: 2320- B) respectivamente. Abaixo estão apresentados os pontos de viragem da Dureza (Figura 5-A) e da Alcalinidade (Figura 5-B)



**Figura 5** Ponto de viragem da dureza (A), e ponto de viragem da Alcalinidade (B).  
Fonte: Samira Bechara, 2016.

O nitrito, Ferro total e amônia foram determinados com o auxílio de um espectrofotômetro de absorção molecular, da marca Biospectro modelo SP 220 (Figura 6). O método da N- (1- naftyl)-etilenodiamina (Cód.: 4500NO<sub>3</sub>) foi utilizado para analisar o nitrito e a amônia; e o método Orto- Fenatrolina (Cód.: 3500-Fe A) para determinar o Ferro total. Para o nitrito foi utilizado o comprimento de onda 570 nm, Ferro 530 nm e a amônia 420 nm. As amostras para análises de nitrito e amônia foram previamente filtradas em filtros de fibra de vidro (0,45 µm de poro, Gelman Sciences).



**Figura 6** Espectrofotômetro utilizado na análise do Ferro, Nitrito e Amônia. Fonte: Samira Bechara, 2016.

A determinação dos coliformes Totais e Termotolerantes seguiu a método da Membrana filtrante-meio Endo (Cód.: 9222 D), que consistiu em filtrar 100 mL de amostra de água através de membrana filtrante de acetato de celulose com porosidade de 0,45µm e posterior cultura em meio seletivo em placa de petri (Figura 6-A). A amostra foi incubada por 24 horas a 37°C em estufa bacteriológica para a formação das colônias (Figura 6-B), após este período foi realizado

a contagem das colônias formadas com auxílio de um microscópio estereoscópico (Figura 7-C). O resultado foi expresso em unidades formadoras de colônias (UFC/mL).



**Figura 7** equipamentos utilizados na análise microbiológica: Conjunto de Filtração (A), Estufa bacteriológica (B), Estereoscópio. Fonte: Samira Bechara: 2016.

#### 4.5 Avaliação da qualidade da água consumida nas Unidades Municipais de Educação Infantil – UMEI's no Município de Santarém

Avaliou-se o padrão de qualidade d'água consumida nas UMEI's localizadas na área urbana do município de Santarém, quanto à potabilidade, através da Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, a qual determina os VMP dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos que a água destinada ao consumo humano deve atender, assim, amostras de água com valores acima do recomendado foram consideradas impróprias para o consumo. Os parâmetros, unidades e respectivos VMP considerados neste estudo estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1**-Descrição dos parâmetros analíticos, unidades e (VMP) considerados nestes estudos.

(Continua)

Parâmetros Físicos-Químicos e Microbiológicos	Unidade	VPM
Cor Verdadeira	uH	15
Potencial hidrogeniônico-pH	-	6 - 9,5
Dureza Total	mg/L	500
Alcalinidade total	mg/L de CaCO <sub>3</sub>	N.F.R <sup>1</sup>
Sólidos Totais dissolvidos	mg/L	1000

<sup>1</sup> Não Faz Referência

**Tabela 1**-Descrição dos parâmetros analíticos, unidades e (VMP) considerados nestes estudos.

		(Conclusão)
<b>Condutividade elétrica</b>	$\mu\text{S/cm}$	N.F.R <sup>2</sup>
<b>Ferro Total</b>	mg/L	0,3
<b>Nitrito</b>	mg/L NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1
<b>Amônia</b>	mg/L	1,5
<b>Turbidez</b>	uT	5
<b>Coliformes Totais</b>	100 mL	0
<b>Coliformes Termotolerantes</b>	100 mL	0

<sup>1</sup> Não faz referência

#### 4.6 Identificação das condições sanitárias na fonte de abastecimento, armazenamento e bebedouros

As informações sobre as condições sanitárias foram coletadas por meio de questionário semi estruturado, aplicado ao coordenador da unidade e observações em campo (Apêndice A)

O questionário era composto por 14 perguntas referentes ao horário de funcionamento da instituição, número de alunos assistidos, fonte de abastecimento de água; profundidade (quando se tratar de poço); frequência de limpeza dos reservatórios e bebedouros; estado de conservação e limpeza da fonte de abastecimento, reservatórios e bebedouros, tais como, distância entre a fonte de abastecimento (quando se trata de poço) e fossa séptica; distância entre bebedouro e banheiro e existência de fonte de contaminação externas ao estabelecimento.

#### 4.7 Métodos estatísticos

Para análise dos resultados foram utilizados as seguintes técnicas estatísticas: Estatística descritiva básica a qual proporcionou faixa de variação dos valores mínimos, máximos e médios e desvio padrão das variáveis para os três pontos de coleta (Fonte, reservatório, e bebedouro) e análise de variância (ANOVA) para testar a diferença entre os parâmetros de qualidade de água das entre UMEI's por Bairros de localização assim como para testar a qualidade da água

quanto a origem (UMEI abastecida pela COSANPA e UMEI com fonte poço próprio).  
Realizou-se todos os testes estatísticos através do programa STATISTICA 7.0

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1- Parâmetros físico-químicos e microbiológicos indicadores de qualidade da água dos das UMEI's

Ao analisar possíveis diferenças nos valores de qualidade da água através de análise variância (ANOVA) não se observou diferenças significativas para nenhum dos parâmetros investigados entre os três pontos de coleta (fonte, bebedouro e caixa d'água). Desta forma, os resultados apresentados a seguir referem-se aos valores máximos e mínimos, médios e desvio padrão (d.p) a partir dos três pontos de coleta.

Os valores obtidos para os parâmetros físicos foram os seguintes: A Condutividade elétrica variou de 4  $\mu\text{m}/\text{cm}$  (UMEI – Nova República) a 375 $\mu\text{m}/\text{cm}$  (UMEI- Santana), com média de  $162,31 \pm 129,9\mu\text{m}/\text{cm}$ . A turbidez apresentou valores mínimos de 0,02 UNT (nas UMEI's do Maracanã, Santarezinho, Fátima, Aldeia, Esperança, Matinha, Caranazal, Interventoria I, Floresta, Nova República, Diamantino, Interventoria II, Aeroporto, Velho, Urumari, Cohab, Área Verde, Santana) e máximo de 2,59 UNT (UMEI – Maracanã), com média de  $0,11 \pm 0,46$  UNT. A cor foi o único parâmetro que não identificou - se variação, sempre com valores abaixo do limite de detecção do aparelho que é menor que 10 uH.

Para os parâmetros químicos o pH das águas das UMEI's apresentou-se na faixa ácida, variando de 3,65 (UMEI - Maracanã) a 5,8 (UMEI - Fatima), com média de  $4,34 \pm 0,63$ . Estes baixos valores característicos da região encontram-se próximos aos valores de 4,0 a 4,7 reportados por Tancredi no 1996 para as águas subterrâneas da região.

A dureza variou de 4,00 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  (UMEI - Santarezinho, Nova República, Urumari ) a 56,00 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  (UMEI - Caranazal), com média de  $20,65 \pm 14,70$  mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , o que caracteriza as amostras de água como de dureza Moderada (LIBANO, 2010). A alcalinidade também apresentou valores baixos variando de 0,00 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  (UMEI – Maracanã, Fátima, Liberdade, Aldeia, Caranazal, Diamantino, Interventoria II, Cohab, Área Verde e Santana) a 27,90 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  (UMEI Interventoria I), com média de  $3,98 \pm 6,85$  mg/L de  $\text{CaCO}_3$ .

A concentração de ferro foram baixas, situando-se entre o intervalo de 0.00 mg/L (UMEI - Santarezinho, Fátima, Liberdade, Aldeia, Esperança, Matinha, Caranazal, Interventoria I, Floresta, Nova República, Diamantino, Interventoria II, Aeroporto, Urumari,

Cohab, Área Verde, Santana) a 0,07 mg/L (UMEI - Maracanã). Os totais de sólidos dissolvidos variou de 11,80 ppm (UMEI - Santarezinho) a 252 ppm (Santana), com média de  $109,63 \pm 86,16$ .

Os valores de nitrito foram altos, compreendidos entre 0,00 (UMEI – Maracanã, Santarezinho, Fátima, Aldeia, Esperança, Matinha, Caranazal, Interventoria I, Floresta, Nova República, Diamantino, Interventoria II, Aeroporto, Velho, Urumari, Cohab, Área Verde, Santana) a 0,09 mg/L (UMEI - Floresta). A amônia registrou valores baixos variando de 0,00 mg/L (UMEI- Esperança, Interventoria I) a 0,83 mg/L (UMEI- Floresta).

Em relação aos parâmetros microbiológicos os Coliformes totais apresentaram valores altos, compreendidos de 0,00 UFC/100 mL (UMEI – Santarezinho, Esperança, Caranazal, Interventoria I, Nova República, Interventoria II, Aeroporto Velho, Cohab, Santana) a 2161 UFC/100 mL (UMEI- Uruimari), com média de  $140,43 \pm 406,83$  UFC/100 mL. A ocorrência de Coliformes Termotolerantes foi mais discreta, variando de 0,00 (UMEI - Maracanã, Santarezinho, Fátima, Aldeia, Esperança, Matinha, Caranazal, Interventoria I, Floresta, Nova República, Diamantino, Interventoria II, Aeroporto, Velho, Urumari, Cohab, Área Verde, Santana) a 37 UFC/100 mL (UMEI – Urumari), com média de  $1,02 \pm 5,55$  UFC/100 mL. Os valores absolutos dos parâmetros descritos acima estão apresentados na Tabela 1, por bairro e pontos de coleta nas UMEI's.

**Tabela 3:** Valores absolutos dos parâmetros físico, químicos e microbiológicos referentes aos 46 pontos de coleta (fonte, reservatório e bebedouro) das UMEI's.

(Continua)

UMEI/Bairro	Ponto de Coleta	Cond <sup>1</sup>	TDS <sup>2</sup>	Turb	Cor	pH	DT <sup>4</sup>	AT <sup>5</sup>	FT <sup>6</sup>	NO <sub>2</sub>	NH <sup>4+</sup>	C. To <sup>7</sup>	C. Ter <sup>8</sup>
Maracanã	Fonte	197,6	141	1,8	10	3,8	16	0	0,03	0	0,07	201	0
	Reservatório	147	98,1	2,59	10	3,86	16	0	0,07	0	0,05	5	0
	Bebedouro	182,5	112,2	0,02	10	3,91	16	0	0	0	0,03	21	0
Santarenzinho	Fonte	19,8	13,2	0,02	10	4,45	4	4	0	0	0,37	0	0
	Reservatório	16,9	11,8	0,02	10	4,6	4	4	0	0	0,03	52	0
	Bebedouro	19,1	13	0,02	10	4,34	8	4	0	0	0,03	0	0
Fátima	Fonte	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Reservatório	289	192	0,02	10	3,82	32	0	0	0	0,04	3	0
	Bebedouro	302	203	0,02	10	5,8	40	0	0	0	0,04	3	0
Liberdade	Fonte	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Reservatório	187,5	124,4	0,02	10	3,97	24	0	0	0,0003	0,12	1	0
	Bebedouro	191,7	127	0,02	10	3,91	24	0	0	0	0,1	2	8
Aldeia	Fonte	341	223	0,02	10	3,7	44	0	0,03	0	0,07	5	0
	Reservatório	346	227	0,02	10	3,7	54	0	0	0	0,02	413	0
	Bebedouro	342	228	0,02	10	3,73	40	0	0	0	0,01	1512	0
Esperança	Fonte	24,1	16,5	0,02	10	4,36	12	4	0	0	0	0	0
	Reservatório	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Bebedouro	33,4	22	0,02	10	5,06	20	4	0,02	0	0	0	0
Matinha	Fonte	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Reservatório	19	12,8	0,02	10	4,36	8	8	0	0	0,01	5	0
	Bebedouro	19,2	12,7	0,02	10	4,44	8	8	0	0	0,02	3	0
Caranazal	Fonte	318	210	0,02	10	3,71	56	0	0	0	0,11	0	0
	Reservatório	316	209	0,02	10	3,85	44	0	0	0	0,04	15	0
	Bebedouro	304	202	0,02	10	4,1	48	0	0	0	0,04	1	0

**Tabela 4:** Valores absolutos dos parâmetros físico, químicos e microbiológicos referentes aos 46 pontos de coleta (fonte, reservatório e bebedouro) das UMEI's.

(Continua)

UMEI/Bairro	Ponto de Coleta	Cond <sup>1</sup>	TDS <sup>2</sup>	Turb	Cor	pH	DT <sup>4</sup>	AT <sup>5</sup>	FT <sup>6</sup>	NO <sub>2</sub>	NH <sup>4+</sup>	C. To <sup>7</sup>	C. Ter <sup>8</sup>
Interventoria I	Fonte	4	18,5	0,02	10	4,69	8	27,9	0	0	0	0	0
	Reservatório	4	17,1	0,02	10	5,5	8	25,7	0	0	0,02	1	0
	Bebedouro	4	17	0,02	10	5,57	8	25,9	0	0	0,02	1	0
Floresta	Fonte	210	137	0,02	10	5,06	28	12	0	0	0,83	8	0
	Reservatório	200	133	0,02	10	5,57	28	12	0	0	0,79	399	0
	Bebedouro	201	132	0,02	10	5,5	28	8	0	0,09	0,7	440	0
Nova República	Fonte	23,6	15,4	0,02	10	4,43	4	4	0	0	0,02	0	0
	Reservatório	25	16,5	0,02	10	4,25	4	4	0	0	0,03	0	0
	Bebedouro	24,9	16,5	0,02	10	4,32	4	4	0	0	0,01	0	0
Diamantino	Fonte	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Reservatório	240	159	0,02	10	3,7	24	0	0	0	0,04	25	0
	Bebedouro	227	151	0,02	10	3,85	24	0	0,029	0	0,055	8	0
Interventoria II	Fonte	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Reservatório	282	187	0,02	10	3,78	32	0	0	0	0,05	2	0
	Bebedouro	266	179	0,02	10	4	24	0	0	0	0,05	0	0
Aeroporto Velho	Fonte	26,1	17,7	0,02	10	4,48	8	4	0,017	0	0,01	0	0
	Reservatório	20,2	13,5	0,02	10	5,02	8	4	0	0	0,01	109	0
	Bebedouro	21,5	14,4	0,02	10	5,64	8	4	0	0	0,06	20	0
Urumari	Fonte	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Reservatório	42,7	26,9	0,02	10	4,36	4	4	0,03	0	0,02	900	0
	Bebedouro	39,1	25,6	0,02	10	5,14	8	8	0	0	0,02	2161	37
Cohab	Fonte	306	202	0,02	10	3,7	24	0	0	0	0,055	0	0
	Reservatório	294	194	0,02	10	3,65	24	0	0	0	0,06	1	0
	Bebedouro	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

**Tabela 5:** Valores absolutos dos parâmetros físico, químicos e microbiológicos referentes aos 46 pontos de coleta (fonte, reservatório e bebedouro) das UMEI's.

(Conclusão)

	Ponto de Coleta	Cond <sup>1</sup>	TDS <sup>2</sup>	Turb	Cor	pHh	DT <sup>4</sup>	AT <sup>5</sup>	FT <sup>6</sup>	NO <sub>2</sub>	NH <sup>4+</sup>	C. To <sup>7</sup>	C. Ter <sup>8</sup>
Área Verde	Fonte	102	67,8	0,02	10	4,07	8	0	0	0	0,02	45	0
	Reservatório	101,8	68	0,02	10	4,03	8	0	0	0	0,02	82	2
	Bebedouro	145,7	96,6		10	4,06	12	0	0,01	0	0,01	16	0
Santana	Fonte	300	241	0,02	10	3,73	28	0	0	0	0,07	0	0
	Reservatório	365	246	0,02	10	3,76	28	0	0,01	0	0,06	0	0
	Bebedouro	375	252	0,02	10	4,39	40	0	0	0,05	0,08	0	0
<b>VMP<sup>9</sup></b>		<b>N.F.R<sup>10</sup></b>	<b>1000</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>6 - 9,5</b>	<b>500</b>	<b>N.F.R</b>	<b>0,3</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>	<b>Aus<sup>11</sup></b>	<b>Aus</b>

<sup>1</sup>Condutividade elétrica; <sup>2</sup>Sólidos Totais Dissolvidos; <sup>3</sup> Turbidez; <sup>4</sup>Dureza Total; <sup>6</sup>Ferro Total; <sup>7</sup>Coliformes Totais; <sup>8</sup>Coliformes Termotolerantes; <sup>9</sup>Valor Máximo Permitido;

<sup>10</sup>Não faz Referência; <sup>11</sup>Ausência em 100 mL; \* Não analisado.

Apesar de o indicador Potencial hidrogeniônico apresentar valor inferior ao mínimo recomendado pela norma correspondente, a água não encontra-se fora dos padrões de potabilidade da portaria 2.914, visto que trata de uma característica natural das águas subterrâneas da região Amazônica, sendo as amostras de água, portanto consideradas adequadas ao consumo humano em relação a tal parâmetros.

No que tange aos parâmetros microbiológicos, os resultados da análise demonstraram contradição ao que a norma preconiza (ausência de coliformes totais e termotolerantes (*E. coli*) no sistema de distribuição em 100 mL de amostra de água) visto que foram detectadas a presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes em 67,4% e 4% respectivamente, das amostras, caracterizando a água como imprópria para o consumo.

A presença destes microrganismos indicadores em amostras de água destinada ao consumo humano em unidades de educação infantil já foram detectadas em outros estudos brasileiros como o de Sousa (2015), que detectou a presença de coliformes totais e termotolerantes em 100 % das amostras de água analisadas nos bebedouros de uma creche no município de Coremas-PB. O presente estudo também corrobora com os estudos de Souza et al., (2015), que ao analisar a qualidade da água consumida por crianças em Unidades de Educação Infantil (UEI) na cidade de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte constatou a presença de coliformes totais e Termotolerantes 60,6% das unidades estudadas.

## 5.2 – Identificação de aspectos sanitários e estruturais na fonte de abastecimento, reservatório e bebedouro

Com base nas observações em campo e informações obtidas por meio do questionário, notou-se que as possíveis causas de contaminação microbiológica nos poços particulares (Fonte de abastecimento que apresentou maior contaminação – UMEI's - Maracanã, Aldeia, Floreta, Urumari, Área verde) possivelmente estejam relacionadas à profundidade dos poços, pois para Oliveira et al., (2001) a região oeste do Pará apresentam lençóis freáticos rasos e estes aquíferos são mais susceptíveis as ações antrópicas (LIBANO, 2011).

As outras características consideradas neste estudo (distância entre poço e fossa) estavam em conformidade com a NBR 7229/93 da ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas que determina uma distância mínima de 15 metros entre fossa séptica e poço.

Para os reservatórios, os itens considerados para identificar as possíveis causas de contaminação foram: frequência de limpeza e condição do reservatório (livres de rachaduras, vazamentos, infiltrações, deslocamentos, possuindo tampa e revestimento que não comprometam a qualidade da água) recomendados pela RDC 91/2016 – ANVISA, assim, diante dos resultados, observou-se que a maioria, com exceção de uma instituição (UMEI – Interventoria II ) apresentaram conformidade com o período de limpeza (6 meses), além disso, todos os reservatórios apresentaram boas condições.

Quanto aos bebedouros foram identificados alguns problemas relacionados ao estado de conservação, tais como revestimento enferrujado, empoeirado, não funcionamento de algumas torneiras e a não troca de filtros no período recomendado.



**Figura 8:** Situação do bebedouro de uma UMEI.  
Fonte: Samira Bechara, 2016.

### 5.3 – Comparação dos perfis dos parâmetros de qualidade da água das UMEI's por bairro de localização

De um total de doze parâmetros de qualidade da água considerados, foram encontradas diferenças significativas nos valores de oito parâmetros, entre as dezoito UMEI's, sendo eles: pH, dureza, alcalinidade, condutividade, amônia, turbidez, TDS e coliformes totais.

O potencial hidrogeniônico (pH) representa o equilíbrio entre íons  $H^+$  e íons  $OH^-$  indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7); sendo calculado na escala antilogarítmica. As alterações do pH da água depende de sua origem

e características naturais (dissolução de rochas, fotossíntese) mas pode ser alterado pela introdução de resíduos (MIRANDA, 2007).

Este parâmetro apresentou diferença significativa ( $F_{17, 28} = 5,3093$ ,  $p = 0,000$ ) entre diferentes bairros onde as UMEI's estão localizadas, sendo os bairros Floresta e Interventoria I aqueles com valores mais elevados, conforme representado na Figura 9.

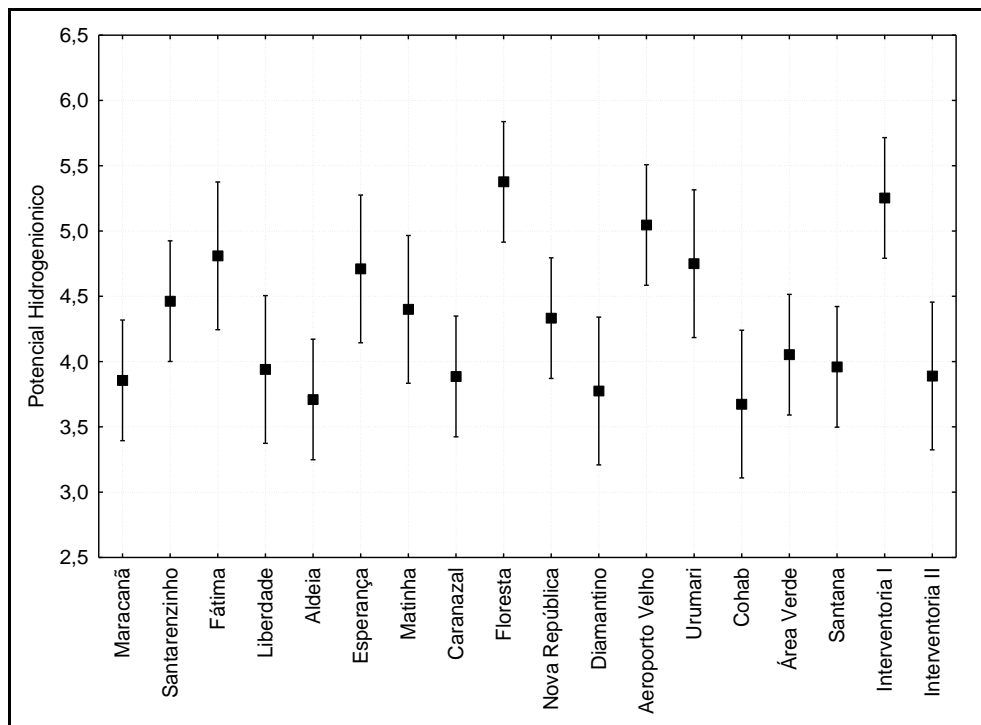


Figura 9- Valores médios de pH na água consumida pelas UMEI's por bairros.

A dureza é caracterizada pela presença de sais de metais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ferro e manganês, ou de outros metais bivalentes, sem menor intensidade, em teores elevados, causa odor desagradável e efeitos laxantes (VASCONCELOS, 2011).

Os valores registrados desse parâmetro apresentaram diferença significativa ( $F_{17, 28} = 38,411$ ,  $p=0,00000$ ) entre as UMEI's analisadas, apresentando valores mais elevados nas unidades dos bairros Aldeia e Caranazal, conforme representado na Figura 10.

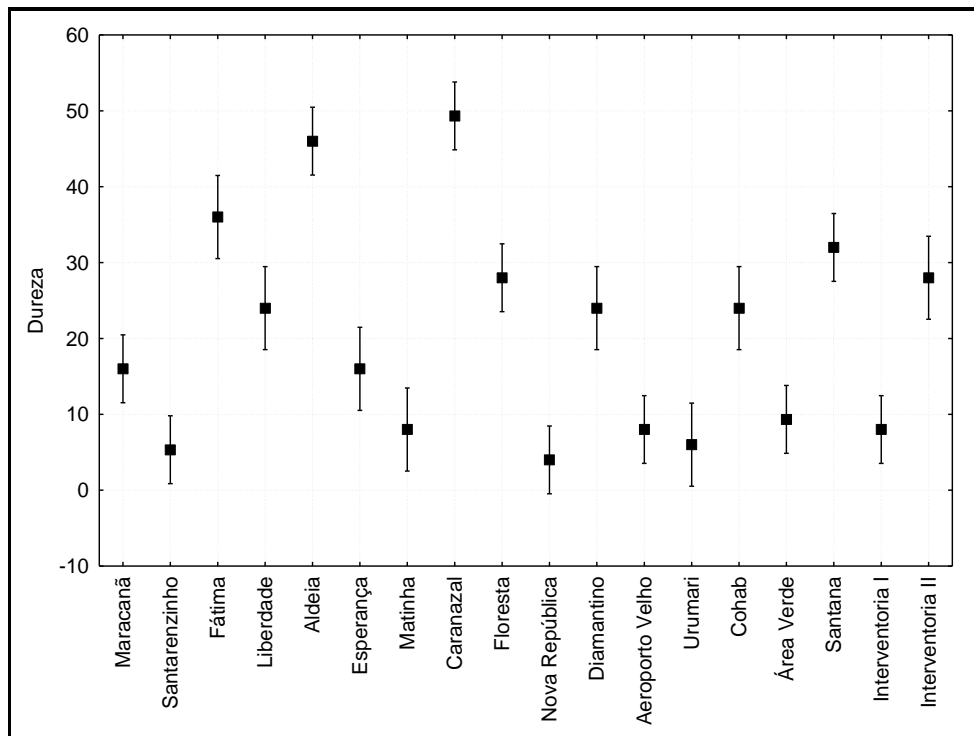


Figura 10 - Valores médios de Dureza Total na água consumida pelas UMEI's por bairros.

A alcalinidade indica a quantidade de íons na água que reagem para neutralizar os íons de hidrogênio. Constitui, portanto, uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos, servindo assim para expressar a capacidade de tamponamento da água, ou seja, sua condição de resistir a mudanças do pH (BRASIL, 2006).

Os valores encontrados de alcalinidade apresentou diferença significativa: ( $F_{17, 28} = 159,33$ ,  $p=0,0000$ ) entre os bairros das unidades de educação, apresentando valores de alcalinidade mais elevados nos bairros Matinha e Floresta (Figura 11).

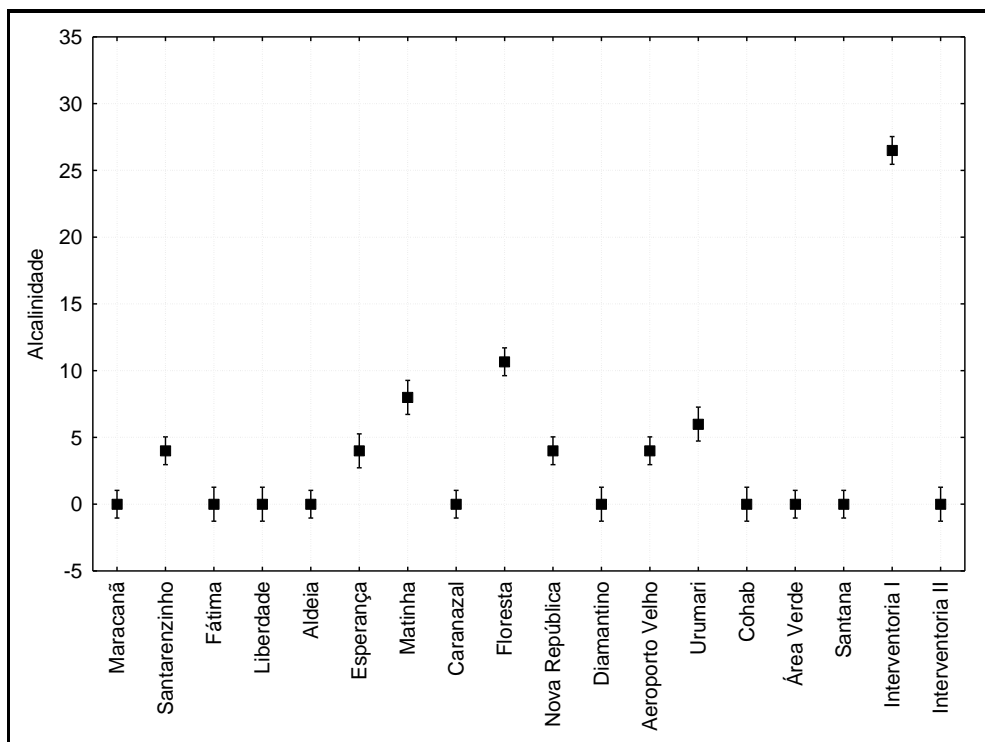


Figura 11 - Valores médios de Alcalinidade na água consumida pelas UMEI's por bairros.

A condutividade elétrica mede a capacidade que a água tem de transmitir corrente elétrica e está diretamente relacionada à concentração de espécies iônicas dissolvidas, principalmente inorgânicas (BRASIL,2011). 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 (FUNASA, 2014)

Este parâmetro apresentou diferença significativa ( $F_{17, 28}=187,16$ ,  $p=0,0000$ ) entre os bairros das UMEI's em estudo, apresentando valores maiores nos bairros Aldeia e Santana (Figura 12).

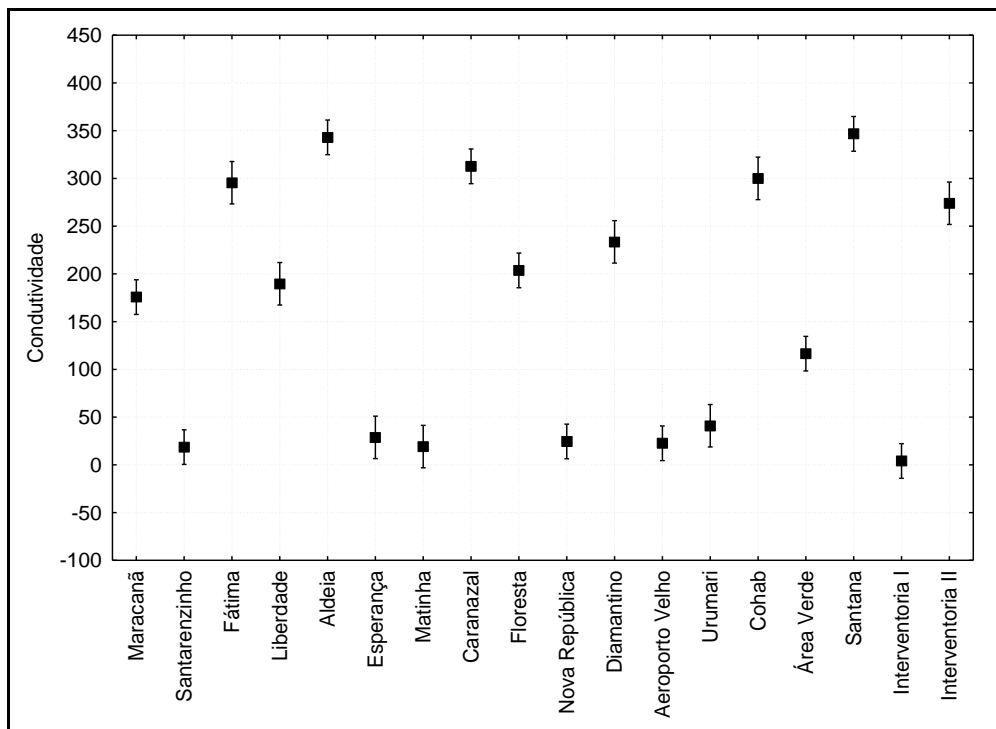


Figura 12 - Valores médios de condutividade na água consumida pelas UMEI's por bairros.

O Ferro Total é um parâmetro que não apresenta inconvenientes à saúde humana nas concentrações normalmente encontradas nas águas naturais, podendo provocar alguns danos de ordem estética. Deve ser destacado que as águas de certas regiões brasileiras, em função das características geoquímicas de bacias de drenagem, apresentam de forma natural elevados teores de ferro e manganês, podendo inclusive superar os limites fixados pelo padrão de potabilidade (FUNASA, 2014).

No presente estudo, os teores de Ferro Total encontrados nas análises das UMEI's, não apresentaram diferença significativa ( $F_{17,28}=1,7660$ ,  $p=,08842$ ) entre os bairros em questão.

O Nitrito é uma forma química do Nitrogênio geralmente encontrado em quantidades pequenas em águas subterrâneas e superficiais, pois o nitrito é instável na presença de oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária (KINDLEIN, 2010) A presença desse íon indica que há ocorrência de processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica (BASTOS, 2007 apud KINDLEIN, 2010). O referido parâmetro não apresentou em seus resultados uma diferença significativa ( $F_{17,28} = 0,72380$ ,  $p= 0,75439$ ) entre os bairros estudados.

A amônia pode estar presente de forma natural em águas subterrâneas ou superficiais, porém possui, usualmente, uma baixa concentração devido sua fácil adsorção por partículas do solo ou à oxidação de nitrito e nitrato (KINDLEIN, 2010).

A amônia apresentou diferença significativa ( $F_{17,28} = 26,727$ ,  $p=0,00000$ ) entre diferentes bairros onde as UMEI's estão localizadas, sendo que o bairro Floresta se destacou como o que apresentou valor mais elevado, conforme evidencia a Figura 13.

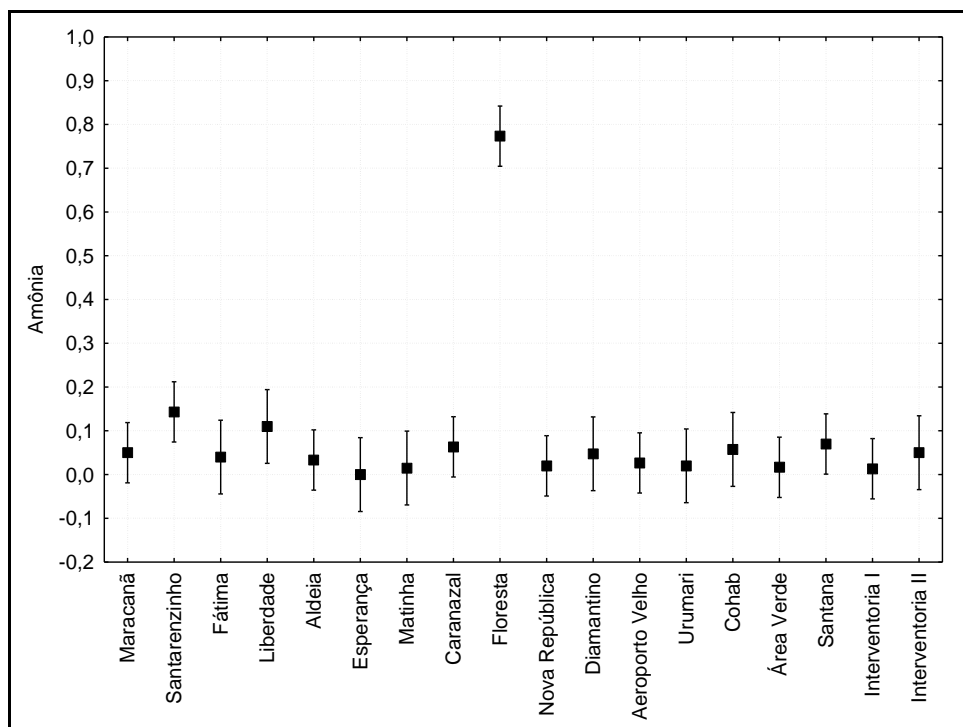


Figura 13 - Valores médios de amônia nas águas consumidas pelas UMEI's.

A turbidez natural das águas está, geralmente, compreendida na faixa de 3 a 500 unidades (uT). Para fins de potabilidade, a turbidez deve ser inferior a 5,0 uT (BRASIL, 2011). Tal restrição fundamenta-se na influência da turbidez nos processos usuais de desinfecção, atuando como escudo aos microorganismos patogênicos e assim minimizando a ação do desinfetante (BRASIL, 2006).

. Os valores de turbidez também variaram entre as diferentes UMEI's ( $F_{17,27} = 2,6978$ ,  $p = 0,01034$ ), sendo o bairro do Maracanã apresentando o valor médio mais elevado, já nos demais bairros os valores de turbidez foram bastante semelhantes (Figura 14).

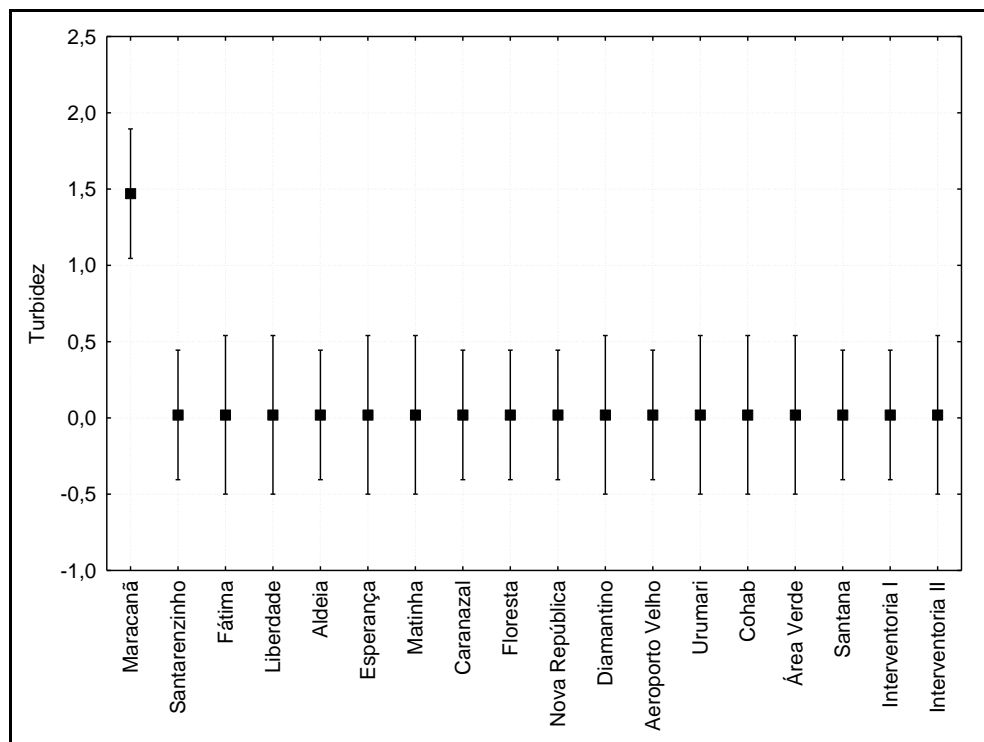


Figura 14 - Valores de Turbidez encontrados nas águas consumidas pelas UMEI's.

Os sólidos totais dissolvidos (TDS) são constituídos por partículas de diâmetro inferior a  $10^{-3}$   $\mu\text{m}$  e permanecem na solução mesmo após a infiltração. O padrão de potabilidade determina o limite de TDS em 1000 mg/L. Esse parâmetro apresentou diferença significativa entre os bairros das UMEI's, sendo os valores mais elevados de TDS encontrados nos bairros Santana e Aldeia (Figura 15)

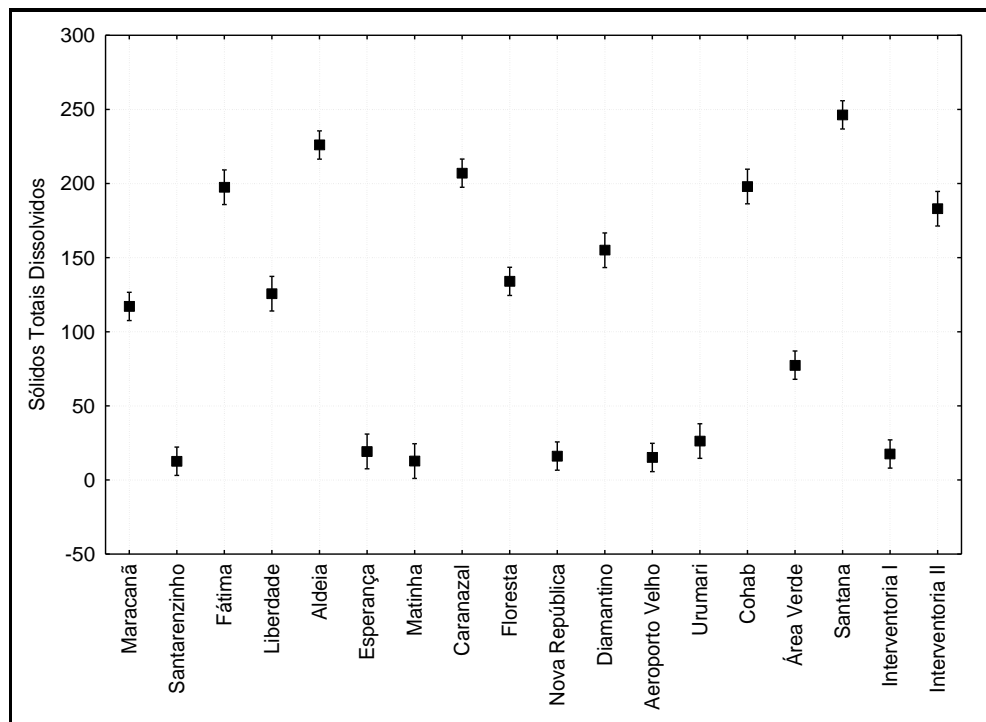


Figura 15 - Valores de TDS encontrados nas águas consumidas pelas UMEI's.

Os coliformes são habitantes normais do intestino humano e existem, obrigatoriamente, em águas poluídas por material fecal onde há possível existência de microrganismos patogênicos potencialmente causadores de doenças intestinais, tendo como veículo de transmissão, principalmente, a água (MACÊDO, 2001).

O grupo coliformes totais inclui gêneros que não são de origem exclusivamente fecal (LIMA, 2009). Esse indicador de qualidade da água apresentou diferença significativa ( $F_{17,28} = 4,0360$ ,  $p = 0,00055$ ) entre os bairros, sendo Urumari e Aldeia os bairros com maiores valores encontrados (Figura 16).

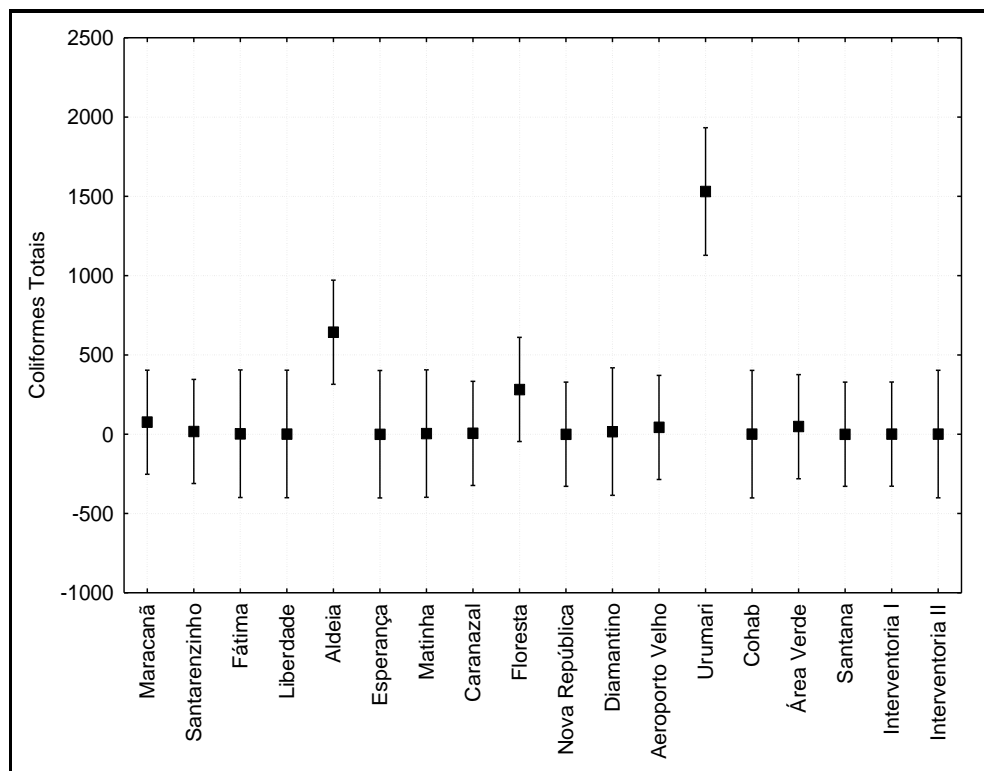


Figura 16 - Valores de Coliformes Totais presentes nas águas consumidas pelas UMEI's.

A avaliação da qualidade da água distribuída, requer ausência sistemática de *E. coli* ou de coliformes termotolerantes. Esse parâmetro não apresentou diferença significativa ( $F_{17,28} = 1,5340$ ,  $p = 0,15337$ ) entre os bairros em estudo.

#### 5.4 - Comparação da qualidade da água quanto a fonte de abastecimento

O Sistema de Abastecimento Público de Água do município de Santarém é realizado pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) cuja a captação de água é feita a partir de poços profundos, atendendo principalmente áreas urbanas e limítrofes (LEMOS, 2015). A outra parte da população que não recebe este serviço possuem sistemas alternativos de abastecimento, como é o caso de sete das 18 UMEI's que possuem poços individuais em sua instituição.

Considerando o total de parâmetros analisados nesse estudo, 45,5% dos bairros onde houve coleta da fonte, apresentaram diferença significativa nos resultados entre os poços das UMEI'S e a água fornecida pela rede pública (COSANPA), conforme se segue.

O pH apresentou diferença significativa ( $F_{1,9} = 71,648$ ,  $p = 0,00001$ ) entre as fontes, com valores mais elevados na água de rede pública, Figura 17.

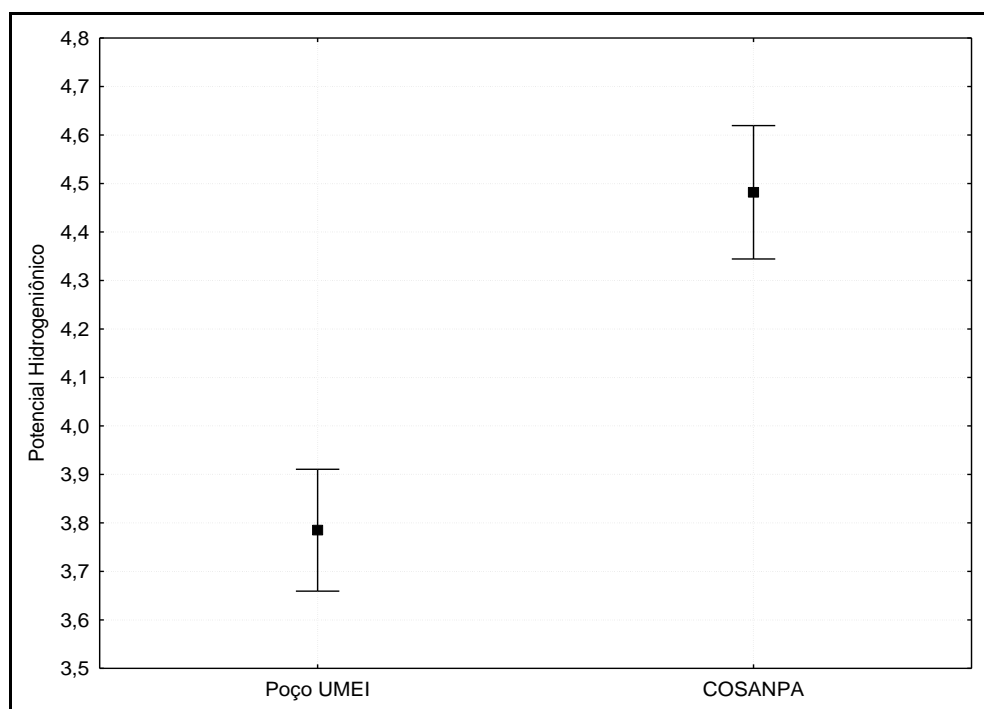


Figura 17 - Valores de pH da fonte de abastecimento.

Em águas de abastecimento, os baixos valores de pH podem estar relacionados às condições naturais e a fenômenos derivados de poluição atmosférica, mediante complexação

de gases poluentes com vapor d'água, provocando o predomínio de precipitação (FUNASA, 2014).

No município de Santarém, os valores ácidos de pH encontrados refletem condições naturais de elevada taxa de circulação da água subterrânea no sistema hidrogeológico da formação do aquífero Alter do Chão (TANCREDI, 1996).

A dureza apresentou diferença significativa entre as fontes de abastecimento ( $F_{1,9} = 7,3583$ ,  $p = 0,02389$ ), sendo os poços individuais das UMEI's os que apresentaram maiores valores, conforme Figura 18.

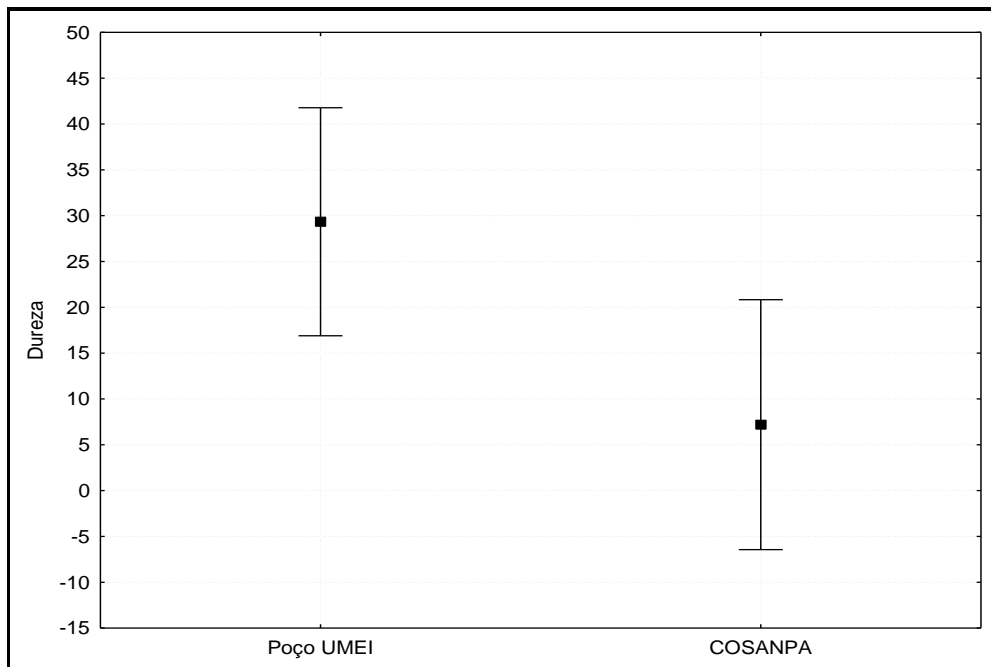


Figura 18 - Valores de Dureza Total das fontes de abastecimento das UMEI's.

Podemos dizer que os resultados de dureza foram encontrados em menores valores nos poços da COSANPA, devido as concentrações de cátions multimetálicos irem se perdendo ao longo da profundidade.

A origem da dureza nas águas pode ser natural (dissolução de rochas calcárias, ricas em cálcio e magnésio) ou antropogênica (lançamento de efluentes industriais). Existem evidências que a ingestão de águas duras, contribui para uma menor incidência de doenças cardiovasculares, o que não é o caso presente (BRASIL, 2014).

De forma universal, os valores elevados de alcalinidade estão associados a processos de decomposição da matéria orgânica à alta taxa respiratória de microorganismos, com liberação de dissolução do gás carbônico na água. De acordo com Silva (2014), águas que percolam rochas calcárias geralmente possuem alcalinidade elevada, sendo o solo o fator de maior influência na alcalinidade da água. Sendo os poços da COSANPA os que apresentam maior profundidade, foi encontrada diferença significativa ( $F_{1, 9} = 4,1407$ ,  $p = 0,07236$ ) quando comparada ao poço das UMEI's. Tal comparação pode ser observada na Figura 19.

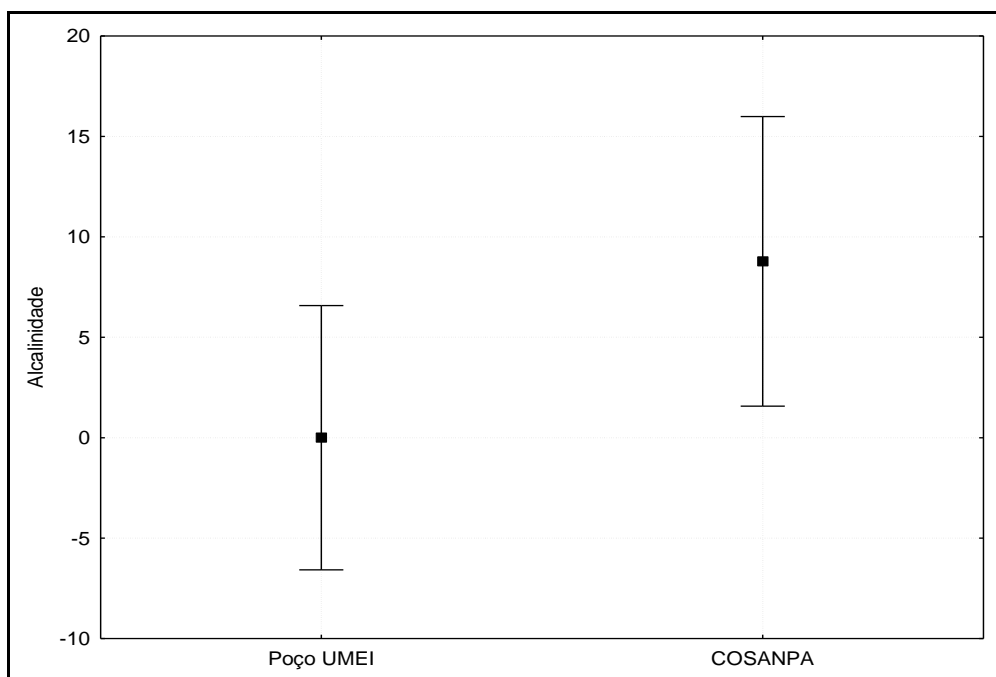


Figura 19 - Valores de alcalinidade encontrados nas fontes de abastecimento das UMEI's.

A condutividade apresentou diferença significativa ( $F_{1,9} = 9,7018$ ,  $p = 0,01242$ ) entre as fontes, ambas, porém, com baixos valores, o que indica a existência de baixa concentração de sais dissolvidos (MENEZES, 2013). Entretanto, não são feitas referências diretas a esse parâmetro na legislação no que diz respeito a consumo humano. A Figura 20 representa essa diferenciação.

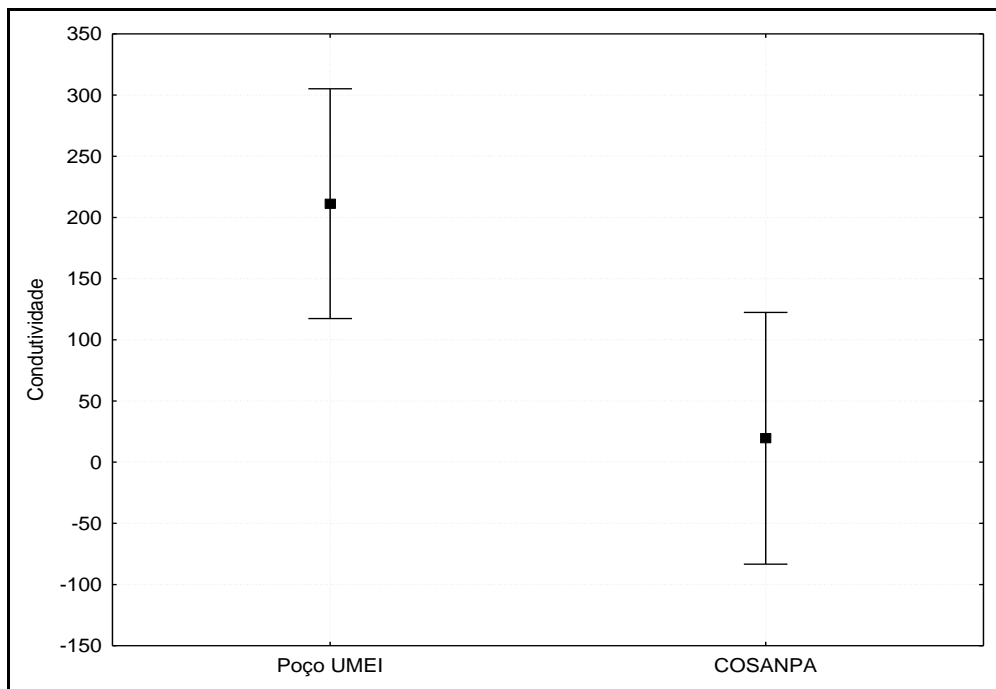


Figura 20 - Valores de condutividade encontrados nas fontes de abastecimento das UMEI's.

O indicador de qualidade da água, Ferro Total, não apresentou diferença significativa ( $F_{1,9} = 0,74707$ ,  $p = 0,40985$ ) entre as fontes de abastecimento das UMEI's.

Praticamente todas as águas potáveis contêm certa concentração de ferro. Esse teor de ferro é de considerável interesse porque pequenas quantidades afetam seriamente a utilidade da água para algumas finalidades domésticas e industriais. Não é por razões fisiológicas que o limite de 0.3 mg/L é fixado, considerando que muitas vezes esse teor não é maléfico nem ao homem nem aos animais. Realmente o corpo humano requer 5 a 6 miligramas de ferro por dia, correspondentes a um volume de 17 a 20 litros de água com 0,3 mg/L (CARVALHO, 2004).

Dos compostos nitrogenados analisados, o Nitrito não apresentou valores na fonte de abastecimento. A Amônia, mesmo apresentando resultados, não houve diferença significativa ( $F_{1,9} = 0,04494$ ,  $p = 0,83684$ ) quando comparando os poços das UMEI's e a água fornecida pela COSANPA.

A turbidez foi outro parâmetro que não apresentou diferença significativa ( $F_{1,9} = 0,81818$ ,  $p = 0,38928$ ) entre as fontes de abastecimento estudadas.

Os sólidos totais dissolvidos apresentaram em seus resultados diferença significativa ( $F_{1,9} = 31,528$ ,  $p = 0,00033$ ), sendo os de maiores valores encontrados nos poços individuais das unidades, conforme representado na Figura 21.

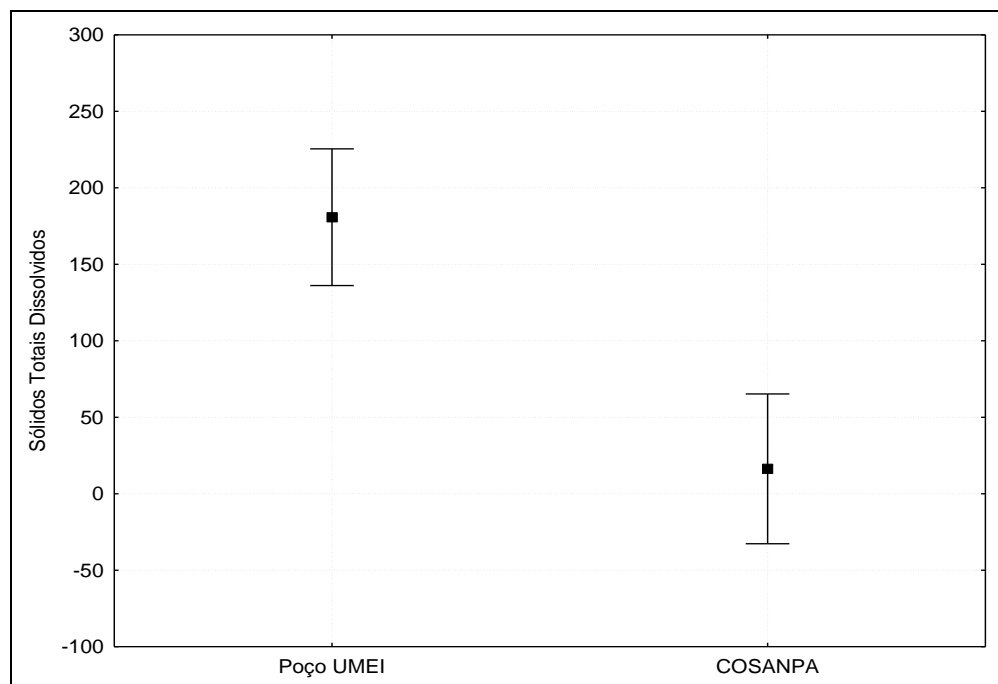


Figura 21 - Valores de TDS nas fontes de abastecimento das UMEI's

Esses teores indicam uma relação direta com a composição mineralógica da rocha-reservatório e com o tempo de percolação das águas subterrâneas no interior do sistema (MOTTA, 2012).

Os coliformes totais não apresentaram diferença significativa ( $F_{1, 9} = 1,3444$ ,  $p = 0,27609$ ) entre os poços das UMEI's e da água da COSANPA. A contaminação dos poços por coliformes pode estar relacionada à aspectos construtivos e à presença de fontes de contaminação como fossas sépticas, por exemplo. Já os coliformes termotolerantes não foram detectados nem na água dos poços das UMEI's nem na água dos poços da COSANPA. O que evidencia que a qualidade da água destas fontes de abastecimento não está até o presente vulnerável à contaminação de origem fecal.

## 6 CONCLUSÃO

Nenhum parâmetro físico-químico indicador de qualidade de água potável considerado neste estudo esteve em desconformidade com o padrão estabelecido pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, com exceção do pH que apresentou-se em uma faixa ácida, sendo uma característica natural das águas subterrâneas da região Santarena.

Por outro lado, evidenciou-se que 67,4% e 4% das amostras de água das Unidades de Educação Infantil localizadas na área urbana do Município de Santarém estão em desconformidade, quanto aos parâmetros microbiológicos: coliformes totais e termotolerantes respectivamente. Apenas as creches localizadas nos bairros Nova República e Santana apresentaram-se isentas de contaminação por bactérias do grupo coliforme.

Não se observou comprometimento das condições de potabilidade a partir das fontes de abastecimento de água com qualidade boa em relação às caixas d'água e bebedouros das UMEI's.

O perfil da qualidade da água entre as UMEI's/Bairros não é homogêneo, assim oito parâmetros - pH, dureza, alcalinidade, condutividade, amônia, turbidez, TDS e coliformes totais, variaram significativamente entre os bairros.

A comparação da qualidade da água quanto a fonte também não apresentou homogeneidade. Os parâmetros: pH, dureza, alcalinidade, condutividade e TDS variaram significativamente entre as fontes.

As diferenças significativas encontradas nas comparações possivelmente estão relacionadas às profundidades dos poços e/ou fontes de abastecimento e também devido às diferenças nas práticas e frequência de manejo higiênico-sanitário inerentes à cada UMEI.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA *Dispõe sobre as Boas Práticas para o Sistema de Abastecimento de Água ou Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água em Portos, Aeroportos e Passagens de Fronteiras*. Resolução RDC<sup>0</sup> 91, de 30 de junho de 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanque sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_\_. NBR 12217: Projeto de Reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.

AWWA – American Water Works Association. *Standard Methods for Examination of Water and Waste Water. 18Th*. Washington: American Public Health Association, p. 9-26. 2005.

BACCI, D. C. PATACA, E. M. *Educação para a água. Estudos Avançados* 22 (63). São Paulo, 2008.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. *Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano*. Brasília: SVS, 2011

\_\_\_\_\_, Secretaria de Estado e Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. *Poços Tubulares e outras captações de águas subterrâneas – Orientação dos Usuários*. Departamento de Recursos Minerais – DRM. Estado do Rio de Janeiro, 2001.

\_\_\_\_\_, Ministério da saúde. Portaria n.º. 518, de 25 de março de 2004. *Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água*

*para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial [da União da República Federativa do Brasil], Brasília, 2004.*

\_\_\_\_\_. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, do Ministério do Meio Ambiente. *Plano Nacional de Recursos Hídricos: Prioridades 2012-2015*. Brasília, 2011.

\_\_\_\_\_, Secretaria de Saúde. *Inspeção Sanitária em Abastecimento de Água*. Secretaria de Vigilância em Saúde/ MS. 2006.

\_\_\_\_\_,. Ministério da Educação. *Cartilha de Equipamentos Hidráulicos e Sanitários*. Curso Técnico de Formação para os funcionários da educação. Brasília, 2007.

\_\_\_\_\_,. Ministério da Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_, Fundação Nacional de Saúde. *Manual de Saneamento*. 3. Ed. Rev. – Brasília, 2006.

CAPP, N. *Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio, MS*. Geografia, ensino & pesquisa. Vol. 16, n. 3. Set/dez 2012.

CARVALHO, A. R. *Processo de Complexação do Ferro em Águas Subterrâneas – Uma proposta de mudança da Portaria 36 no ministério da Saúde*. XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Paulo, 2004.

CASTANIA, J. *Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas municipais de ensino infantil de Ribeirão Preto, SP*. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2009.

COSANPA. Companhia de Saneamento do Pará. *Palestra de apresentação do Sistema de Abastecimento de Água em Santarém para alunos do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental / UFOPA pelo Engenheiro Sanitarista responsável Sr. Winnand José Ribeiro do Santos*. Santarém, 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agro Pecuária. *Atlas do Meio Ambiente do Brasil*, ed. Terra Viva. 1992.

FUNASA, Fundação Nacional da Saúde. *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETA's*. Brasília, 2014.

GIRARDI, A. P.; *Avaliação da qualidade bacteriológica da água das instituições de ensino do município de São Miguel do Oeste/SC*. Monografia. Universidade do Oeste de Santa Catarina. São Miguel do Oeste-SC 2012.

IBBL. Indústria Brasileira de Bebedouros, LTDA. *Manual de Instruções de Bebedouros de Água Refrigerados*. Disponível em [http://www.casadosbebedouros.com.br/Imagens/Downloads/manual\\_bdf.pdf](http://www.casadosbebedouros.com.br/Imagens/Downloads/manual_bdf.pdf). Acesso em 06 de fevereiro de 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Amostra em Domicílio. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 23 de outubro de 2016.

IRACHANDE, A. M.; CHRISTOFIDIS, D. *A legislação e os sistemas de gerenciamento de recursos hídricos*. Gestão das águas. 1997. Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável. Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Disciplina: Gestão Ambiental. 1997.

KINDLEIN. *Determinação do teor de Nitratos e Nitritos na água de abastecimento do município de Santa Rita*. Centro Universitário La Salle. Canoas, 2010.

LEMONS, E. J. S.; GOCH, Y. G. F.; LIMA, F. C. C.; PELEJA, J. R. P.; OLIVEIRA, C. K. F. *Qualidade da água subterrânea de poços tubulares urbanos e periurbanos do município de Santarém, Pará*. Brasil, In: XXVIII Congresso de engenharia sanitária e ambiental. Rio de Janeiro, 2015.

LIBANO, M. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. 3 Ed. Ed. Átomo, 2011.

LIMA, B. J. L.A. *Qualidade da água no ambiente escolar – Ponto de partida para a Educação Ambiental*. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2009.

MACÊDO, J.A. *Águas & Águas*. São Paulo; editora Varela, 2001.

MELLO, C. N. RESENDE, J. C. P. *Análise microbiológica da água dos bebedouros da Pontíficia*. Universidade Católica de Minas Gerais. Betim, 2015.

MENEZES, J. P. C.; BERTOSSI, A. P. A.; SANTOS, A. R.; NEVES, M. A. . *Qualidade da água subterrânea para consumo humano e uso agrícola no sul do estado do Espírito Santo*. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 17, p. 3318-3326, 2013.

MIRANDA, L. A. S. *Sistemas e processos de tratamento de águas de abastecimento*. Guia do Profissional em Treinamento. Porto Alegre, 2007.

MOTTA, E.; FRINHANI, E. M. D. *Qualidade físico-química e microbiológica das águas subterrâneas dos municípios de Ibicaré, Lacerdópolis, Ouro e Capinzal*. Revista Evidência – Ciência e Biotecnologia, v. 12, n. 1, Janeiro/Junho 2012.

OLIVEIRA, J.R.; SEBALKEN.C.G.P.S.; PASTANA, J.M.N.; LEAL, J.W. *Perfuração de poços Tubulares na Região Oeste do Pará*. IV Simpósio de Hidrogeologia do Norte, 2001.

OMS. Organização Mundial da Saúde. *Health status mortality world health statistics 2006*. WHO, Genebra, 80p. 2007. Disponível em [www.who.int/whosis/whostat2006/en/index.html](http://www.who.int/whosis/whostat2006/en/index.html). Acesso em 28 de janeiro de 2017.

PALUDO, D. *Qualidade da água nos poços artesianos do município de Santa Clara do Sul*. Centro Universitário UNIVATES. Lajeado, 2010.

PHILIPPE JR. A. *Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável*, São Paulo: Manole, 2005.

RIBEIRO, M. C. M. *Nova portaria de potabilidade de água: Busca de consenso para viabilizar a melhoria da qualidade de água potável distribuída no Brasil*. In. Revista DAE.v.189, p 8-14,

2012. Disponível: em <http://revistadae.com.br/downloads/edicoes/Revista-DAE-189.pdf>> Acesso em 5 de fevereiro de 2017.

RICHETER, C. A. Neto, A. J. M. *Tratamento de Água*. Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo. 1991.

SANTARÉM. *Caracterização do município de Santarém. Prefeitura Municipal de Santarém, 2010*. Disponível em: <http://www.santarem.pa.gov.br/conteudo/?item=112&fa=62>. Acesso em 26 de jul. 2016.

SANTARÉM. *Secretaria Municipal de Educação*. Prefeitura Municipal de Santarém, 2010.

SCURACCHIO, P. A. *Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos - SP*. Universidade Estadual Paulista. 2010 Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição como requisito para obtenção do título de Mestre. Araraquara-SP, 2010.

SILVA, A. C.; FARIAS, V. S.; TEIXEIRA, A. C. F.; MARTENDAL, A. *Análise da alcalinidade das águas subterrâneas utilizadas no IFC-campus Camboriú*. Feira de iniciação científica e extensão. Instituto Federal catarinense. Balneário Camboriú, SC.

SOBRINHO, C. R. W. *Avaliação de Sistemas Domésticos de Filtração Utilizados como Purificadores de Água*. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2007.

SOUSA, R. A.; MARINHO, P. H.; FIGUEIREIDO, E. M. F.; MARTINS, S. W.; LEITE, C. M. F.; SILVA, T. P. C.; BRILHANTE, S. C. *Análise físico-química e microbiológica da água consumida em bebedouros de creche no município de Coremas - PB*. Rev. INTESA – Informativo Técnico do Semiárido. Campina Grande – PB, v. 9, n. 2, p. 24-27, 2015.

SOUZA, C.A. B.; OLIVEIRA. E; L.; AVELINO. M. B. RODRIGUES, R. C. D.; RODRIGUES, M. P.; FERREIRA, M. Â. F. MEDEIROS. W. R. *Qualidade da água consumida em unidades de educação infantil no município de Mossoró-RN*. Rev. Ciência Plural, Mossoró-RN, v.1, n.2, p. 57-67, 2015.

TANCREDI, A. C. F. N. S. *Recursos Hídricos Subterrâneos de Santarém: Fundamentos para Uso e Proteção. Tese de Doutorado em Geociências*. Universidade Federal do Pará, Belém, Pará. 1996.

UNICEF. *Crianças morrem diariamente devido à falta de água potável, saneamento básico e higiene*. Brasília: Unicef, 2013 Disponível em: <[http://www.unicef.org/brazil/pt/media\\_25190.htm](http://www.unicef.org/brazil/pt/media_25190.htm)>. Acesso em 17 de novembro 2016.

UNICEF. *Fundo das Nações Unidas para Infância*. Progress for children: a report card on water and sanitation. UNICEF, Nova Iorque, n. 5, p. 3. 2006

VASCONCELOS, V. De M. M.; SOUZA, C. F. *Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil*. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 6, n. 2, p. 305-324, 2011.

## APÊNDICE A - Aspectos sanitários do sistema de abastecimento



### Universidade federal do oeste do Pará Instituto de ciência e tecnologia das águas

ESTUDO: Qualidade da água consumida em unidades municipais de educação infantil-  
UMEI'S no município de Santarém-Pará

Data da Entrevista: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora da Entrevista: \_\_\_\_\_

Local da Entrevista: \_\_\_\_\_

Entrevistado: \_\_\_\_\_

#### 1- Dados de funcionamento da instituição

1.1-Horário de funcionamento da instituição: \_\_\_\_\_

1.2-Número de alunos atendidos pela instituição: \_\_\_\_\_

#### 2- Sobre as condições físicas e sanitárias das UMEI'S

##### 2.1 Fonte de abastecimento

2.1.1- A água utilizada na instituição de ensino é advinda de um sistema público de abastecimento?

( ) Sim ( ) Não. É proveniente de abastecimento alternativo (poço artesiano).

2.1.2-Caso a resposta da pergunta anterior seja poço artesiano, qual a profundidade e tempo de operação?

\_\_\_\_\_

2.1.3-Fonte de abastecimento (quando se tratar de poço próprio), distante 15 metros da fossa séptica:

( ) Sim ( ) não

2.1.4- Existem outras fontes de contaminação ao redor da Instituição, caso a resposta seja sim, especificar quais?

( ) Sim ( ) Não

##### 2.2 Armazenamento

2.2.1A instituição de ensino possui reservatório de água?

Sim  Não. A água é distribuída diretamente da fonte de abastecimento para o ponto de consumo.

2.2.2 Caso a resposta anterior seja SIM, qual a Frequência de limpeza da caixa d'água da instituição?

---

2.2.3 Qual a data da última limpeza da caixa d'água?

---

2.2.4 Os reservatórios de água potável (caixas d'água, cisternas) estão em boas condições, livres de rachaduras, vazamentos, infiltrações, deslocamentos, possuindo tampa e revestimento que não comprometa a qualidade da água?

Sim  Não

### 2.3 Consumo

2.3.1 Qual a Frequência de manutenção do filtro do bebedouro?

---

2.3.2 Qual a data da última manutenção?

---

2.3.3 Os Bebedouros estão em bom estado de conservação, limpos, sem ferrugem?

Sim  Não

3.3.4 O bebedouro estão localizados distantes do banheiro?

Sim  Não