

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

RITA DE CÁSSIA VIEIRA DE ALMEIDA BARBOSA

**QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DA
CIDADE DE MACEIÓ-AL**

Maceió

2013

RITA DE CÁSSIA VIEIRA DE ALMEIDA BARBOSA

**QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DA
CIDADE DE MACEIÓ-AL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Alagoas para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientador: Profº. Drº. Eurípedes Alves da
Silva Filho

Maceió
2013

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

- B238s Barbosa, Rita de Cássia Vieira de Almeida.
Qualidade da água do sistema de abastecimento público da cidade de Maceió-AL / Rita de Cássia Vieira de Almeida Barbosa. – 2013.
78 f. : il.
- Orientador: Eurípedes Alves da Silva Filho.
Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Maceió, 2013.
- Bibliografia: f. 66-70.
Anexos: f. 71-78.
1. Água – Abastecimento – Maceió (AL). 2. Água – Qualidade. 3. Água – Análise. 4. Água – Consumo. 5. Saúde pública. I. Título.

CDU: 614:543.3

FOLHA DE APROVAÇÃO



Defesa de Dissertação de Mestrado da aluna Rita de Cássia Vieira de Almeida Barbosa, intitulada: "Qualidade da água do sistema de abastecimento público da cidade de Maceió-AL". Orientada pelo prof.Dr. Eurípedes da Silva Alves Filho, apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Alagoas, em 06 de Agosto de 2013.

Os membros da Banca Examinadora, consideram a candidata_____

Banca examinadora:

Prof. Dra. Gláucia Manoella de Souza Lima (UFPE)

Prof. Dr. Dalmo de Almeida Azevedo (UFAL)

Prof. Dra. Melissa Fontes Landell (UFAL)

Ofereço:

*Ao meu pai (in memoriam) Demétrio Rêbelo,
a quem devo o meu caráter.*

*A minha mãe amada, Irene Vieira de
Almeida, referência de superação, força e
coragem.*

*Aos meus filhos, Marcella Cássia e Marcelo
Eugênio, razão da minha existência, pela
paciência nos momentos distantes.*

*Ao meu esposo amado Marcelo Flávio, o
amigo de sempre, a pessoa que me
incentiva e me faz crescer.*

*Aos meus nove irmãos: Francisco de Assis,
Cícero Demétrio, Fátima Aparecida, João
Ivalter, Maria Luísa, José Carlos, Maria
Célia, Maria do Socorro e Maria do Carmo,
uma diversidade e grandeza de
pensamentos, pelo incentivo e entendimento
das minhas ausências para a realização do
trabalho.*

DEDICO

*A Deus que me deu força no meu caminhar,
ao meu esposo, Marcelo Flávio e filhos, Marcella
Cássia e Marcelo Eugênio, razão de tudo!*

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, prof^o. Dr^o. Eurípedes Alves da Silva profissional competente, obrigado por seus ensinamentos, incentivo e a confiança depositada em minha pessoa.

A Larissa, amiga, “meu anjo” por sua competência, empenho. Sem a sua preciosa ajuda, tudo teria sido muito mais difícil.

Ao Paulo, meu novo amigo, competente, prestativo, pessoa a quem devo o decifrar dessa longa caminhada.

Aos meus sobrinhos(as) queridos e cunhados(as) amigos pelo incentivo e apoio.

Adriana Guimarães, agradeço de coração por sua amizade, carinho, incentivo e por toda ajuda.

Aos técnicos do laboratório de Microbiologia (Adriana, Ana Cristina, Ana Márcia, Paulo, Nadja) e Físico-química (Alcides, Valmir, Verônica, Vânia, Márcia) do LACEN, por seus conhecimentos técnicos e paciência nessa jornada.

A todos os novos amigos construídos no LACEN, que me receberam sempre com uma palavra amiga e um sorriso no qual todos os dias eu era recebida.

Ao Coordenador Alex e técnicos da Vigilância Ambiental, pessoas que abriram as portas desse grande sonho (Eurivan e Djalma).

Ao coordenador de laboratório Everaldo e a sua equipe, pela confiança e por disponibilizar o Laboratório de Microbiologia e Físico-química do LACEN, para a realização das análises.

A Dra. Telma pelo apoio logístico à pesquisa.

Aos meus novos amigos do Laboratório de Ambientes Climatizados (LAC), Danielle Guimarães, Elaine Cristina, Érica Gislaíne, Iara Maria, Marcos Antônio,

Rodrigo Calumby, Rosana Kézia, pelo incentivo, e apoio nos momentos de dificuldades no decorrer dessa jornada.

A todos os amigos da Vigilância Sanitária sempre com palavras amigas, me incentivaram e ajudaram nessa jornada, em especial: Jadna, Rose e Anita sempre disponíveis para me ajudar.

Aos amigos da SEE/AL em especial Aristóphio e Nathally, que mesmo distantes estavam sempre presentes. Meu muito obrigado.

Aos amigos Lucas, Glauber, Elaine e Elineide, pessoas que ajudaram a transformar as minhas dificuldades em soluções, esperança e otimismo.

À CASAL em nome do Sr. Reinaldo pelo apoio.

A todos os profissionais (recursos humanos, operadores, engenheiros químico, etc.) da CASAL por todas as informações técnicas transmitidas, em especial ao Sr. Capistrano, Engenheiro Químico da CASAL por todo apoio no decorrer desse trabalho.

Aos Professores e Discentes do programa de pós-graduação em Ciências da Saúde (PPGCS) pelos ensinamentos transmitidos e o companheirismo.

Aos colegas do PPGCS pelas discussões no decorrer das disciplinas, pelas valiosas horas de convívio e boas recordações dos momentos de lazer e alegria.

A todos os colaboradores do PPGCS que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, em especial à Melânia e ao Jhonatan.

Ao professor doutor Dalmo Azevedo, pelo apoio dado na realização da análise estatística.

Enfim agradeço e peço a Deus que abençoe a todos que contribuíram com sua dedicação, paciência e conhecimento para a realização deste trabalho, que eu possa devolver para a comunidade todo o tempo e recursos financeiros investidos em minha pessoa, e utilizar como ferramenta para uma mudança de comportamento através dos conhecimentos adquiridos.

“A água não é somente herança de nossos predecessores; ela é sobretudo, um empréstimo aos nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como a obrigação moral ao homem para com as gerações presentes e futuras”

Art. 5º

Declaração Universal dos Direitos da Água

RESUMO

A água é um dos elementos indispensáveis à vida, sendo uma das principais substâncias ingeridas pelo ser humano. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 80% das doenças que ocorrem em países em desenvolvimento são veiculadas pela água contaminada por micro-organismos patogênicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade bacteriológica (Coliformes totais, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas) e realizar a análise físico-química (pH, cloro, cor e turbidez) da água de abastecimento público da cidade de Maceió na rede de distribuição (entrada) e reservatório predial (pós-caixa d'água). As amostras foram coletadas nos períodos de estiagem e chuvoso para verificar as possíveis diferenças na qualidade microbiológica e físico-química da água nesses períodos. Para cada estabelecimento foram coletados, em cada períodos, duas amostras, sendo uma no ponto de entrada da rede de distribuição e outra no reservatório predial (pós-caixa d'água). Foram também coletadas 11 amostras no ponto de saída dos reservatórios da concessionária, três amostras no ponto de entrada (água bruta) e três no ponto de saída (água tratada) das três Estações de Tratamento de Água. As amostras foram avaliadas para os seguintes parâmetros: presença de Coliformes totais, *Escherichia coli*, contagem de bactérias heterotróficas, determinação do pH, turbidez, cor e cloro residual livre. Foi verificada uma redução na qualidade microbiológica e físico-química da água na rede (entrada) e no reservatório predial (caixa d'água e/ou cisterna) dos 54 estabelecimentos para os dois períodos estudados. No período chuvoso houve redução da qualidade nas águas de torneira dos restaurantes (água oriunda da saída dos reservatórios prediais), nas Unidades de Saúde a qualidade da água não sofreu influência dos reservatórios prediais, porém há redução da qualidade da água no período chuvoso na rede e reservatório, já nas escolas houve um aumento da contaminação das águas da rede de distribuição no período chuvoso e uma redução do nível de cloro residual nos reservatórios prediais no período chuvoso. Diante dos resultados; fica evidenciada a necessidade de medidas preventivas como limpeza, manutenção e desinfecção desses reservatórios prediais (caixa d'água) a fim de manter a mesma qualidade da água da rede de distribuição.

Palavras-chave: Água de abastecimento. Rede de distribuição. Microbiológica - Análise. Físico-química - Análise.

ABSTRACT

Water is one of the main substances ingested by humans, so that it is an essential element for life. According to the World Health Organization, 80% of the recorded diseases occurring in the underdeveloped world are caused by ingestion of water containing pathogenic microorganisms. This research has aimed at identifying the physic-chemical characteristics (pH, Cl, color e turbidity) and the bacterial population (coliforms, *E. coli* and heterotrophic bacteria) of the water supplied by the public network of the city of Maceio, at points of entry and points of exit- water tank. To that aim, 54 establishments (18 public schools, 18 basic health unities and 18 restaurants) were selected, in each of which two samples were collected, one at the entry point and one at the exit point - water tank, summing up 108 samples. The samples were taken; at both, dry and rainy season, 11 samples at the exit point of the reservoirs, 03 samples at the entry point and the exit point and 3 at the water treatment plants, in order to identify differences between dry and rainy seasons. The samples were evaluated according to the following parameters: total coliforms, *Escherichia coli*, heterotrophic bacterial count, pH determination, turbidity, color and free residual chlorine. It was observed a decrease in the microbiological physic-chemical quality of water in the entry network and the building reservoir at the 54 i establishments, in both periods, dry and rainy season. It was observed reduction of quality of stored water in restaurants during rainy season, water impairment in the health units in the rainy season. There was no change in the water in the building reservoirs and an observed increase of water contamination in the distribution network in the schools in the rainy season and a reduction of the residual chlorine level in the building reservoirs in the rainy season. Therefore, it is recommended preventive maintenance, cleaning and disinfection of these building reservoirs in order to maintain the same quality of the water distribution network.

Keywords: Water supply. Distribution network. Microbiological analysis. Physical chemist Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de controle de diarreia, MDDA em Maceió / AL,2012.....	21
Figura 2 – Figura 02- Esquema padrão da Estação de Tratamento de Água.....	26
Figura 3- Situação do Balanço Hídrico no mês de dezembro de 2011 para o município de Maceió.....	27
Figura 4 – Situação do Balanço Hídrico no mês de dezembro de 2012 para o município de Maceió.....	28
Figura 5 – Mapa de localização dos pontos monitorados de Reservatórios e ETA's.....	40
Figura 6– Mapa de localização dos pontos monitorados dos restaurantes..	40
Figura 7 – Mapa de localização dos pontos monitorados das Unidades de Ensino.....	41
Figura 8 – Mapa de localização dos pontos monitorados das Unidades Básicas de Saúde.....	41
Figura 9 – Metodologia aplicada para análises dos Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>	45
Figura 10 – Metodologia aplicada para identificação das bactérias heterotróficas.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análises microbiológicas e físico-químicas de águas brutas e tratadas das ETA's nos períodos de estiagem e chuvoso.....	48
Tabela 2 - Análises microbiológicas e físico-químicas das amostras coletadas na entrada e saída dos reservatórios de distribuição da concessionária nos períodos de estiagem e chuvoso.....	50
Tabela 3 - Análises microbiológicas e físico-químicas da rede de distribuição e dos reservatórios prediais coletados em todos os estabelecimentos de ensino, saúde e restaurantes nos pontos de entrada e saída para os períodos de estiagem e chuvoso.....	52
Tabela 4 - Análises microbiológicas e físico-químicas da rede de distribuição e dos reservatórios prediais dos restaurantes nos pontos de entrada e saída para o período de estiagem e chuvoso.....	57
Tabela 5 - Análises microbiológicas e físico-químicas da rede de distribuição e dos reservatórios prediais das Unidades Básicas de Saúde nos pontos de entrada e saída para o período de estiagem e chuvoso.....	60
Tabela 6 - Análises microbiológicas e físico-químicas da rede de distribuição e dos reservatórios prediais nos pontos de entrada e saída nos períodos de estiagem e chuvoso das Escolas Públicas.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Limites permitidos para parâmetros físico-químicos e microbiológicos em águas destinadas ao consumo humano.....	29
Quadro 2 – Pontos de coletas e respectivas localizações.....	39
Quadro 3 – Localização e número de amostras coletadas no período de estiagem e período chuvoso.....	42

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

a.C	Antes de Cristo
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CONDEC	Coordenação Municipal de Defesa Civil
DDA	Doenças Diarreicas Aguda
DENSP	Departamento de Engenharia de Saúde Pública
DPD	N,N-dietil-P-fenilendiamina
E COLI	<i>Escherichia coli</i>
EESC	Escola de Engenharia de São Carlos
EHEC	<i>E coli</i> enterohemorrágica
ETA	Estação de Tratamento de Água
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro e Geográfico
IDEC	Instituto de Defesa do Consumidor
INMET	Instituto Nacional de Metrologia
LACEN	Laboratório Central de Saúde Pública do Estado de Alagoas
MDDA	Monitoramento das Doenças Diarreicas Aguda
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial da saúde
OPAS	Organização Pan-americana de Saúde
PCA	Ágar Contagem Padrão
pH	Potencial de Hidrogeniônico
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
Port.	Portaria
PSF_s	Programa de saúde da Família
REDE	Sistema de distribuição
SEMARH	Secretaria Municipal de Administração, Recursos Humanos e Patrimônio
SHU	Síndrome hemolítica Urêmica
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFC	Unidade formadora de colônia
UFC	Unidade Formadora de Colônia
uH	Unidade de Hazen
UNIÁGUA	Universidade da Água
VMP	Valor Máximo Permitido

LISTA DE SÍMBOLOS

Cl₂	Cloro
HOCL	Ácido hipocloroso
ClO⁻	Íon hipoclorito
CRL	Cloro Residual Livre
mg/L	Miligramas por litro
P.A/100 mL	Presença ou ausência em 100 mL
uT	Unidade de Turbidez

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivos específicos	19
3 REVISÃO DE LITERATURA	20
3.1 Água e Saúde Pública	20
3.2 Breve Histórico da Legislação da Qualidade da Água para consumo humano	21
3.3 Sistema de Abastecimento Público de Maceió	24
3.4 Caracterização da área de estudo	26
3.4.1 Clima.....	26
3.4.2 Localização.....	28
3.5 Padrões de Potabilidade da Água	28
3.5.1 Parâmetros Físico-Químicos.....	29
3.5.1.1 Turbidez.....	30
3.5.1.2 Cloro residual livre.....	31
3.5.1.3 pH.....	32
3.5.1.4 Cor.....	33
3.5.2 Parâmetros Microbiológicos.....	33
3.5.2.1 Coliformes totais.....	34
3.5.2.2 <i>Escherichia coli</i>	35
3.5.2.3 Bactérias heterotróficas.....	36

4 METODOLOGIA.....	38
4.1 Pontos coletados.....	38
4.2 Período e frequência das coletas.....	42
4.3 Coleta das amostras.....	43
4.4 Análises microbiológicas.....	43
4.4.1 Pesquisa de Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>	43
4.4.2 Contagem de bactéria heterotróficas.....	45
4.5 Análises físico-químicas.....	46
4.5.1 Cloro residual livre.....	47
4.5.2 Turbidez.....	47
4.5.3 pH.....	47
4.5.4 Cor.....	47
4.6 Análise Estatística.....	47
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
5.1 Qualidade microbiológica e físico-química das águas das ETA's no período de estiagem e chuvoso.....	48
5.2 Qualidade microbiológica e físico-química da água nos pontos de entrada e na saída dos reservatórios de bairros da concessionária, no período de estiagem e chuvoso.....	49
5.2.1 Resultados comparativos entre os Períodos de Estiagem e Período Chuvoso.....	49
5.2.2 Resultados comparativos entre pontos de entrada e saída dos reservatórios de distribuição da concessionária.....	50

5.3 Qualidade microbiológica (Coliformes totais, <i>E. coli</i> e Bactérias Heterotróficas), e físico-química da água na rede de distribuição (entrada) e após os reservatórios (saída) nos 54 estabelecimentos da cidade de Maceió no período de estiagem e chuvoso.....	51
5.3.1 Comparação entre período de estiagem e período chuvoso.....	51
5.3.2 Comparação entre rede de distribuição (entrada) e reservatórios prediais (saída)	53
5.3.3 Resultados de bactérias Heterotróficas na rede de distribuição.....	55
5.4 Qualidade microbiológica e físico-química da água na rede de distribuição (entrada) e após os reservatórios prediais (saída) dos restaurantes no período de estiagem e chuvoso.....	56
5.4.1 Comparação entre período de estiagem e período chuvoso.....	56
5.4.2 Comparação entre rede de distribuição (entrada) e reservatórios prediais (saída)	56
5.5 Qualidade microbiológica e físico-química da água na rede de distribuição (entrada) e após os reservatórios prediais (saída) das Unidades Básicas de Saúde no período de estiagem e chuvoso.....	58
5.5.1 Comparação entre período de estiagem e período chuvoso.....	58
5.5.2 Comparação entre rede de distribuição (entrada) e reservatórios prediais (saída).....	59
5.6 Qualidade microbiológica e físico-química da água na rede de distribuição (entrada) e após os reservatórios prediais (saída) das Escolas Públicas no período de estiagem e chuvoso.....	61
5.6.1 Comparação entre período de estiagem e período chuvoso	61
5.6.2 Comparação entre rede de distribuição (entrada) e reservatórios prediais (saída).....	61

6 CONCLUSÃO.....	64
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
REFERÊNCIAS.....	66
ANEXOS.....	71

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de domínio público, limitado e dotado de valor econômico. Seu uso prioritário é para o consumo humano e a dessedentação de animais. Sua utilização pelo homem deve ser feita para a sua sobrevivência e melhoria das condições econômicas, sociais e comunitárias (BRASIL_a, 1997).

A água pode sofrer perdas na sua qualidade ao longo do sistema de abastecimento, desde o manancial, por meio do recebimento de resíduos e efluentes, o que exige maiores investimentos no tratamento da água, até as torneiras do consumidor (BRASIL_d, 2006).

Verifica-se que a redução da qualidade da água no sistema de distribuição pode ser ocasionada também, pela intermitência do serviço, pela baixa cobertura do sistema público de esgotamento sanitário, falta de manutenção dos reservatórios e pelo manuseio inadequado da água (BRASIL_c, 2005).

Dados da Organização Mundial da Saúde revelam que 80% das doenças que ocorrem em países em desenvolvimento são transmitidas pela água contaminada por algum micro-organismo patogênico. No Brasil, a deficiência nos serviços de saneamento básico e a falta de qualidade da água, trazem vários problemas para a população. Aproximadamente 29 pessoas morrem a cada dia, sendo uma criança a cada 15 segundos, por doenças transmitidas pela água contaminada. Esses dados favorecem a ocupação em 70% dos leitos hospitalares por pacientes que apresentaram enfermidades de transmissão hídrica (CAPOANE, 2011).

De acordo com Zimmermann e colaboradores (2008) e Silva & Araújo (2003) é importante para saúde pública que a água de consumo humano seja mantida dentro dos padrões de potabilidade (turbidez, cloro residual, pH, cor, Coliformes totais e *Escherichia coli*) pois algumas doenças gastrointestinais têm como fonte de infecção a água contaminada, provocando surtos epidêmicos. Deste modo, o consumo de água fora do padrão de potabilidade constitui um fator de risco de agravos à saúde da população.

A Portaria número 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Além disso, ela ressalta a responsabilidade dos órgãos de controle ambiental, no que se refere ao monitoramento e ao controle das águas brutas de acordo com os mais diversos usos, incluindo o de fonte de abastecimento de água destinada ao consumo humano (BRASIL e, 2011).

À Vigilância Ambiental cabe o controle e monitoramento da qualidade da água para consumo humano.

Considerando os riscos em consumir a água contaminada, se faz necessária uma investigação sobre a ocorrência de micro-organismos potencialmente patogênicos veiculados na água da Rede de Abastecimento Público da cidade de Maceió para que sejam tomadas medidas sanitárias cabíveis.

2 OBJETIVOS

Avaliar a Qualidade da água da Rede Pública de Abastecimento da Cidade de Maceió.

2.1 Objetivos específicos

-Avaliar a presença de micro-organismos: coliformes totais, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas.

- Realizar análise físico-química para os parâmetros: cloro residual, turbidez, cor e pH.

- Comparar os resultados dos pontos de entrada e saída dos reservatórios de bairros da concessionária nos períodos de estiagem e chuvoso.

-Comparar os resultados dos pontos de entrada (rede de distribuição) e saída (reservatórios prediais) nos períodos de estiagem e chuvoso.

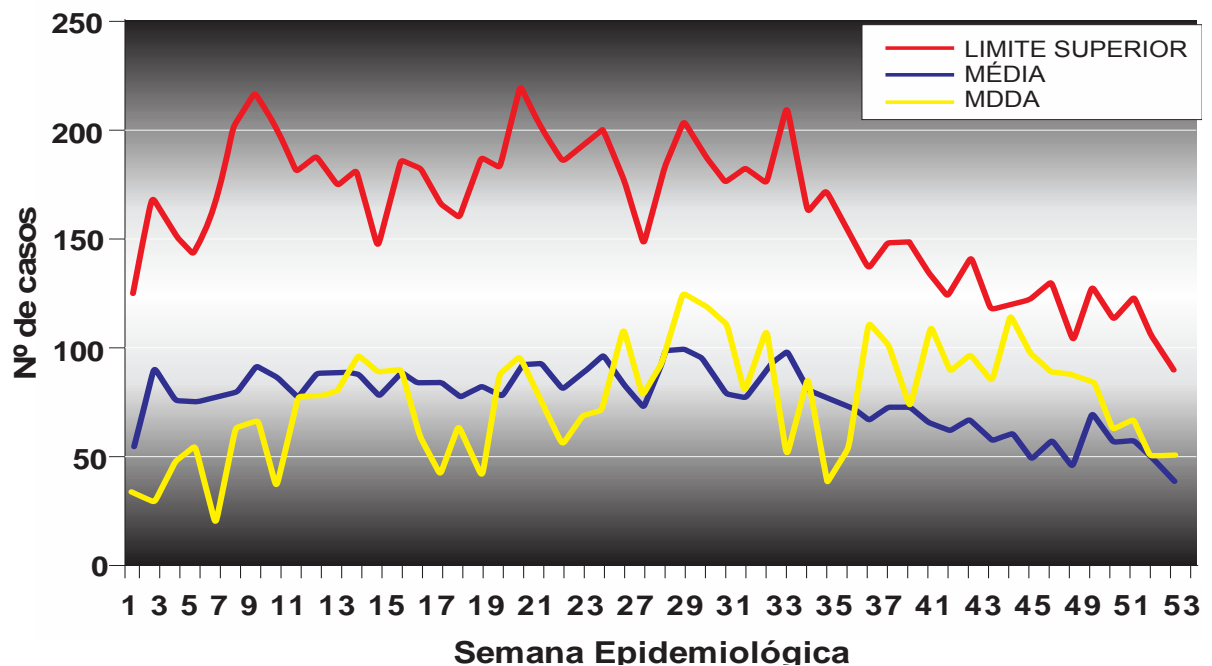
3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Água e Saúde Pública

A água é um importante veiculador de doenças, podendo conter inúmeros patógenos. As doenças de veiculação hídrica apareceram como um dos principais problemas para a saúde pública do Brasil. Nos últimos 25 anos, mesmo com a existência de medidas mais restritivas, avanços tecnológicos e de tratamento, a água se destaca como fator de risco na disseminação de vários micro-organismos relacionados à infecção hospitalar, isso contribui de forma efetiva com elevado número de casos notificados pelo Ministério da Saúde do Brasil (DIAS et al, 2008).

Dados do Ministério da Saúde apontam 4.343.172 casos de doenças diarreicas agudas (DDA) notificados no Brasil no ano de 2012, sendo que 72.252 destes casos ocorreram em Alagoas e 3.788 casos em Maceió. Sabendo que 95% das doenças diarreicas são de veiculação hídrica, estes dados justificam a água ser considerada o principal responsável por 60% das internações por diarreia no país, o que está relacionado com a deficiência de saneamento básico. Os gastos anuais no tratamento de doenças de veiculação são em torno de 2,7 bilhões de dólares (ADEODATO, 2006). A figura 01 mostra os casos notificados das Doenças Diarreicas Agudas (DDA) de acordo com os dados obtidos pela Secretaria de Saúde do Estado de Alagoas em Maceió, 2012.

Figura 1 – Diagrama de controle de diarreia, mdda (monitoramento de doenças diarreicas agudas) em Maceió/AL, 2012.



Fonte: Alagoas, 2012

3.2 Breve Histórico da Legislação de Qualidade da Água para Consumo Humano

Em 4.000 a.C, foram encontrados documentos com descrição de métodos para melhorar os aspectos estéticos e sensoriais da água em documentos escritos em sânscrito. Já na Grécia antiga utilizavam-se técnicas como filtração, exposição ao sol e a fervura para promover a melhora na qualidade da água. Os gregos, dentre eles Hipócrates, apontavam empiricamente para a existência de relações causais entre água e enfermidade. A preocupação com a qualidade da água tornou-se uma questão importante para a saúde pública no final do século 19 e início do século 20, onde os seus aspectos estéticos e sensoriais, tais como a cor, o gosto e o odor estavam associados a sua qualidade (FREITAS M; FREITAS C, 2005)

Em 1854, por meio de estudos científicos, foi comprovada uma relação da epidemia de cólera em Londres com a contaminação da água da “Bomba da Rua

Larga”, causando a morte de 10.000 pessoas. No ano seguinte, o epidemiologista John Snow demonstrou que o surto de cólera estava relacionado com água de poços de abastecimento público contaminada com bactérias entéricas provenientes de esgoto doméstico (BATES, 2000). Esta confirmação originou a criação do Conselho de Proteção das Águas do Rio Tâmis em 1857, onde houve o direcionamento de recursos em engenharia de saúde pública para o tratamento da água e a rede coletora de esgoto. Essa atitude favoreceu uma mudança no quadro das doenças de veiculação hídrica local (FERREIRA JÚNIOR, 2002).

Com a evolução da microscopia, em 1880 Louis Pasteur, através da teoria dos germes, provou que a água era um veículo transmissor de micro-organismos então chamados de “micróbios” (BELTRÃO, 2007). Em decorrência das descobertas científicas, no início do século 20 e com a grande preocupação dos surtos que surgiam, vários sistemas de tratamento de água foram implantados no Brasil. O marco nos métodos de tratamento para desinfecção da água se deu através do uso do cloro, um potente sanitizante, que fora empregado pela primeira vez nos Estados Unidos na cidade de *New Jersey* em 1908, além de outros desinfetantes como ozônio na Europa (FREITAS M; FREITAS C, 2005).

Segundo Freitas e Freitas (2005), no final da década de 70 iniciou-se a normatização da qualidade da água através de um Decreto Federal nº 79.367, que estabelecia a competência do Ministério da Saúde sobre o padrão de potabilidade de água para consumo humano, através da Portaria 56 Bsb, publicada em 14 de março de 1977 abrangendo diferentes constituintes químicos e microbiológicos potencialmente patogênicos à saúde humana. Anteriormente, em 24 de maio de 1974, surge a Lei Federal nº 6050 que dispunha sobre a fluoretação da água de sistemas de abastecimento quando houvesse a presença de uma estação de tratamento.

No ano de 1988 surge a Constituição Federal, aumentando os direitos dos cidadãos e em seu artigo 196 definindo que:

“A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação”.

A Lei nº 8.078/90, o chamado Código de Defesa do Consumidor, reforçou a legislação de proteção e defesa da saúde, reafirmando a responsabilidade do produtor pela qualidade do produto e do serviço, lhe impondo atividades de informação ao consumidor (ROZENFELD, 2000).

Com esta visão, o Instituto de Defesa do Consumidor (IDEC) no final de 2000, realizou uma pesquisa no Estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná, sobre a qualidade da água que estava sendo ofertada pelas concessionárias Estaduais, Públicas, Municipais e Serviços Privatizados de Sistema de Abastecimento de água, os resultados mostraram a presença de contaminantes bacteriológicos, ausência de cloro residual e alterações em alguns parâmetros físico-químicos da água distribuída nas redes (IDC, 2002).

Em 19 de janeiro de 1990 é publicada a Portaria nº 36/GM com novas definições e inclusão de novos parâmetros que até então não eram contemplados pela anterior, como definições de serviço e sistema de abastecimento de água, inclusão e revisão de alguns parâmetros químicos e microbiológicos. Essa mesma portaria, dez anos depois sofre uma revisão através do Ministério da Saúde do Brasil, em parceria com o Departamento de Engenharia de Saúde Pública (DENSP), da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e com a representação da Organização Pan-americana de Saúde (OPAS) e Organização Mundial de Saúde (OMS).

Em 29 de dezembro de 2000 surge a publicação da port. Nº 1469/00 do Ministério da Saúde, a qual estabelece, de forma mais clara, os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano; inovação para a classificação dos tipos de sistemas de abastecimento de água em: sistema alternativo de abastecimento de água; exigência de tratamento após filtração de água oriunda de manancial superficial, desinfecção de toda água destinada ao consumo humano, incorporação do padrão de turbidez como sendo indicativo de natureza sanitária, como também a incorporação de um novo parâmetro microbiológico que foi a pesquisa de cianotoxinas (FREITAS M; FREITAS C, 2005).

Quatro anos após a publicação da portaria 1469/00, o Ministério da Saúde (MS) criou a portaria 518/04 que, além abordar os parâmetros apresentados na anterior, trouxe também a necessidade da avaliação de risco, sendo assim considerada um avanço em relação às demais (RIBEIRO, 2012).

Em 04 de maio de 2005, foi criado o Decreto Presidencial 5.440, que instituiu mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para o consumo humano em seu artigo 3º:

“Os órgãos e as entidades de Estados, Municípios, Distrito Federal e Territórios e demais pessoas jurídicas, às quais este decreto se aplica, deverão enviar as informações sobre a qualidade da água” (BRASIL, 2005).

Levando em consideração os critérios de avaliação de risco, cujo objetivo era incorporar novos conhecimentos científicos no tratamento, controle e vigilância da qualidade da água, sete anos depois, o ministério da saúde no dia 12 de dezembro de 2011 publica a atual Portaria, com o nº 2914, 5ª versão desde 1977 que: “Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”.

3.3 Sistema de Abastecimento Público de Maceió

Os recursos hídricos compreendem águas superficiais e subterrâneas que podem ser obtidas e disponibilizadas para uso humano, tais como os rios, lagos, lençóis freáticos e etc. A água é fonte de energia alternativa no Brasil, ficando evidente a sua importância quanto ao uso deste recurso natural, principalmente pela crescente crise de abastecimento e o aumento da degradação que acontecem nos ecossistemas de água doce do planeta (COSTA, 2012).

A água potável, de origem superficial ou subterrânea, encontra-se cada vez menos disponível devido ao crescimento da população mundial e da ação direta do homem nos ambientes urbanos e rurais (AMARAL et al., 2006).

Segundo o Plano Diretor da Casal (2011), o abastecimento de água de Maceió é constituído pelos sistemas: Catolé/Cardoso, Aviação, Pratygy e Águas Subterrâneas, que por sua vez são compostos de sistema produtor, tratamento,

reservação e distribuição, atendendo a uma população de 763.191 habitantes, ou seja 80% da população de Maceió (fig 02). Os sistemas produtores são formados pelos mananciais do riacho Catolé, riacho Aviação, rio Pratagy e poços profundos.

O sistema Catolé/Cardoso construído desde 1952 é alimentado pelo riacho Catolé. O manancial fica situado a noroeste de Maceió, localizado no município de Satuba. Apresenta uma flora densa de mata atlântica protegendo todo o manancial. Com vazão para cerca de 320 L/s, onde está a tomada d'água do aqueduto de filtração direta ascendente, por gravidade, com cerca de 12 km de comprimento ao longo da encosta margeando a lagoa Mundaú, conduzindo a água até a Estação de Tratamento de Água (ETA) do Cardoso, no bairro de Bebedouro. Apresenta tratamento tipo ciclo completo e abastece parte da zona média e parte da zona baixa da cidade (CASAL, 2011).

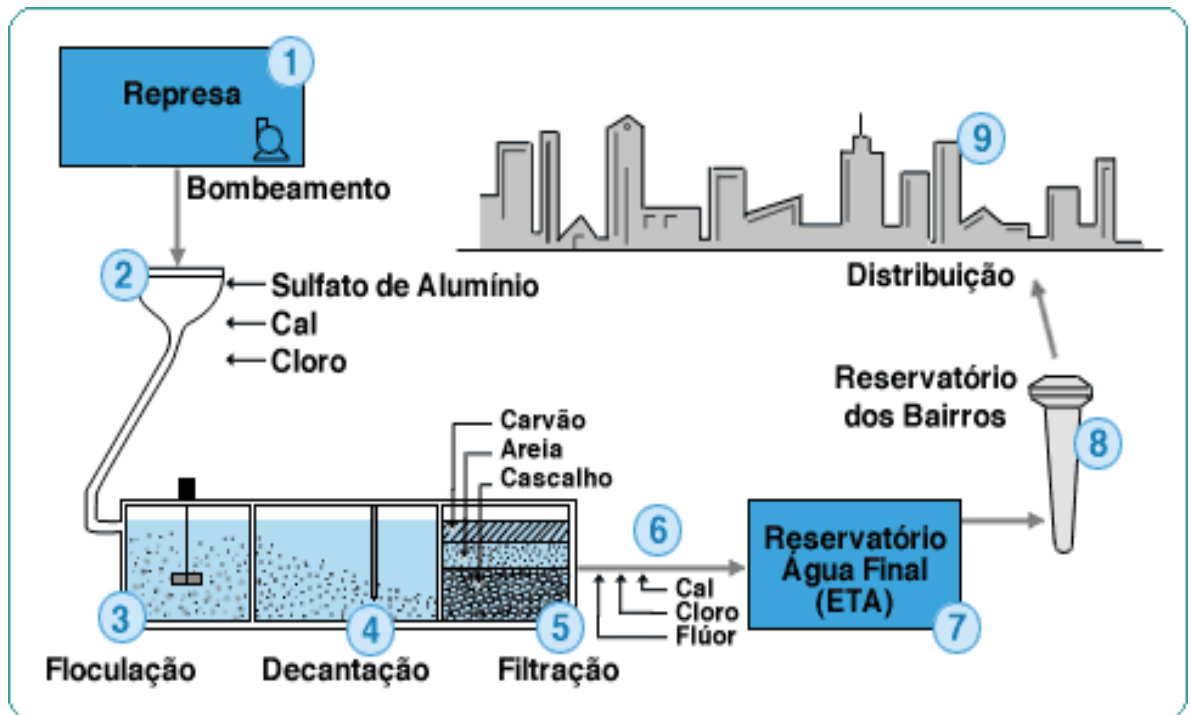
O sistema Aviação é alimentado pelo riacho Aviação com as sobras da barragem do Catolé. Situado nas proximidades da barragem do Catolé, em Satuba apresenta vazão de 200 L/s. A captação compreende uma tomada d'água através de um canal de concreto que é encaminhada a ETA, utiliza a tecnologia da filtração direta, sendo composta por 8 (oito) tanques de fibra (Clarifiber) com diâmetro de 4,0 m, adição de cloro em linha, reservatório e elevatória de água tratada. Da estação a água é bombeada para o reservatório elevado da Cidade Universitária e daí distribuída para a zona alta da cidade (Tabuleiro, Clima Bom, Colina dos Eucaliptos e adjacências) (CASAL, 2011).

O Sistema Pratagy é alimentado pelo rio Pratagy com suas nascentes mais distantes em Messias e drena parte de Rio Largo e Maceió, formado pelo segundo maior curso e volume de água da região atualmente funciona com 2/3 da vazão, com de cerca 720 L/s, e possui outorga concedida em 2004 para vazão de 1.440 L/s. A ETA Pratagy que fica localizada no bairro do Benedito Bentes, em Maceió, também apresenta tratamento do tipo completo. A água produzida por esse sistema abastece parte das zonas alta, média e baixa da cidade (CASAL, 2011).

O sistema de águas subterrâneas é formado por 164 poços espalhados pela cidade, totalizam uma vazão de cerca de 1.230 L/s, mas apenas 4 possuem outorga, os demais têm pedido de outorga em trâmite na SEMARH. Por meio de

bombas direcionam a água captada para os reservatórios existentes na cidade ou injetam a água diretamente na rede de distribuição. Esse sistema abastece parte das zonas alta, média e baixa da cidade (CASAL, 2011).

Figura 2 - Esquema padrão da Estação de Tratamento de Água



Fonte: <http://www.ricozon.com.br/tratamento.htm>

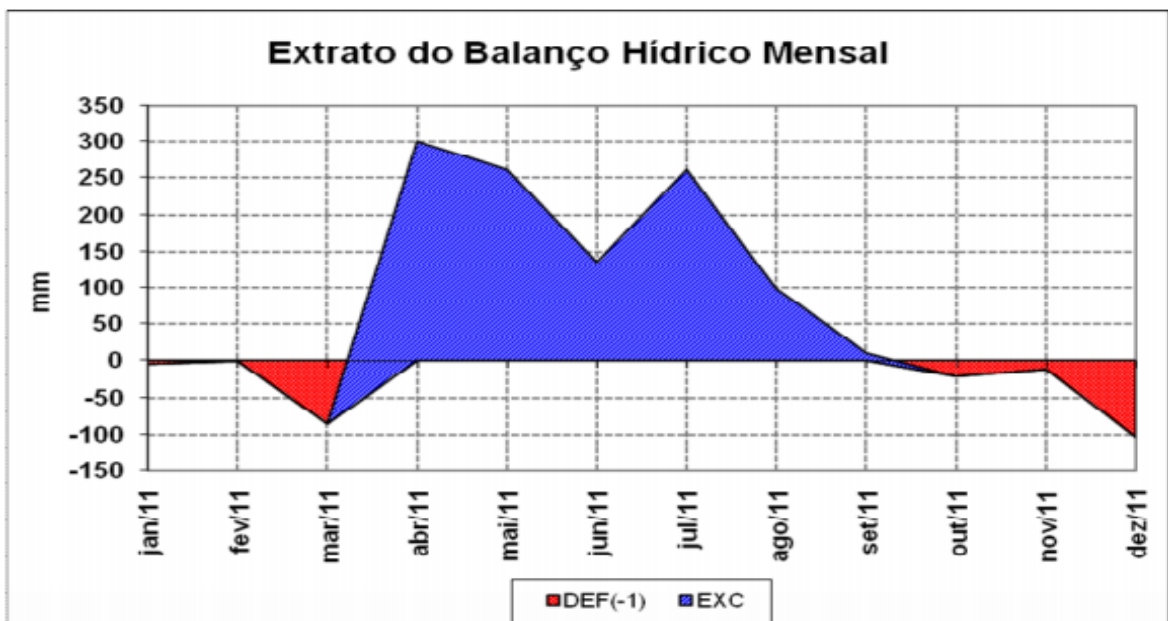
3.4 Caracterização da área de estudo

3.4.1 Clima

Segundo Köppen (1936) apud Semarh (2013), a cidade de Maceió possui um clima tropical chuvoso com verão seco e temporada chuvosa com início em abril e término em agosto, sendo o período mais intenso de chuva nos meses de maio e julho, com 400 mm e 200 mm, respectivamente. A temperatura anual atinge as máximas nos meses de dezembro a março e as mínimas nos meses de julho a setembro. Possui precipitação anual em torno de 1.570,9 mm (FAZZIO et al., 2011; SEMARH, 2013).

Conforme mostrado na figura 3, o município de Maceió apresentou índices elevados de excesso hídrico de abril a agosto de 2011, com picos nos meses de

abril, maio e julho de 2011. O período compreendido em fevereiro e entre outubro a dezembro de 2011 corresponde à temporada de déficit hídrico com menor valor no mês de dezembro (abaixo de 100 mm). Na figura 04 são mostrados, os balanços hídricos de janeiro a dezembro de 2012, para o município de Maceió-AL realizados pela SEMAHR (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos), constatando um déficit hídrico, sendo que o mês Dezembro apresentou o menor



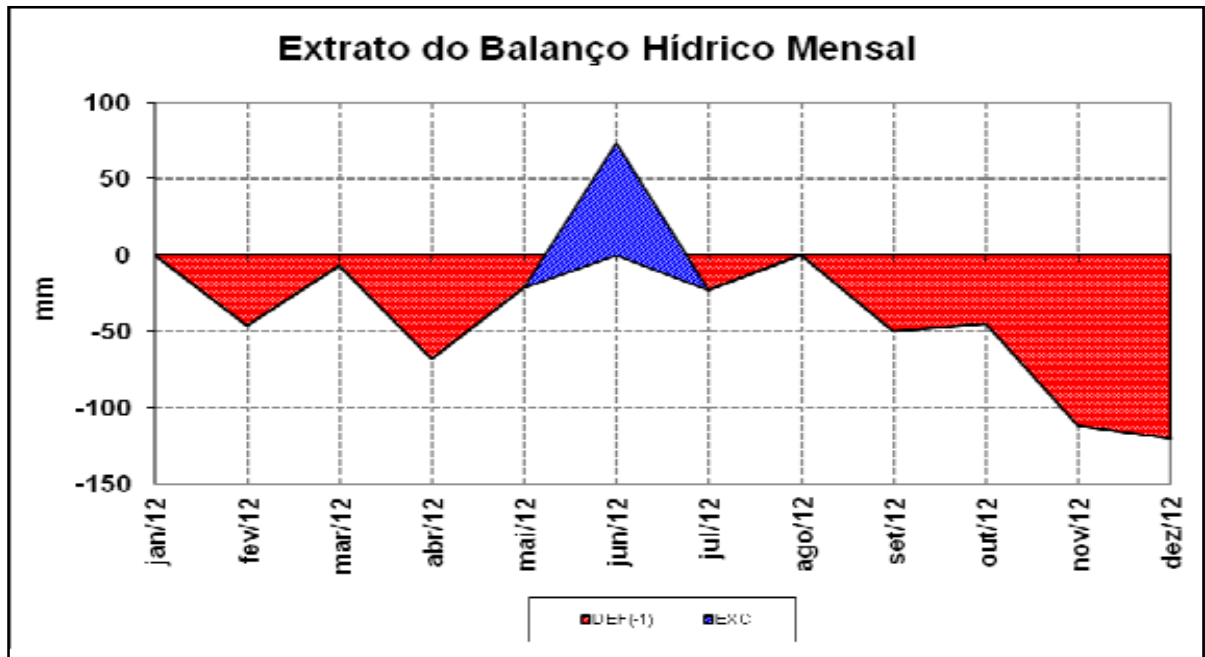
valor abaixo de 100 mm.

Figura 3 – Situação do Balanço Hídrico no ano de 2011 para o município de Maceió

Fonte: SEMARH/DMET

Para a geração dos gráficos, a SEMAHR utilizou os dados de quatro pluviômetros convencionais pertencentes à usina Cachoeira, Corpo de bombeiros, Riacho doce e Jacarecica (localizados a 9,62° S e 35,70° W) e uma estação automática na UFAL, pertencente ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

Figura 4 – Situação do Balanço Hídrico no ano de 2012 para o município de Maceió.



Fonte: SEMARH/DMET

3.4.2 Localização

Maceió está inserida na mesorregião do leste alagoano, localizada na parte central da faixa litorânea do Estado de Alagoas - Brasil. Estende-se entre os paralelos 09°21'31" e 09°42'49" de latitude sul e os meridianos 35°33'56" e 35°38'36" de longitude oeste, ocupando uma área de 514 Km² (COMDEC,2007).

Com uma população de 936.314 hab. (IBGE, 2010), está situada entre o oceano Atlântico e o complexo lagunar Mundaú-Manguaba. O litoral é formado por vegetação de restingas, apresentando coqueirais e manguezais, percorrendo praias e estuários, em plena zona tropical e banhada pelo Oceano Atlântico (FAZZIO et al., 2011).

3.5 Padrões de Potabilidade da Água

Segundo a Portaria nº 2914/11 do MS, a água para consumo humano deve ser potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem, não apresentando riscos à saúde do indivíduo.

Água potável é aquela que atende a um padrão de potabilidade. A mesma define em seu artigo 5º, inc.III como padrão de potabilidade da água: “Um conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano”. Os parâmetros avaliados nessa pesquisa estão descritos no quadro 01.

Quadro 1 - Limites permitidos para parâmetros físico-químicos e microbiológicos em águas destinadas ao consumo humano.

Parâmetro	Unidade	Limite Permitido
Cloro livre	mg.L ⁻¹	0,5*
pH	-	Mín. 6,0 e Max. 9,5
Cor aparente	uH	Max. 15,0
Turbidez	uT	Max. 5,0
Coliformes totais	100 mL	Ausência
<i>E. coli</i>	100 mL	Ausência
Bactérias heterotróficas	UFC.mL ⁻¹	500

*A legislação estabelece um teor de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatório a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição.

Fonte: Brasil, 2011.

Oliveira et al. (2012), afirmaram que a água destinada ao consumo humano deve atender aos padrões de potabilidade, estabelecidos pelos órgãos responsáveis. Normalmente a água pode conter impurezas caracterizadas como de ordem física, química ou biológica cujos teores devem ser limitados até um nível não prejudicial ao ser humano. Desta forma, assegurar que a água potável esteja constantemente disponível ao homem é uma das obrigações dos órgãos governamentais fiscalizadores, contudo, não é apenas responsabilidade do poder público e sim de toda a sociedade, pois é necessário que haja a participação e conscientização de cada cidadão, por se tratar de um recurso essencial à vida (SILVA, 2004).

3.5.1 Parâmetros Físico-Químicos

É de fundamental importância que os recursos hídricos apresentem condições físico-químicas adequadas para a utilização dos organismos vivos, devendo, apresentar substâncias essenciais à vida e ser isento de outras que possam causar prejuízos ao organismo (CRUZ et al., 2007). Em seu artigo 37º a

portaria Nº 2914/11 determina que a água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco à saúde (BRASIL_e, 2011).

Oliveira e colaboradores (2012), estudaram a água de abastecimento público coletada em torneiras de residências da cidade de Guarabira - PB por um período de 28 dias e observaram em todas as amostras, que o cloro residual, cor aparente, turbidez e pH encontravam-se dentro dos padrões da portaria 2914/2011, considerando a água potável para consumo humano. Em estudos realizados por Santos e colaboradores (2012), em águas coletadas de residências da cidade do Cruzeiro do Sul no Acre, os resultados também se mostraram em conformidade com as normas exigidas pela legislação para os parâmetros físico-químicos.

Buscando verificar o nível de alterações físico-químicas existentes em Pali, distrito de Rajasthan, foram analisadas águas subterrâneas, em diferentes locais. Os resultados permitiram concluir que apenas o pH encontrou-se dentro dos valores permitidos (SUTHAR et al., 2012).

3.5.1.1 Turbidez

A turbidez pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. A alteração à penetração da luz na água decorre da presença de material em suspensão, sendo expressa por meio de unidades de turbidez (também denominadas unidades de Jackson ou nefelométricas). Para fins de potabilidade, a portaria 2914/2011 determina que a turbidez não exceda valores de 5 uT (BRASIL_e, 2011).

Água com elevado teor de turbidez é indicativo de um alto conteúdo de matéria orgânica e inorgânica em suspensão, atuando como escudo para os micro-organismos patogênicos e assim minimizando a ação do desinfetante (MANTOVANI et al.,2012).

Segundo Carmo e colaboradores (2008), em seus estudos não houve correlação estatística significativa entre a turbidez na saída do tratamento e a rede de distribuição. De qualquer forma, é relevante manter a perspectiva de que valores elevados de turbidez devem ser sempre entendidos como perigo.

3.5.1.2 Cloro residual livre

O cloro é utilizado no tratamento da água com o objetivo de desinfetar, destruindo micro-organismos patogênicos, que podem sobreviver por vários meses em temperatura ambiente, e ele tem também a finalidade de reagir com outras substâncias, provocando alterações em suas características pela oxidação de compostos presentes na água (SOUZA; DANIEL, 2005). O processo de desinfecção através do cloro tem maior eficiência quando a água é submetida a um tratamento prévio para a remoção da turbidez (OPAS, 1999), embasado no fato de que as substâncias orgânicas são capazes de reagir e consumir o cloro (MANTOVANI et al., 2012).

Souza e Daniel (2005) compararam o efeito do hipoclorito de sódio e do ácido paracético na inativação de *E.coli*, Colílagos e *Clostridium. perfringens* em águas com alta concentração de matéria orgânica, coletadas em poços profundos que abastecem o Campus I da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EECC-USP), os resultados obtidos por esses autores mostraram que na água com alta concentração de matéria orgânica, comparada à água potável, o ácido paracético foi mais efetivo que o hipoclorito de sódio na inativação de todos os micro-organismos estudados.

Estudos de levantamentos epidemiológicos que correlacionaram a concentração dos trihalometanos com a morbidade e a mortalidade por câncer, evidenciaram associações positivas em alguns casos de carcinomas. Meyer (1994), em seus estudos, verificou que a substituição do cloro por outro desinfetante no tratamento de água pode trazer mais problemas para a saúde da população do que benefícios, considerando que a diminuição da incidência de doenças transmissíveis pela água somente foi alcançada com a difusão do emprego da técnica de cloração.

O cloro residual Livre (CRL) representa o cloro presente na água sob a forma de ácido hipocloroso (HOCL), dissociado ou não dissociado, a sua presença assegura a qualidade bacteriológica da água. O processo de desinfecção da água é, portanto, uma das mais importantes medidas de saúde pública, considerando que sua prática tem reduzido significativamente doenças de transmissão hídrica,

refletindo sobre o aumento na perspectiva de vida da população (SILVA, et al., 2009).

3.5.1.3 pH

O pH é o termo utilizado para expressar a intensidade da condição ácida ou alcalina de uma solução. É a forma de expressar a concentração de íons hidrogênio, ou mais precisamente, a atividade dos íons hidrogênio. Seu valor para a água pura a 25 °C é igual a 7,0 e varia entre 0,0 e 7,0 em meio ácido, e entre 7,0 e 14,0 em meio alcalino. Tem grande importância para o meio ambiente porque muitas reações químicas são intensamente afetadas pelo seu valor (BRASIL^e, 2011).

Mendes e colaboradores (2008) estudaram a qualidade físico-química de águas coletadas de açudes, rios e poços consumidas pela população do Congo, na Paraíba. As coletas foram realizadas nos períodos de estiagem (dezembro) e chuvoso (maio) em 17 pontos da região, concluindo que o pH aumentou no período de estiagem, e que mais de 60% das amostras estavam em condições físico-químicas e microbiológicas adequadas para o consumo humano.

Fazzio e colaboradores (2011), em estudo realizado em 17 poços na cidade de Maceió escolhidos de acordo com as potenciais fontes de contaminação: cemitérios, lava-jatos, condomínios residências, floriculturas e órgãos públicos, investigaram também a qualidade físico-química de águas subterrâneas, o resultado da pesquisa mostrou que o pH variou de ácidos para alcalinos, ou seja, valores não recomendáveis pela legislação. Os valores de pH podem estar associados às características hidrogeológicas da região em estudo. Os parâmetros cor e turbidez apresentaram valores muito elevados em relação aos padrões estabelecidos pela portaria 518/04 atual 2914/11.

O pH é um parâmetro chave de controle do processo de coagulação, fundamental para o bom desempenho de todo o processo de tratamento da água. O condicionamento final da água após o tratamento pode exigir também a correção do pH para evitar problemas de correção mais importante. O pH é um parâmetro fundamental de controle de desinfecção, em um pH elevado a cloração perde a

eficiência. Na portaria 2914/2011 recomenda-se o fornecimento de água em pH de 6,0 a 9,5 (BRASIL_d, 2006).

3.5.1.4 Cor

A cor é determinada pela presença de substâncias dissolvidas, devido à decomposição de matéria orgânica (plâncton, substâncias húmicas), pela presença de elementos químicos, como ferro e manganês, ou pela introdução de efluentes industriais. É considerada um parâmetro de natureza estética e componente padrão de aceitação para o consumo humano, no entanto, a cor, devido a substâncias orgânicas, pode indicar a formação de trihalometanos, subprodutos tóxicos da cloração. A cor elevada acima do recomendável pela legislação pode levar ao aumento do consumo de cloro residual (CRUZ, 2007).

A cor também é um bom indicativo da presença de material suspenso e/ou dissolvido na água. Para efeito de caracterização de águas para abastecimento, distingue-se a cor aparente na qual se consideram as partículas suspensas, da cor verdadeira. Para atender ao padrão de potabilidade, a água deve apresentar intensidade de cor aparente inferior a cinco unidades. O limite aceitável pelo Ministério da Saúde (MS) é de 15 uH (unidade Hazen) para cor, sendo considerada potável a água que possuir valores abaixo do estipulado (BRASIL_e, 2011).

3.5.2 Parâmetros Microbiológicos

A Portaria nº 2914/11 em seu Art. 27º, determina que: “A água potável deve estar em conformidade com padrão microbiológico”. Os micro-organismos indicadores são utilizados para avaliar a potabilidade da água, estando esses presentes em fezes humanas ou de animais de sangue quente. Além disso, estes patógenos apresentam um curto período de sobrevivência e estão presentes esporadicamente no ambiente hídrico. Sendo assim, torna-se inviável sua identificação para o monitoramento da qualidade da água no sistema público (CHAVES, 2004).

Abila e colaboradores. (2012), buscando avaliar a qualidade físico-química e bacteriológica da água de poços em Kitui, cidade do Kênia, analisaram 96 amostras coletadas em residências distribuídas na cidade, no período de maio a

junho de 2011. O estudo revelou que todas as águas analisadas estavam em desacordo com os valores aceitáveis, verificando a presença de nove gêneros patogênicos como *Salmonella*, *Escherichia*, *Vibrio*, *Listeria*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Pseudomonas*, destacando a importância de se atentar para esta avaliação, uma vez que alguns estudos demonstram estarem as amostras em desacordo com a legislação vigente.

3.5.2.1 Coliformes totais

O grupo dos Coliformes totais são bacilos Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não esporogênicos oxidase-negativos, que fermentam lactose com produção de gás a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24-48 horas. Este grupo de micro-organismo faz parte da microbiota presente no trato gastrointestinal do homem e de alguns animais de sangue quente (CARVALHO et al.,2009).

A presença de Coliformes totais não é um indicativo de contaminação fecal, uma vez que este grupo inclui diversos gêneros e espécies de bactérias não entéricas, como *Serratia* e *Aeromonas*. Contudo, a sua presença e número são indicativas da qualidade higiênico-sanitária da água e sugere falhas no sistema de tratamento de águas ou distribuição. Em condições normais, os coliformes não são por si só, patogênicos, porém algumas linhagens ou a proliferação destes micro-organismos podem causar diarreias e infecções urinárias (CARVALHO; MITTELSTAEDT, 2007).

Alves, Odorizzi e Goulart (2002), após examinarem 18 amostras de diferentes marcas de águas minerais de diversos tamanhos distribuídos em supermercados e, amostras de águas potável oriundas do Rio do Peixe e de poços artesianos da cidade de Marília, observaram que apenas 5,5% das amostras coletadas estavam contaminadas por Coliformes totais, e que 94,5% estavam aptas para consumo.

3.5.2.2 *Escherichia coli*

Tendo em vista que as águas da rede de abastecimento público da cidade de Maceió são mistas, formadas por águas de superfície e águas subterrâneas, e que as águas subterrâneas não são cloradas, para avaliar a qualidade da água

utilizam-se bactérias do grupo coliformes, porém a presença de *E. coli* determina a origem fecal da contaminação (CASAL,2011).

Os coliformes termotolerantes diferem dos Coliformes totais por fermentarem lactose com produção de gás a uma temperatura de $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas. O principal representante do grupo termotolerante e o indicador mais específico de contaminação fecal e de eventual presença de micro-organismos patogênicos é *E. coli* (CARVALHO et al.,2009).

E. coli faz parte da microbiota entérica animal e humana, sendo algumas linhagens patogênicas ao homem. *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) constitui uma dessas categorias e assim é chamada porque causa colite hemorrágica e Síndrome Hemolítica Urêmica (SHU) em humanos. O primeiro surto ocorrido com a EHEC foi em 1983, através da ingestão de hambúrgueres mal cozidos em um restaurante fast-food nos Estados Unidos da América e a primeira descrição no Brasil de *E. coli* O157:H7 foi realizada pelo Instituto Adolfo Lutz, a partir de amostras de água de poço de uma chácara no município de São Paulo (CARVALHO; MITTELSTAEDT,2007).

Com o intuito de avaliar amostras de água mineral da cidade de Goiânia, foram analisadas as três marcas garrafão de 20 L sem gás mais consumidas na cidade. Tal estudo revelou que as três marcas de águas minerais apresentaram excelente qualidade, visto que todas as amostras analisadas estiveram dentro dos padrões exigidos pela legislação em vigor, indicando que as fontes devem estar bem preservadas, como também o envasamento realizado de forma adequada (ANDRADE; SOUZA, 2009).

Fazzio e colaboradores (2011) coletaram amostras em 17 poços distribuídos de acordo com as potenciais fontes de contaminação do aquífero da cidade de Maceió (cemitérios, lava-jatos, poços, próximo ao lixão, Igreja, condomínio residencial e órgão público) onde foi avaliada a presença de Coliformes totais e coliformes termotolerantes. A pesquisa mostrou que 42,35% das águas analisadas estavam contaminadas por *E.coli* e 57%, por Coliformes totais, revelando que a água estava em condições inadequadas para consumo.

Buscando verificar o nível de contaminação microbiológica e química de diferentes fontes de águas, consumidas em Kohat no Paquistão, Khan e colaboradores (2012), examinaram 60 amostras, sendo 54 em córregos, açudes e poços e 6 em água mineral. Os autores verificaram a presença de *E. coli* em 70% das amostras analisadas, confirmando, com esses resultados, que a maioria das fontes de águas não estavam seguras para o consumo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Kumar e colaboradores (2012), quando realizaram um estudo para avaliar a qualidade da água em Maharana Pratap, distrito de Himacal na Índia. Os resultados mostraram que a qualidade microbiológica estava comprometida, observando-se a presença de patógenos como: *Staphylococcus*, *Clostridium tetani*, *Shigella dysenteria*, *E. coli* e *Salmonella* sp.

No mesmo ano, Satake e colaboradores (2012) realizaram um estudo para analisar a qualidade da água consumida nas propriedades rurais em Jaboticabal-SP, com a coleta de 146 amostras, obtidas nos períodos de chuva e estiagem, para a determinação de *E coli* e bactérias heterotróficas. O resultado da pesquisa mostrou que 50% das amostras analisadas estavam impróprias para o consumo humano e que não houve influência dos períodos de estiagem e chuva na qualidade da água. Vários trabalhos indicam a vulnerabilidade das áreas rurais com relação à qualidade da água, devido à falta de acesso ao abastecimento público, expondo a população ao consumo de água infectada por algum agente patogênico (SOTO, et al., 2006).

3.5.2.3 Bactérias heterotróficas

A água que chega à população não é a mesma que sai de uma Estação de Tratamento de Água (ETA). Esse fato acontece devido à presença de bactérias que podem resistir ao seu processo de tratamento, associando-se a vários organismos ou em materiais em suspensão, formando comunidades microbianas denominadas de biofilmes, aderindo nas paredes das tubulações e nos reservatórios (ALVES, 2007).

Os biofilmes são comunidades formadas por vários micro-organismos, desde os protozoários, bactérias e fungos, aderidos por uma matriz de polissacarídeos e glicoproteínas, formadas por espécies diferentes. O crescimento do biofilme em sistemas de abastecimento de água é favorecido pela presença de águas estagnadas e a ocorrência de intermitência na rede (BRASIL_f, 2007).

Como preconiza a portaria 2914/11 em seu art. 28º, “A determinação de bactérias heterotróficas deve ser realizada como um dos parâmetros para avaliar a integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede)”. No parágrafo 1º observa-se ainda que “A contagem de bactérias heterotróficas deve ser realizada em 20% (vinte por cento) das amostras mensais para análise de Coliformes totais nos sistemas de distribuição (reservatório e rede)”.

Carvalho e colaboradores (2009), analisando 21 amostras coletadas em bebedouros do Campus Universitário de Ipatinga-MG, no período de agosto de 2008 a fevereiro de 2009, totalizando 84 análises, demonstraram que os valores encontrados para bactérias heterotróficas ultrapassaram aqueles permitidos pela legislação, que recomenda o limite máximo de 500 unidades formadoras de colônia por mililitro (UFC/mL). A contagem de bactérias heterotróficas é amplamente utilizada como indicador da qualidade da água para consumo humano. Apesar da maioria das bactérias heterotróficas não ser patogênica, pode representar risco a saúde, como também deteriorar a qualidade da água, provocando o aparecimento de odores e sabores desagradáveis (DOMINGUES et al., 2007).

4 METODOLOGIA

4.1 Pontos coletados

A área de estudo compreende 18 bairros da cidade de Maceió. Os pontos de coletas foram escolhidos de acordo com o esquema hidráulico da Companhia de Água de Alagoas, conforme anexo1.

Foram selecionados 68 pontos de coleta de amostras distribuídos na cidade de Maceió:

- 3 pontos em ETA's (Estações de Tratamento de Água): Catolé/Cardoso, Aviação e Pratygy (figura 04);
- 11 pontos em reservatórios de distribuição da concessionária:

R1 (Jacintinho), R2 (Praça Gonçalves Ledo), R2-A (Farol), R3-A (Ladeira do Calmon), e R4-A (Importadora do farol), R5 (Feitosa), R6 (Jacintinho), R-8 (Mirante do Bebedouro), E.E. do Reginaldo, E.E. Benedito Bentes, reservatório Cidade Universitária (figura 04).

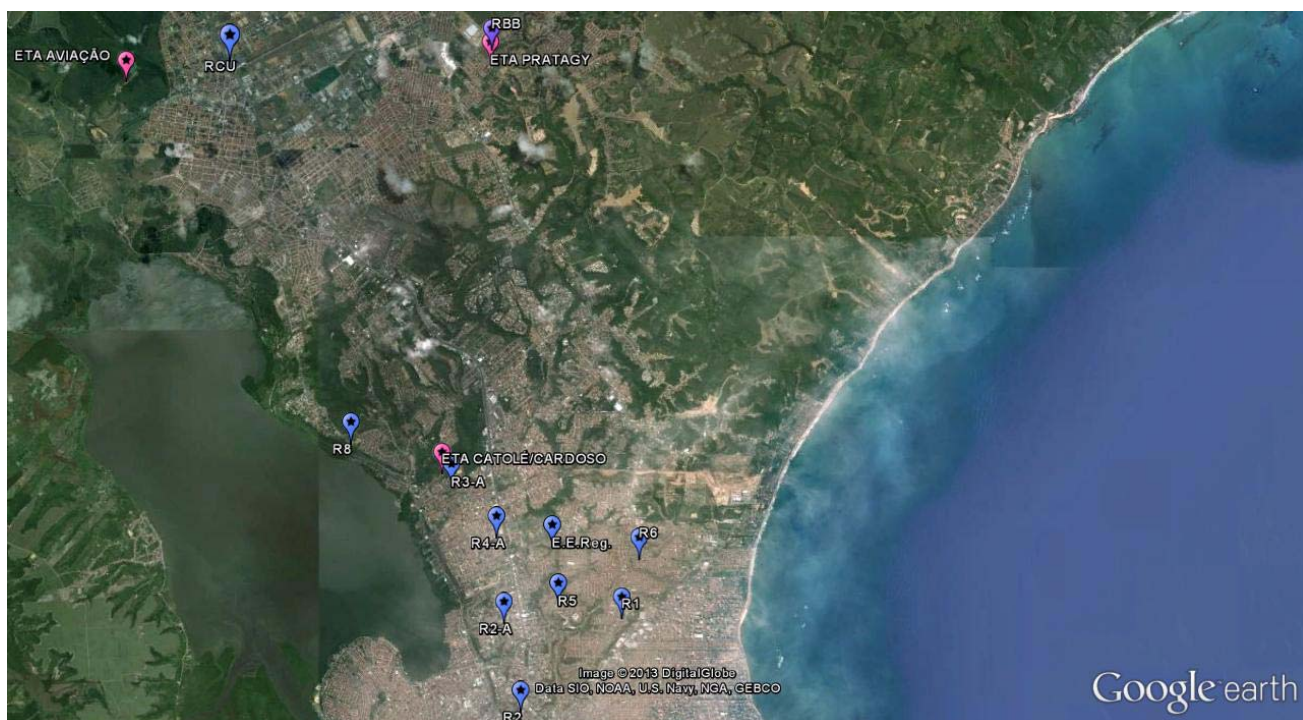
- 54 pontos em 18 bairros da cidade de Maceió: Centro, Prado, Trapiche da Barra, Pontal da Barra, Vergel, Farol, Feitosa, Pajuçara, Jacintinho, Bebedouro, Chã de Jaqueira, Chã de Bebedouro, Rio Novo, Conj. Benedito Bentes, Tab. dos Martins, Conj. E. Gomes, Clima Bom e Santos Dumont, (figuras 05, 06 e 07). Os pontos de coleta e suas respectivas localizações estão representados no quadro 02.

Quadro 2 - Pontos de coletas e suas respectivas localizações.

PONTOS DE COLETA	LOCALIZAÇÃO	GEOREFERENCIAMENTO (GPS)	
		LATITUDE	LONGITUDE
REST 1	Restaurante - Jacintinho	9°38'7.21"S	35°42'36.62"O
UE 1	Unidade Escolar - Jacintinho	9°38'13.52"S	35°42'50.20"O
UBS 1	Unidade Básica de Saúde - Jacintinho	9°38'35.35"S	35°43'4.89"O
REST 2	Restaurante - Benedito Bentes	9°32'56.63"S	35°43'34.43"O
UE 2	Unidade Escolar - Benedito Bentes	9°32'57.97"S	35°43'53.40"O
UBS 2	Unidade Básica de Saúde - Benedito Bentes	9°33'6.86"S	35°43'40.68"O
REST 3	Restaurante - Tabuleiro	9°34'36.19"S	35°46'18.73"O
UE 3	Unidade Escolar - Tabuleiro	9°35'7.22"S	35°46'4.44"O
UBS 3	Unidade Básica de Saúde - Tabuleiro	9°34'23.45"S	35°46'23.42"O
REST 4	Restaurante - Chã de Bebedouro	9°37'14.84"S	35°45'27.80"O
UE 4	Unidade Escolar - Chã de Bebedouro	9°37'8.62"S	35°45'39.34"O
UBS 4	Unidade Básica de Saúde - Chã de Bebedouro	9°37'9.65"S	35°45'37.52"O
REST 5	Restaurante - Rio Novo	9°34'37.80"S	35°48'31.76"O
UE 5	Unidade Escolar - Rio Novo	9°34'39.27"S	35°48'28.44"O
UBS 5	Unidade Básica de Saúde - Rio Novo	9°34'49.98"S	35°48'35.79"O
REST 6	Restaurante - Pontal da Barra	9°41'29.06"S	35°46'33.73"O
UE 6	Unidade Escolar - Pontal da Barra	9°41'40.47"S	35°46'44.05"O
UBS 6	Unidade Básica de Saúde - Pontal da Barra	9°41'39.15"S	35°46'43.04"O
REST 7	Restaurante - Chã de Jaqueira	9°36'46.44"S	35°44'51.23"O
UE 7	Unidade Escolar - Chã de Jaqueira	9°36'35.67"S	35°45'12.83"O
UBS 7	Unidade Básica de Saúde - Chã de Jaqueira	9°36'56.86"S	35°44'57.27"O
REST 8	Restaurante - Santos Dumont	9°33'37.43"S	35°46'53.80"O
UE 8	Unidade Escolar - Santos Dumont	9°32'59.10"S	35°47'21.72"O
UBS 8	Unidade Básica de Saúde - Santos Dumont	9°33'0.37"S	35°47'19.79"O
REST 9	Restaurante - Prado	9°40'3.70"S	35°44'38.30"O
UE 9	Unidade Escolar - Prado	9°40'16.69"S	35°45'0.53"O
UBS 9	Unidade Básica de Saúde - Prado	9°40'21.70"S	35°45'1.04"O
REST 10	Restaurante - Centro	9°40'0.13"S	35°44'26.85"O
UE 10	Unidade Escolar - Centro	9°40'5.93"S	35°44'25.43"O
UBS 10	Unidade Básica de Saúde - Centro	9°40'11.02"S	35°44'30.59"O
REST 11	Restaurante - Trapiche da Barra	9°40'16.71"S	35°45'25.51"O
UE 11	Unidade Escolar - Trapiche da Barra	9°40'23.08"S	35°45'38.66"O
UBS 11	Unidade Básica de Saúde - Trapiche da Barra	9°40'29.70"S	35°45'48.29"O
REST 12	Restaurante - Pajuçara	9°39'58.27"S	35°42'54.70"O
UE 12	Unidade Escolar - Pajuçara	9°39'43.69"S	35°42'37.88"O
UBS 12	Unidade Básica de Saúde - Pajuçara	9°39'43.95"S	35°43'0.12"O
REST 13	Restaurante - Feitosa	9°38'7.99"S	35°43'33.91"O
UE 13	Unidade Escolar - Feitosa	9°37'39.19"S	35°43'26.36"O
UBS 13	Unidade Básica de Saúde - Feitosa	9°38'37.94"S	35°43'41.72"O
REST 14	Restaurante - Clima Bom	9°34'14.22"S	35°46'39.30"O
UE 14	Unidade Escolar - Clima Bom	9°34'18.53"S	35°46'58.66"O
UBS 14	Unidade Básica de Saúde - Clima Bom	9°34'18.47"S	35°46'59.11"O
REST 15	Restaurante - Farol	9°39'25.12"S	35°44'14.93"O
UE 15	Unidade Escolar - Farol	9°39'16.68"S	35°44'18.34"O
UBS 15	Unidade Básica de Saúde - Farol	9°38'18.37"S	35°43'56.45"O
REST 16	Restaurante - Bebedouro	9°37'35.67"S	35°45'5.41"O
UE 16	Unidade Escolar - Bebedouro	9°37'36.11"S	35°44'57.09"O
UBS 16	Unidade Básica de Saúde - Bebedouro	9°37'34.50"S	35°44'58.20"O
REST 17	Restaurante - Eustáquio Gomes	9°32'53.73"S	35°47'11.80"O
UE 17	Unidade Escolar - Eustáquio Gomes	9°32'25.44"S	35°47'8.99"O
UBS 17	Unidade Básica de Saúde - Eustáquio Gomes	9°32'23.07"S	35°47'10.42"O
REST 18	Restaurante - Vergel do Lago	9°39'30.99"S	35°45'28.10"O
UE 18	Unidade Escolar - Vergel do Lago	9°39'33.84"S	35°45'27.82"O
UBS 18	Unidade Básica de Saúde - Vergel do Lago	9°39'25.49"S	35°45'12.00"O
R 1	Reservatório - Jacintinho	9°38'46.48"S	35°43'6.02"O
R 2	Reservatório - Farol	9°39'38.86"S	35°44'3.58"O
R 2-A	Reservatório - Farol	9°38'49.18"S	35°44'13.07"O
R 3-A	Reservatório - Ladeira do Calmon - Bebedouro	9°37'32.04"S	35°44'43.12"O
R 4-A	Reservatório - Farol	9°38'1.17"S	35°44'17.31"O
R 5	Reservatório - Feitosa	9°38'38.72"S	35°43'42.20"O
R 6	Reservatório - Jacintinho	9°38'13.12"S	35°42'56.11"O
R 8	Reservatório - Chã de Bebedouro	9°37'8.51"S	35°45'40.35"O
E.E.Reg.	Reservatório - Farol	9°38'6.12"S	35°43'45.65"O
RCU	Reservatório - Cidade Universitária	9°33'33.78"S	35°46'49.31"O
RBB	Reservatório - Benedito Bentes	9°33'27.87"S	35°44'20.10"O
ETA CATOLÉ/CARDOSO	Estação de Tratamento de Água - Bebedouro	9°37'25.50"S	35°44'48.61"O
ETA AVIAÇÃO	Estação de Tratamento de Água - BR-316 Satuba	9°33'45.29"S	35°47'48.94"O
ETA PRATAGY	Estação de Tratamento de Água - Benedito Bentes	9°33'35.42"S	35°44'20.81"O

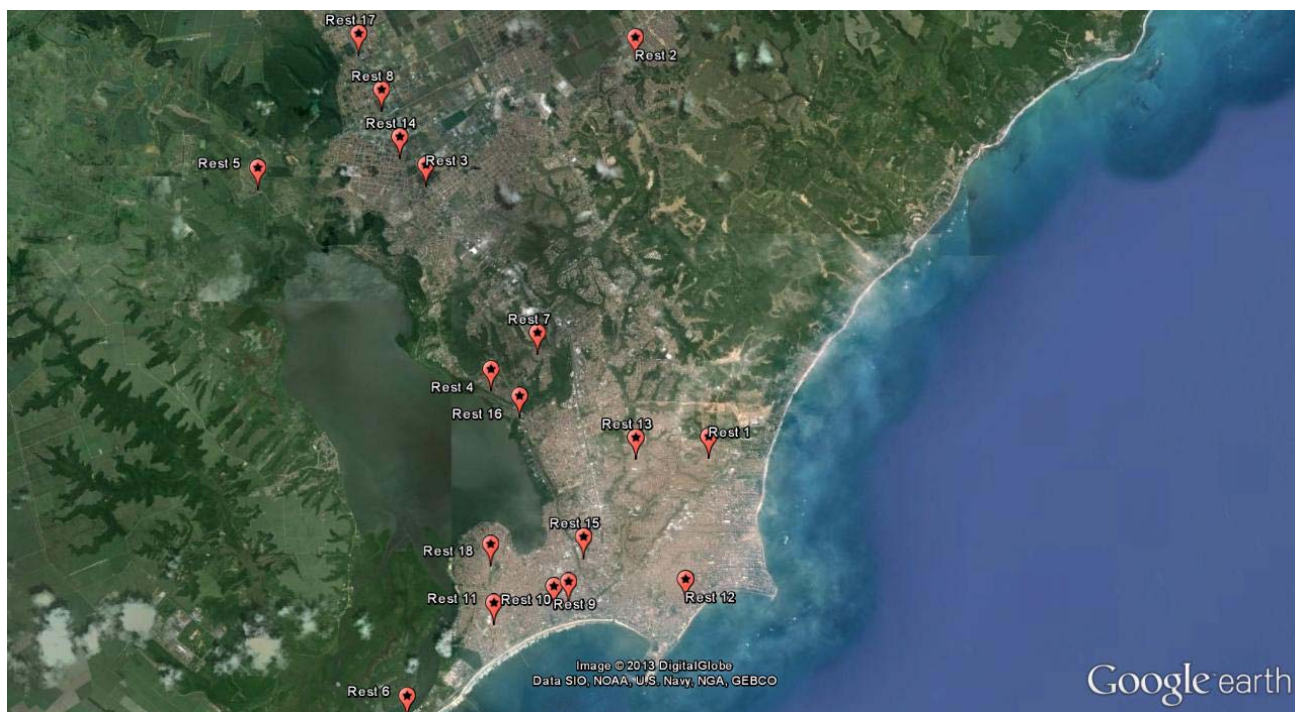
Fonte: Autora, 2012.

Figura 5 – Mapa de localização dos pontos monitorados de Reservatórios e ETA's.



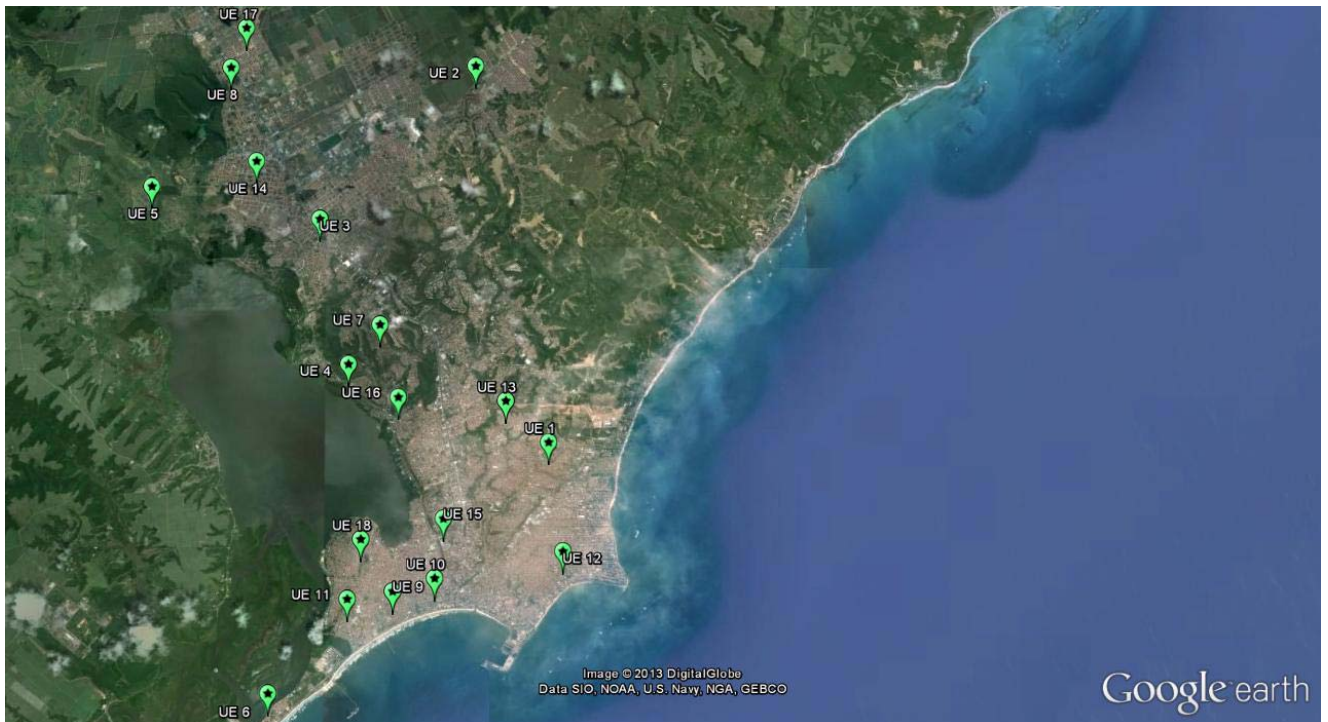
Fonte: Google Earth, 2009

Figura 6 – Mapa de localização dos pontos monitorados dos restaurantes.



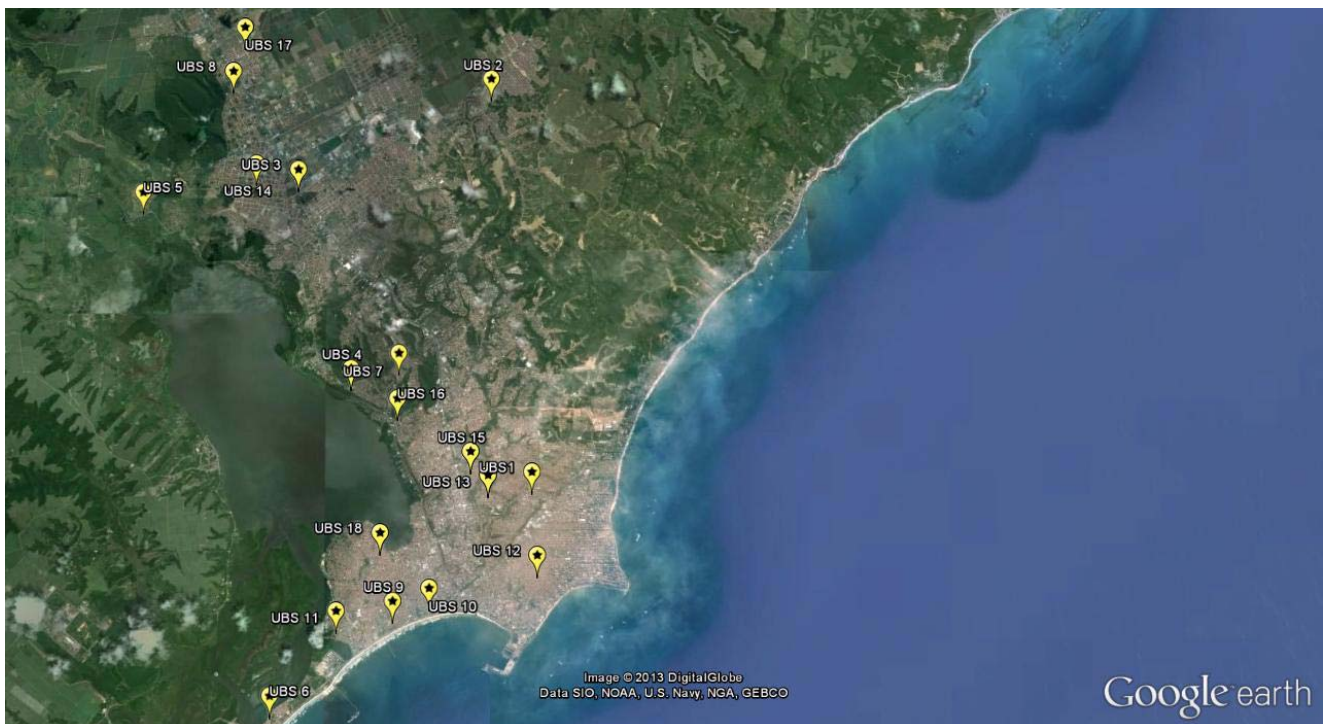
Fonte: Google Earth, 2009.

Figura 7 – Mapa de localização dos pontos monitorados das Unidades de Ensino.



Fonte: Google Earth, 2009.

Figura 8 – Mapa de localização dos pontos monitorados das Unidades Básicas de Saúde.



Fonte: Google Earth (2009)

4.2 Período e frequência das coletas

Foram coletadas 125 amostras no período de estiagem (fevereiro a abril de 2012) e 125 no período chuvoso (maio a agosto de 2012), totalizando 250 amostras. Deste total, 12 amostras foram coletadas nas ETA's, 22 nos reservatórios de distribuição, 108 na rede de distribuição e 108 pós-caixa d'água sendo em 36 unidades de saúde, 36 restaurantes e 36 escolas públicas (quadro 03).

Quadro 3 – Localização e número de amostras coletadas no período de estiagem e período chuvoso.

Local	Nº de amostras coletadas na Entrada	Nº de amostras coletadas na Saída	Total de amostras coletadas no Período de Estiagem	Total de amostras coletadas no Período Chuvoso
ETA's 3 Estações de Tratamento	3	3	6	6
Reservatório da Concessionária	Foi utilizado o parâmetro de saída da ETA, devido às tubulações serem subterrâneas.	11	11	11
18 Restaurantes	18	18	36	36
18 Escolas	18	18	36	36
18 Unidades de Saúde	18	18	36	36
Total de amostras analisadas por período			125	125
Total geral de amostras analisadas			250 amostras/análises	

Fonte, Autora, 2013.

4.3 Coleta das amostras

Os procedimentos de coleta, conservação, transporte e análise das coletas das amostras de águas, seguiram as recomendações contidas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater*”(APHA, 2012). No momento em que se precedeu a coleta, as torneiras foram desinfetadas (limpas e higienizadas) com álcool a 70% deixando escoar a água por 2 a 3 minutos, em seguida foram fechadas e flambadas, e novamente deixou-se escorrer a água por mais 2 a 3 minutos. Logo após coletou-se cerca de 100 mL de água para análises microbiológicas e aproximadamente 500 mL para análises físico-químicas.

Após o procedimento de coleta, os recipientes foram acondicionados em caixas isotérmicas contendo gelo reciclável e transportados imediatamente ao Laboratório Central de Saúde Pública do Estado - LACEN-AL para a realização das análises, afim de não haver alteração na qualidade físico-química e bacteriológica das mesmas.

4.4 Análises microbiológicas

Como indicadores de contaminação microbiológica foram pesquisados micro-organismos do grupo dos Coliformes totais e pesquisa de *E coli* conforme determina a Portaria N°2914, 2011 do Ministério da Saúde. Para determinar a integridade do Sistema de Abastecimento de Água, foi realizada a contagem de Bactérias Heterotróficas em 20% das amostras coletada na rede de distribuição. As análises foram realizadas seguindo as normas de biossegurança e os procedimentos segundo recomendações contidas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater*” (APHA, 2012).

4.4.1 Pesquisa de Coliformes totais e *Escherichia coli*

Para a investigação da presença de Coliformes totais e *E coli* foi utilizado o método do Substrato Cromogênico Definido reduzido por IDEXX Laboratóries, Inc. (Westbrook, Maine). Esse método utiliza a tecnologia de substrato definido (Defined Substrate Technology - DST), a qual é aprovada pelas organizações norte-americanas: American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF) e aceito como

método rápido padrão de avaliação da qualidade da água no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22ª edição. O referido teste permite detectar a presença de coliformes em 24 horas.

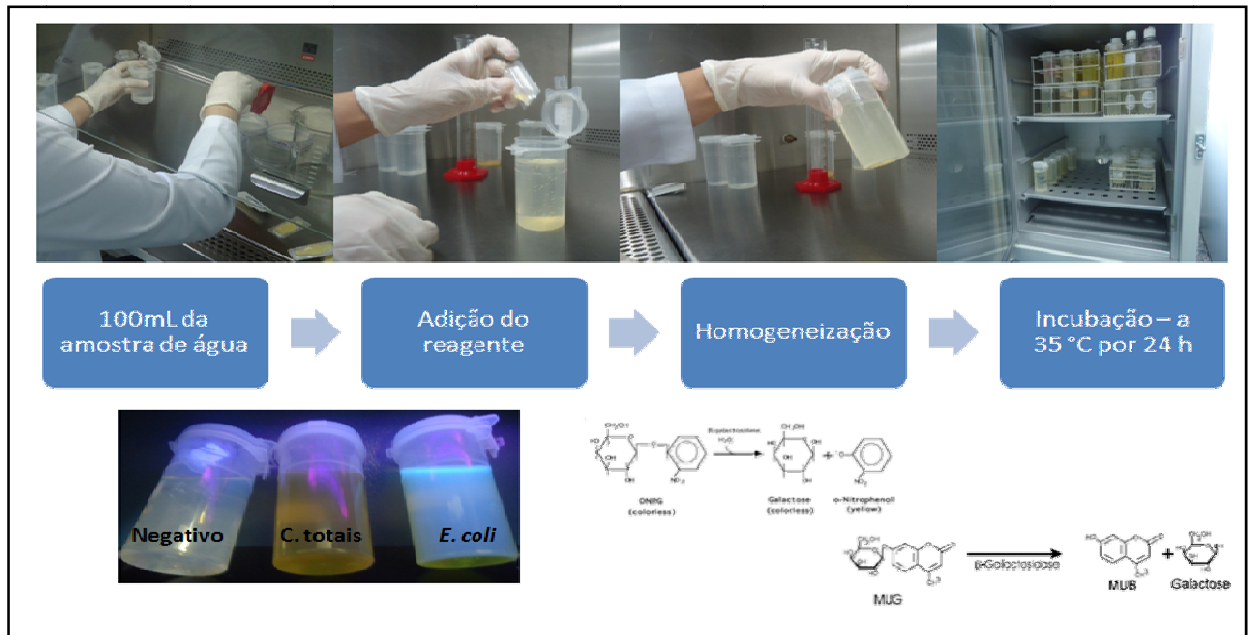
Cada amostra foi homogeneizada antes da retirada da unidade analítica, invertendo-se a embalagem 25 vezes num arco de 30 cm, e a superfície do recipiente desinfetada com etanol 70%. Em seguida, foram adicionados 100 mL da amostra em um recipiente estéril transparente de borossilicato, não fluorescente. Assepticamente foi efetuada a abertura de um sachet contendo o substrato enzimático e o conteúdo adicionado a 100 mL da amostra de água. O recipiente foi fechado e homogeneizado até a dissolução completa do substrato. Posteriormente, foi incubada a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$ por 24 ± 4 horas. Após o período de incubação, foi efetuada a leitura dos resultados, comparando-se a coloração produzida em cada frasco com um comparador de cor.

Foi considerado como resultado positivo para Coliformes totais, as amostras que apresentaram intensidade da coloração amarela mais intensa ou igual à do comparador. O não desenvolvimento de uma coloração amarela indica resultado negativo para esse grupo de bactérias.

Para verificar a presença ou a ausência de *E. coli*, foi efetuada a exposição da amostra, que apresentou resultado positivo no ensaio de Coliformes totais, à luz ultravioleta (366nm, 6W), a uma distância de 6 a 8cm, em uma câmara escura. Considerou-se como resultado positivo a amostra que apresentou fluorescência azul brilhante. O não desenvolvimento de uma fluorescência azul brilhante indicou resultado negativo para *E. coli*.

Os resultados foram confrontados com os padrões microbiológicos estabelecidos no Anexo 1 da Portaria nº 2.914, de 11/12/2011, do Ministério da Saúde. Foram consideradas satisfatórias, as amostras que não apresentaram Coliformes totais ou *E.coli* e, insatisfatórias, as amostras que apresentaram Coliformes totais ou *E. coli* (figura 08).

Figura 9 – Metodologia aplicada para análises dos Coliformes totais e bactérias heterotróficas.



Fonte: Autora, 2012

4.4.2 Contagem de bactérias heterotróficas

Para a contagem de bactérias heterotróficas foi adotado o método de plaqueamento em profundidade (*pour plate*), descrito no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*”, 22ª edição, e publicado por “*American Public Health Association*” (APHA), “*American Water Works Association*” (AWWA) e “*Water Environment Federation*”(WEF).

As amostras foram homogeneizadas antes da retirada da unidade analítica, invertendo-se a embalagem 25 vezes num arco de 30 cm. A diluição das amostras foi realizada, transferindo-se assepticamente e com o auxílio de uma pipeta de 2 mL estéril, 1 mL da amostra para 9 mL de água peptonada 0,1%, correspondendo a diluição 10^{-1} .

Com o auxílio de uma pipeta de 2 mL estéril, foi transferido assepticamente, 1 mL da amostra original (sem diluição) para o centro de uma placa de Petri estéril (90 mm x 15 mm) e vazia. Em seguida, repetiu-se o procedimento descrito acima para outra placa de Petri estéril (inoculação em duplicata). O mesmo procedimento foi realizado para amostra diluída.

Em cada uma das placas inoculadas, foram vertidos de 10 do Ágar Padrão de Contagem (PCA), previamente fundido e resfriado em banho-maria a 44-46°C. O meio de cultura foi misturado ao inóculo, através de movimentos suavemente circulares nas placas. Após a completa solidificação do meio de cultura, as placas foram invertidas e incubadas a 35°C por 48 horas.

Após o período de incubação, foram selecionadas para contagem placas que apresentaram de 30 a 300 unidades formadoras de colônias (UFC). A contagem das colônias foi realizada com o auxílio de um contador de colônias.

Para o cálculo da densidade de bactérias heterotróficas, foi efetuada a média aritmética das colônias contadas nas placas e multiplicado o valor pelo inverso da diluição.

Os resultados encontrados foram expressos em UFC.mL^{-1} e comparados ao valor estabelecido na Portaria nº 2.914, de 11/12/2011, do Ministério da Saúde. Foram consideradas satisfatórias, as amostras que apresentaram contagem $\leq 500 \text{ UFC.mL}^{-1}$ e, insatisfatórias aquelas indicaram contagens superior a este valor (figura 09).

Figura 10– Metodologia aplicada para identificação das bactérias heterotróficas.



Fonte: Autora, 2012

4.5 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas utilizando o método do Instituto Adolfo Lutz - 4ª edição. 2005

4.5.1 Cloro residual livre

O cloro residual foi aferido através de colorímetro digital de bancada pela reação com N,N-dietil-p-fenilenodiamina (DPD), na qual, em presença de cloro (Cl_2), ácido hipocloroso (HClO) e íons hipoclorito (ClO^-), o reagente é oxidado a um composto vermelho-violeta e a leitura do resultado é feita com aparelho comparador de cor para cloro (WHO, 1997).

4.5.2 Turbidez

A turbidez foi medida por meio de um turbidímetro de bancada digital microprocessado (Adamo, TB 1000) com leitura direta sem adição de reagentes.

4.5.3 pH

A leitura do potencial de Hidrogênio (pH) foi realizada diretamente em pHmetro utilizando o método potenciométrico e equipamento pHmetro-Digmed DM-22.

4.5.4 Cor

Foi utilizado o Colorímetro visual- DLNH-100 DEL LAB para a determinação da cor aparente tendo como método o Platino de Cobalto. A observação da cor é feita realizando a leitura direta da água contida em tubo de Nessler, em comparação com padrões de cor.

4.6 Análise Estatística

Para a análise estatística foram feitos os testes do Qui-Quadrado e o teste Exato de Fisher, utilizando o software PASW STATISTICS 18, sendo considerado o nível de significância de 0,05.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Qualidade microbiológica e físico-química das águas das ETA's no período de estiagem e chuvoso

As amostras coletadas diretamente das saídas das estações de tratamento da Companhia de Água e Saneamento de Abastecimento Público do estado de Alagoas (CASAL) mostraram-se isentas de bactérias do grupo de Coliformes totais e *E coli*, estando dentro do padrão de potabilidade microbiológica.

Corroborando com a afirmativa recorrente da necessidade de tratamento da água de consumo humano, Ramos et al. (2008) mostra em seus estudos uma baixa qualidade microbiológica da água de reservatórios da cidade de Sana-RJ, visto que essa não recebia tratamento prévio ao fornecimento para a população.

A tabela 01 apresenta os resultados das análises de Coliformes totais, *E. coli* e os parâmetros físico-químico nas ETA's (Pratagy, Catolé- Cardoso e Aviação).

Tabela 1 - Análises microbiológicas e físico-químicas de águas brutas e tratadas das ETA's nos períodos de estiagem e chuvoso.

TIPO DE ÁGUA	PARÂMETROS ANALISADOS	PERÍODO ESTIAGEM	PERÍODO CHUVOSO
		Não Conforme	Não Conforme
Água Bruta (entrada) n=3	Coliformes totais	3	3
	<i>E. coli</i>	3	3
	Cloro Residual	3	1
	Cor	3	3
	Turbidez	3	3
	pH.	3	3
Água tratada (saída) n=3	Coliformes totais	0	0
	<i>E. coli</i>	0	0
	Cloro Residual	0	0
	Cor	0	0
	Turbidez	0	0
	pH.	1	1

Fonte: Autora, 2012

Os resultados físico-químicos obtidos para os períodos seco e chuvoso, apresentaram não conformidades para pH na água tratada, apresentando valores entre 4,13 a 6,48 para o período de estiagem e 4,54 a 6,52 para o período chuvoso. Os valores do pH da água tratada devem ser mantidos entre os valores 6,0 a 9,5 de acordo com a portaria 2914/2011.

Para o teor de cloro na saída da ETA, os valores apresentaram-se em conformidade nos dois períodos analisados (período de estiagem e chuvoso). Para o parâmetro cor e turbidez os valores mostraram-se de acordo com a portaria vigente.

Para o parâmetro cor e turbidez os valores mostraram-se de acordo com a portaria vigente. A alteração da cor e turbidez na água é comum no período chuvoso, visto que a chuva favorece o carreamento de partículas de origem orgânica para o interior dos mananciais, porém os presentes resultados de conformidade, mesmo em período de chuvas, podem ter acontecido em decorrência dos baixos índices pluviométricos ocorridos nos períodos de coleta. Os registros do balanço hídrico de 2012, vistos na figura 03, foram os menores dos últimos três anos e afiançam as observações acima.

Em um estudo anterior, feito por Queiroz e colaboradores (2012) nos reservatórios da Pequena Central Hidrelétrica em Minas Gerais, foi observada uma correlação significativa na interferência dos índices pluviométricos na variação da produção de sedimentos em suspensão e que a quantidade desses sedimentos é maior nos meses de chuva.

5.2 Qualidade microbiológica e físico-química da água nos pontos de entrada e na saída dos reservatórios de bairros da concessionária, no período de estiagem e chuvoso.

5.2.1 Resultados comparativos entre os Períodos de Estiagem e Chuvoso.

Os parâmetros analisados para os reservatórios de distribuição atenderam em geral ao VMP (Valor Máximo Permitido) estabelecidos pela Portaria Nº 2914/11. No entanto, o pH sofre oscilação para valores mais ácidos no período de estiagem e mais alcalinos no período de chuva (tabela 02). Verificou-se que a não

conformidade no período de estiagem, no ponto de saída do reservatório da concessionária, é significativamente maior ($p=0,01$) do que no período chuvoso.

5.2.2 Resultados comparativos entre pontos de entrada e saída dos reservatórios de distribuição da concessionária.

Nas amostras coletadas no ponto de saída do reservatório da concessionária observou-se que a frequência de não conformidade para o parâmetro pH foi significativamente maior ($p=0,033$) no período de estiagem (tabela 02).

Tabela 2 - Análises microbiológicas e físico-químicas das amostras coletadas na entrada e saída dos reservatórios de distribuição da concessionária nos períodos de estiagem e chuvoso.

AMOSTRAS DE ÁGUA	PARÂMETROS ANALISADOS	PERÍODO		Valor de p. (entre estiagem e chuvoso)	Valor de p (entre pontos de entrada e saída)
		DE ESTIAGEM	CHUVOSO		
		Não Conforme	Não Conforme		
Reservatório de Concessionária (entrada) n=11	Coliformes totais	0	0	-	-
	<i>E. coli</i>	0	0	-	-
	Cloro Residual	01	03	-	-
	Cor	0	0	-	-
	Turbidez	0	0	-	-
Reservatório da concessionária (saída) n=11	pH.	02	01	-	-
	Coliformes totais	01	02	-	-
	<i>E. coli</i>	01	0	-	-
	Cloro Residual	02	03	-	-
	Cor	0	0	-	-
	Turbidez	1	1	-	-
	pH.	08	03	0,01*	0,033*

* p referente ao valor de pH na saída, do período de estiagem.

Fonte: Autora, 2012

O pH de águas subterrâneas de Maceió apresentaram-se mais ácido, o que pode estar associado às características hidrogeológicas da região, alterando os valores para abaixo do recomendável. Os reservatórios recebem águas

provenientes diretamente das três estações de tratamento, como também de águas subterrâneas que são injetadas diretamente nos reservatórios, essa mistura favorece alterações do pH para valores ácidos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Fazzio e colaboradores (2011), em estudos realizados na mesma região, verificando uma variedade de valores de pH e com uma predominância de valores abaixo de 7 em águas subterrâneas.

Levando em consideração os parâmetros microbiológicos do presente estudo, os resultados revelaram que houve uma redução da qualidade da água, visto que, em um dos reservatórios observou-se contaminação por Coliformes totais. No reservatório onde foi encontrada a não conformidade, foi visto que a proteção por meio de muros havia sido destruída e a área invadida por moradores de rua, que se utilizavam daquele local para fazer suas necessidades fisiológicas. Diante do constatado, a concessionária foi informada da situação para que tomasse as providências cabíveis, no sentido de garantir a qualidade da água ofertada.

5.3 Qualidade microbiológica (Coliformes totais, *E. coli* e Bactérias Heterotróficas), e físico-química da água na rede de distribuição (entrada) e após os reservatórios (saída) nos 54 estabelecimentos da cidade de Maceió no período de estiagem e chuvoso.

5.3.1 Comparação entre período de estiagem e período chuvoso

Foram observados valores de não conformidade para Coliformes totais na rede de distribuição de 13% e 65% e na saída dos reservatórios prediais 31,5% e 61,%, para os períodos de estiagem e chuvoso, respectivamente. A comparação entre os períodos de estiagem e chuvoso revelou que, a frequência de não conformidade para Coliformes totais foi significativamente maior no período chuvoso do que no de estiagem, tanto na rede de distribuição ($p < 0,001$) quanto nos reservatórios prediais ($p = 0,002$).

Também verificou-se uma influência do período chuvoso na redução do nível de cloro residual, podendo ser um fator potencializador da contaminação da água

nos reservatórios prediais no período chuvoso, visto que o cloro tem função desinfetante. Foram obtidos os valores de não conformidades de 33,35% e 42,5% em amostras da rede de distribuição, e 50% e 70,% nos reservatórios prediais, comparativamente entre os períodos estiagem e chuvoso, respectivamente, demonstrando que a frequência de não conformidade foi significativamente maior nos reservatórios prediais, durante o período chuvoso ($p = 0,031$) (tabela 03).

Tabela 3 - Análises microbiológicas e físico-químicas da rede de distribuição e dos reservatórios prediais coletados em todos os estabelecimentos de ensino, saúde e restaurantes nos pontos de entrada e saída para os períodos de estiagem e chuvoso.

PONTO DE AMOSTRAGEM	PARÂMETROS ANALISADOS	PERÍODO DE ESTIAGEM	PERÍODO CHUVOSO	Valor de p (entre estiagem e chuvoso)	Valor de p (entre pontos de entrada e saída)		
		Não Conforme	Não Conforme				
Rede (entrada) n=54	Coliformes totais	13%	65% ⁽¹⁾	< 0,001 ⁽¹⁾			
	<i>E. coli</i>	2%	10%				
	Cloro Residual	33,5%	42,5%				
	Cor	2%	0%				
	Turbidez	2%	0%				
	pH.	50%	50%				
Reservatório predial (saída) n=54	Coliformes totais	31,5% ⁽⁴⁾	61% ⁽²⁾	= 0,002 ⁽²⁾	= 0,021 ⁽⁴⁾		
	<i>E. coli</i>	5,5%	17%				
	Cloro Residual	50%	70% ^{(3);(5)}			= 0,031 ⁽³⁾	= 0,004 ⁽⁵⁾
	Cor	2%	0%				
	Turbidez	0%	0%				
	pH.	42,5%	37%				

Fonte: Autora, 2012

Resultados semelhantes foram encontrados por Fazzio e colaboradores (2011), os quais revelaram em seus estudos que as águas de poços que abasteciam a cidade de Maceió, apresentaram um grande percentual da presença do grupo de Coliformes e *E. coli*, o que remete à possibilidade de essas águas participarem do conjunto de águas mistas fornecidas pela concessionária.

5.3.2 Comparação entre rede de distribuição (entrada) e reservatórios prediais (saída)

A não conformidade para Coliformes totais foi observada em 13% das amostras da rede de distribuição e em 31,5% dos reservatórios prediais no período de estiagem. Estes valores indicam que a presença de Coliformes totais é significativamente maior nos reservatórios prediais ($p = 0,021$). Durante o período chuvoso não foi observada diferença significativa para este parâmetro, entre amostras analisadas da rede de distribuição e dos reservatórios prediais.

Quando comparamos rede de distribuição com reservatórios prediais, os valores apresentados para o cloro residual foi para o período de estiagem 33,5% e 50%; e no período chuvoso de 42,6% e 70,% respectivamente. Com os resultados apresentados, verifica-se que a frequência de não conformidade para cloro residual foi significativamente maior nos reservatórios prediais, ($p = 0,004$) no período chuvoso. Os demais parâmetros não apresentaram diferenças estatísticas significativas.

De acordo com o presente estudo, foi possível constatar que a qualidade bacteriológica da água sofreu redução após ser armazenada nos reservatórios prediais, e este fato foi acompanhado por um decréscimo do nível de cloro nesses reservatórios. Pode-se supor que a redução do nível de cloro residual, seja um potencializador da contaminação da água nos reservatórios, visto que o cloro tem a função desinfetante.

Resultados semelhantes foram encontrados por Santos e colaboradores (2012), na cidade de Nova Iguaçu-RJ, onde foi verificada a perda da qualidade da água tratada após ser armazenada em reservatórios prediais. Tais resultados corroboram, também, com os da presente pesquisa em relação ao nível de cloro residual que sofreu redução.

A tabela 03 apresenta os resultados coletados em 54 estabelecimentos distribuídos nos 18 bairros da cidade Maceió. Para os parâmetros cor e turbidez, observou-se que não houve alteração significativa. Há indícios de que esses resultados possam ser decorrentes de uma eficiência no tratamento de água,

devido a uma das etapas do tratamento de clarificação (filtração e decantação) da água. Esses resultados podem ser oriundos da proporcionalidade de águas subterrâneas em relação a águas de superfícies, visto que as águas subterrâneas apresentam como característica a baixa turbidez.

Em avaliação da eficiência de filtros da concessionária, Paterniani; Conceição (2004) demonstraram uma redução em torno de 90% para cor aparente com o uso de pré-filtros.

A turbidez e a cor, de modo geral, mesmo para o período chuvoso não apresentaram valores acima do recomendável. Provavelmente esses resultados são decorrentes de baixo balanço hídrico verificado em 2012. Segundo a SEMAHR (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos), um déficit hídrico para os meses do período chuvoso no ano de 2012 (figura 04) foi constatado, comparado ao balanço hídrico de 2011 (figura. 03).

Torna-se importante salientar que no período chuvoso deve existir um maior controle por parte da concessionária para o monitoramento do cloro residual da rede. O Art. 27º da portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2012, determina que a água potável deva estar em conformidade com o padrão microbiológico, ou seja, com ausência de Coliformes totais e *E coli* em 100 mL. A mesma portaria, trata em seu art. Art. 34º sobre a obrigatoriedade da manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Levando em consideração os resultados da semana epidemiológica (figura 01) em 2012, verificou-se um pico de casos notificados de doenças diarreicas agudas na 28ª semana epidemiológica, podendo-se inferir que os resultados coincidem com as semanas do período chuvoso da pesquisa, onde foi constatado um aumento do nível de contaminação da água por Coliformes totais para o referido período. A incidência dos casos de diarreia pode ter decorrido da precariedade de infraestrutura sanitária nas condições de armazenamento nos reservatórios prediais, favorecendo um aumento da contaminação, como também

pode ter se dado pela qualidade do monitoramento da Secretaria de Saúde nos Programa de Saúde da Família (PSFs), que reduziu eficazmente a subnotificação.

Os resultados apresentados revelaram que a chuva interfere diretamente na qualidade da água, havendo um aumento de contaminação da água distribuída pela concessionária, como também da água armazenada nos reservatórios prediais.

5.3.3 Pesquisa de Bactérias Heterotróficas na rede de distribuição.

A portaria 2.914/11 estabelece a determinação da presença de Coliformes totais, *E coli* e a contagem de bactérias heterotróficas para verificar a qualidade da água para consumo humano, sendo que a contagem padrão de bactérias heterotróficas não deve ultrapassar a 500 UFC/mL. O parágrafo 1º do art. 28º determina a contagem de bactérias heterotróficas em 20% das amostras mensais, de Coliformes totais nos sistemas de distribuição (reservatório e rede) (BRASIL_e, 2011).

A contagem de bactérias heterotróficas é utilizada para monitorar o desempenho de filtração ou qualquer outro processo de desinfecção, bem como para indicar as condições de integridade do sistema de distribuição, desde a saída do tratamento até a entrega dessa água ao consumidor (BRASIL_e, 2011).

Foi realizada em 20% das amostras coletadas no presente estudo, a contagem de bactérias heterotróficas, como é preconizado pela legislação vigente na rede de distribuição. Os resultados que apresentaram não conformidades obtiveram o valor de 2.500 UFC/mL para o período de estiagem, e em duas amostras os valores de 700 e 383.000 UFC/mL para o período chuvoso.

Resultados semelhantes aos do presente estudo já foram reportados anteriormente por (FREIRE;LIMA, 2012) os quais constataram aumento da ocorrência de bactérias heterotróficas em água potável de amostras coletadas na rede de distribuição de Olinda-PE após análise de 350 amostras.

Diante dos resultados obtidos no estudo, verificou-se que a rede de distribuição não se apresentou íntegra em 2 dos pontos coletados, favorecendo a colonização e formação de biofilmes.

5.4 Qualidade microbiológica e físico-química da água na rede de distribuição (entrada) e após os reservatórios prediais (saída) dos restaurantes no período de estiagem e chuvoso.

5.4.1 Comparação entre período de estiagem e período chuvoso

Os resultados mostram a presença de Coliformes totais em 28% e em 33,5% das amostras coletadas na rede de distribuição no período de estiagem e chuvoso, respectivamente. E a presença de Coliformes totais nos reservatórios prediais em 39% e 66,5% das amostras coletadas dos restaurantes, no período de estiagem e chuvoso, respectivamente (tabela 04).

5.4.2 Comparação entre rede de distribuição (entrada) e os reservatórios prediais (saída)

Quando comparados os resultados para Coliformes totais entre rede de distribuição e reservatórios prediais, vistos na tabela 04, observou-se que no período de estiagem apresentou 28% e 39% e para o período chuvoso e 33,5% e 66,5% respectivamente. Os resultados mostram que a frequência de não conformidade para Coliformes totais foi significativamente maior nos reservatórios prediais comparado a rede de distribuição, no período chuvoso ($p = 0,046$). Revelando que há um comprometimento da qualidade da água após armazenagem.

Tabela 4 - Resultados das análises microbiológicas e físico-químicas da rede de distribuição e dos reservatórios prediais dos restaurantes no ponto de entrada e saída para o período de estiagem e chuvoso.

PONTO DE AMOSTRAGEM	PARÂMETROS ANALISADOS	PERÍODO DE ESTIAGEM	PERÍODO CHUVOSO	Valor de P (entre pontos de entrada e saída)
		Não Conforme	Não Conforme	
Rede (entrada) n=18	Coliformes totais	28%	33,5%	-
	<i>E. coli</i>	5,5%	11%	-
	Cloro Residual	28%	50%	-
	Cor	0%	0%	-
	Turbidez	0%	0%	-
	pH.	55,5%	55,5%	-
Reservatório Predial (saída) n=18	Coliformes totais	39%	66,5%	= 0,046
	<i>E. coli</i>	5,5%	11%	-
	Cloro Residual	39%	61%	-
	Cor	5,5%	0%	-
	Turbidez	5,5%	0%	-
	pH.	55,5%	50%	-

Fonte: Autora, 2012

O alto nível de contaminação observado nos reservatórios prediais do presente estudo foi confirmado por Barreto (2009) em suas pesquisas, a partir de amostras colhidas em torneiras de restaurantes de 18 estabelecimentos em seis Regiões administrativas do Distrito Federal, verificando a presença de Coliformes totais, como também por Sá e colaboradores (2005), constatando uma perda da qualidade microbiológica da água da rede de abastecimento público, após ser armazenada em reservatórios domiciliares da água que abastece dois bairros atendidos pelo programa de Macrodrenagem na bacia do Una, em Belém-PA.

Neste estudo 66,5% das amostras nos reservatórios prediais no período chuvoso apresentaram Coliformes totais, discordando dos estudos realizados por Battaglini e colaboradores (2012), onde as amostras de águas coletadas em torneiras de restaurantes estavam em condições satisfatórias para consumo

humano. Não se pode afirmar se essa água analisada era da rede de distribuição ou do reservatório predial, e se os restaurantes em estudo possuíam as boas práticas para a limpeza da caixa d'água.

A Resolução 216 da Diretoria Colegiada da ANVISA, dispõe sobre regulamento técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação, estando contido no item 4.4.4 que o reservatório de água deve ser higienizado, em um intervalo máximo de 6 meses, devendo ser mantidos registros de operação. (BRASIL_b, 2004). É responsabilidade do consumidor, proprietário do estabelecimento, proceder a limpeza e desinfecção dos seus reservatórios, e, função dos órgãos fiscalizadores solicitar a documentação comprobatória da ação.

As presentes constatações destacam a primordial importância da manutenção adequada dos reservatórios prediais em estabelecimentos de alimentação, aqui representados por restaurantes, diante da redução da qualidade da água armazenada.

5.5 Qualidade microbiológica e físico-química da água na rede de distribuição (entrada) e após os reservatórios prediais (saída) das Unidades Básicas de Saúde no período de estiagem e chuvoso.

5.5.1 Comparação entre período de estiagem e período chuvoso

No parâmetro microbiológico foi possível evidenciar contaminação para a presença de Coliformes totais na rede de distribuição das Unidades Básicas de Saúde, com contaminação em 66,5% para o período chuvoso, não apresentando no período de estiagem, e 22% e 61% nos reservatórios prediais para os períodos de estiagem e chuvoso respectivamente.

A frequência de não conformidade para Coliformes totais foi significativamente maior no período chuvoso comparado ao de estiagem, tanto na rede de distribuição (entrada) com ($p < 0,001$) quanto nos reservatórios prediais (saída) com ($p = 0,018$). Estes dados são compatíveis com os resultados encontrados por Marchetirga;Caldas, (2011), constatando a importância da utilização de água tratada para o consumo, visto que em seus resultados

encontraram presença de Coliformes totais em 12,2% para água de consumo humano e, 21,8% em águas de hemodiálise.

5.5.2 Comparação entre rede de distribuição (entrada) e os reservatórios prediais (saída)

Verificou-se não conformidade em 22% (saída), no período de estiagem e 66,5% (entrada) e 61% (saída) no chuvoso. Os resultados não apresentaram diferenças estatística significativa.

No presente estudo os dados revelaram que os reservatórios prediais das Unidades de Saúde não comprometeram a qualidade da água, porém, com a ocorrência de chuvas os valores de Coliformes totais tenderam a aumentar. Esse resultado pode ter ocorrido devido à prática utilizada por algumas unidades de saúde de clorar a água na cisterna. As unidades justificam esse hábito com o fato de os moradores do entorno, se utilizarem diretamente das cisternas das unidades, quando há falta de água em suas residências (tabela 05).

Tabela 5 - Resultados gerais das análises microbiológicas e físico-químicas da rede de distribuição e dos reservatórios prediais das Unidades Básicas de Saúde no ponto de entrada e saída para o período de estiagem e chuvoso.

PONTO DE AMOSTRAGEM	PARÂMETROS ANALISADOS	PERÍODO DE ESTIAGEM	PERÍODO CHUVOSO	Valor de p (entre estiagem e chuvoso)
		Não Conforme	Não Conforme	
Rede (entrada) N=18	Coliformes totais	0%	66,5%	< 0,001
	<i>E. coli</i>	0%	11%	-
	Cloro Residual	39%	44,5%	-
	Cor	0%	0%	-
	Turbidez	0%	0%	-
	pH.	55,5%	50%	-
Reservatório Predial (saída) N=18	Coliformes totais	22%	61%	= 0,018
	<i>E. coli</i>	5,5%	33,5%	-
	Cloro Residual	55,5%	72%	-
	Cor	5,5%	0%	-
	Turbidez	0%	0%	-
	pH.	33,5%	33,5%	-

Fonte: Autora, 2012

Os resultados do presente estudo revelaram contaminação por *E coli* em 2 amostras no período chuvoso na rede de distribuição e em uma amostra no período de estiagem e 6 amostras no período chuvoso, para os reservatórios. Entretanto, não houve diferenças estatísticas significativas para os valores encontrados.

Nestes ambientes, a contaminação microbiológica da água de abastecimento pode ocasionar uma série de complicações aos pacientes, que normalmente encontram-se imunocomprometidos devido às patologias ou terapias a que se submetem. Diante disso e dos resultados obtidos, é relevante para saúde da população que a gestão pública atente para a qualidade da água de abastecimento das Unidades de saúde, assim como para a frequência e qualidade da higienização dos reservatórios, tendo em vista que a cloração aleatória também pode trazer riscos à saúde.

5.6 Qualidade microbiológica e físico-química da água na rede de distribuição (entrada) e após os reservatórios prediais (saída) das Escolas Públicas no período de estiagem e chuvoso.

5.6.1 Comparação entre período de estiagem e período chuvoso

Na tabela 06, é possível observar a presença de Coliformes totais em 11,% e em 55,5% das amostras coletadas na rede de distribuição, e 33,5% e 55,5% para os reservatórios prediais, nos respectivos períodos de estiagem e chuvoso. Levando em consideração os resultados obtidos, a frequência de não conformidade para Coliformes totais foi significativamente maior no período chuvoso comparado ao de estiagem, na rede de distribuição ($p < 0,005$). Esses resultados para Coliformes totais foram semelhantes aos observados por Scurachio; Farache (2011), os quais constataram, na água da rede consumida por alunos de escolas públicas e creches, no município de São Carlos-SP elevada porcentagem de inadequação para Coliformes totais. Neste contexto é ressaltado o valor da qualidade da água para indivíduos com o sistema imunológico ainda imaturo (MARCHETTI; CALDAS, 2011). Para os demais resultados, não foi observada diferença estatística significativa.

5.6.2 Comparação entre rede de distribuição (entrada) e reservatórios prediais (saída)

No presente trabalho, quando comparados os valores do cloro residual entre a rede de distribuição e os reservatórios prediais, obteve-se 35,5% e 61% para o período de estiagem e 33,5% e 78% para o período chuvoso. A frequência da não conformidade apresentada para cloro residual foi significativamente maior nos reservatórios prediais, comparada à rede de distribuição, no período chuvoso ($p = 0,007$) (tabela 06). Para os demais resultados físico-químicos, não foi observada diferença estatística significativa. Resultados semelhantes foram encontrados por Scuracchio; Farache (2011), onde se observou um número maior de não conformidade nos filtros, quando comparados com a rede de distribuição, para os valores de cloro residual.

Tabela 6 – Resultados gerais das análises microbiológicas e físico-químicas da rede de distribuição e dos reservatórios prediais no ponto de entrada e saída nos períodos de estiagem e chuvoso das Escolas Públicas.

PONTO DE AMOSTRAGEM	PARÂMETROS ANALISADOS	PERÍODO DE ESTIAGEM	PERÍODO CHUVOSO	Valor de p (entre estiagem e chuvoso)	Valor de p (entre pontos de entrada e saída)
		Não Conforme	Não Conforme		
Rede (entrada) N=18	Coliformes totais	11%	55,5% ¹	< 0,005	-
	<i>E. coli</i>	0%	5,5%	-	-
	Cloro Residual	35,5%	33,5%	-	-
	Cor	5,5%	0%	-	-
	Turbidez	0%	0%	-	-
	pH.	39%	44,5%	-	-
Reservatório Predial (saída) N=18	Coliformes totais	35,5%	55,5%	-	-
	<i>E. coli</i>	5,5%	5,5%	-	-
	Cloro Residual	61%	78%	-	= 0,007
	Cor	0%	0%	-	-
	Turbidez	0%	0%	-	-
	pH.	39%	30%	-	-

Fonte: Autora, 2012

As não conformidades verificadas no presente trabalho são corroboradas pelos resultados obtidos em pesquisa realizada na cidade de Salvador-BA, em águas coletadas em cantinas de escolas atendidas pelo PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar) de escolas estaduais e Municipais, respectivamente, reportam a um índice de 32% e 22% para o grupo de coliformes em águas de reservatórios prediais, resultados semelhantes ao nosso, visto que, houve um aumento nos reservatórios prediais para o período de estiagem (CARDOSO et al., 2007).

Resultados com valores superiores ao estudo, foram encontrados por Pereira e colaboradores (2007) em sua pesquisa, ao avaliarem a qualidade das águas em reservatórios provenientes de poços no Centro de Formação de Patativa

de Assaré-CE, observando-se a contaminação por Coliformes totais em 100% de suas amostras e 33,34% para a frequência da presença de *E. coli*.

A OMS e a Portaria N° 2914, do Ministério da Saúde, de 11 de dezembro de 2011, consideram que uma concentração de 0,5 mg/L de cloro livre residual na água, depois de um tempo de contato mínimo de 30 minutos, garante uma desinfecção satisfatória. Por outro lado, a OMS salienta que não se observa nenhum efeito nocivo à saúde caso a concentração de cloro livre atinja 5 mg/L. Essa concentração foi considerada como um valor de referência e não como um valor a ser alcançado (OPAS, 1999; Brasil^e, 2011).

De acordo com pesquisas de saneamento, realizadas pelo Instituto Trata Brasil (2008), a diferença de aproveitamento escolar entre crianças que têm e não têm acesso ao saneamento básico é de 18% e por ano, 217 mil trabalhadores precisam se afastar de suas atividades devido a problemas gastrointestinais ligados a falta de saneamento. A cada afastamento perdem-se 17 horas de trabalho.

Diante do exposto, fica evidenciada a carência de um maior controle da qualidade da água fornecida em períodos chuvosos de forma a atender à legislação e preservar a saúde de crianças, contribuindo para um melhor rendimento escolar, como também a saúde dos profissionais da área. A água segura e o saneamento adequado são fundamentais para a redução dos índices acima citados.

6 CONCLUSÃO

A presente pesquisa atesta que as águas que saem das ETA's perdem sua qualidade após armazenamento nos reservatórios de distribuição das concessionárias para os níveis de pH no período de estiagem.

A água da rede de distribuição e dos reservatórios prediais dos 54 estabelecimentos de Maceió sofreu perda em sua qualidade no período chuvoso e após armazenamento nos reservatórios prediais, com uma redução do nível de cloro residual.

Nos restaurantes a qualidade da água é comprometida após a armazenagem nos reservatórios prediais no período chuvoso.

Nas Unidades de Saúde a qualidade da água sofreu influência dos reservatórios prediais, porém há redução da qualidade da água no período chuvoso na rede de distribuição e reservatório.

Nas escolas há uma diminuição da qualidade da água na rede de distribuição, acompanhada de uma redução do nível de cloro residual nos reservatórios prediais no mesmo período.

Com base nos padrões de potabilidade atualmente vigentes no Brasil, sob o ponto de vista bacteriológico, a água distribuída em Maceió efetivamente perde sua qualidade antes de ser consumida pela população, agravando seu comprometimento no período chuvoso, e, após armazenamento em reservatórios prediais. Tal perda é comprovada pela incidência de Coliformes totais em níveis superiores aos admissíveis pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, acompanhada de uma redução de cloro residual.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho realizado, mostrou que grande parte dos usuários das escolas, restaurantes e unidades básicas de saúde, estão consumindo água fora do padrão de potabilidade, ficando evidenciado no período chuvoso e após armazenamento em caixas d'água. Faz-se necessário tomar algumas medidas corretivas e preventivas para a melhoria da qualidade da água como: manutenção dos sistemas de abastecimentos (rede e reservatórios), sensibilização e conhecimento da população quanto a limpeza das caixas d'água, implantação de um programa de controle para limpeza periódica em reservatórios de instituições públicas.

Diante do exposto, os órgãos fiscalizadores terão a oportunidade de obter um maior conhecimento da área de estudo, desde a ETA até o usuário, e munir-se de dados concretos, viabilizando uma atuação mais abrangente, exigindo de cada setor responsável ações mais efetivas no controle e monitoramento do Sistema de Abastecimento Público da cidade de Maceió, buscando uma melhoria da qualidade de vida da população, reduzindo os riscos de agravos à saúde.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. G. Bactérias na água de abastecimento da cidade e Piracicaba. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, p.102. Piracicaba, 2007.
- ALVES, N. C; ODORIZZI, A. C; GOULART, F. C. Análise microbiológica de Águas minerais e de água potável de Abastecimento, Marília, SP. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, vol.36, n.6, p.740-751, 2002.
- AMARAL, L. A; ROSSI, J. O. D; FILHO, A. N; BARROS, L. S. S; PRISCILA, M. S. Água utilizada em propriedades rurais para o consumo e na produção de leite como veículo de bactéria do gênero *Aeromonas*. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. v.101, n. 557-558, p. 103-107. 2006.
- ANDRADE LA; SOUZA KMC. Qualidade microbiológica de três marcas de água mineral comercializadas na cidade de Goiânia-GO. **Instituto Athenas**. 2009.
- APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water**. 20. ed. Washington DC, 1999.
- BARRETO EF. Análise Microbiológica da Água Fornecida a Unidades de Alimentação de Regiões Administrativas do Distrito federal. Anuário da Produção Científica Discente. V.XII. nº 13, p.7-15, 2009
- BATES, A. J. Water as consumed and its impact on the consumer: do we understand the variables? **Food and Chemical Toxicology**, v.38, p.29-36, 2000.
- BATTAGLINI APP; FAGNANI R; TAMANINI R;BELOTI V. Qualidade microbiológica do ambiente, alimentos e água, em restaurantes da Ilha do Mel/PR.Londrina. **Ciências Agrárias**. v.33, n.2, p741-754,2012.
- BELTRÃO, J. F. Memórias da Cólera no Pará (1855 a 1991): tragédias se repetem? **Histórias de Ciências e Saúde- Manguinhos** V.14, supl. 0, p.145-167. Rio de Janeiro, 2007.
- BRASIL_a. **Lei nº 9433 de 08 de janeiro de 1997**. Institui a política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 1997.
- BRASIL_b. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº216, de 15 de setembro de 2004**. Regulamento Técnico de Boas Práticas para serviços de alimentação. Diário Oficial da União. 2004, set 16.
- BRASIL_c. **Decreto Presidencial nº 5.440/2005, de 04 de maio de 2005**. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Diário Oficial da União 2005; 5 mai.

BRASIL_d. 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, DF, 2006 a. 284p. Série A. Normas e Manuais Técnicos.

BRASIL_e. **Portaria do Ministério da Saúde nº 2914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 2011b.

BRASIL_f. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de Inspeção Sanitária em Abastecimento de Água**. Brasília, DF, 2007 a. 84p. Série A. Normas e Manuais Técnicos.

CARDOSO RCV ; ALMEIDA RCC; , GUIMARÃES AG; GÓES JÁ; SILVA AS; SANTANA AAC; HUTTNER LB; VIDAL JÚNIOR; FIGUEIREDO KVNA. Qualidade da água utilizada em escolas atendidas pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), em Salvador-BA. **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n.3, p. 287-291, 2007.

CAPOANE, Viviane. **Qualidade da água e sua relação com o uso da terra em duas pequenas bacias hidrográficas**. Santa Maria, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, 2011, 106f.

CARMO RF; BEVILACQUIA PD; BASTOS RXX. Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano: Abordagem qualitativa da identificação de perigos. **Eng. sanit. Ambient.** v.13, n. 4, p. 426-434, 2008.

CARVALHO DR; FORTUNTO JN; VILALA DF; BADARÓ ACL. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da Água de um campus universitário de Ipatinga – MG. **Nutrir Gerais – Revista Digital de Nutrição**, v 3, n. 5, p. 417-427, 2009. Disponível em:
http://www.unilestemg.br/nutrirgerais/downloads/artigos/5_edicao/Artigo_AVALIACaO_DA_QUALIDADE_FISICO-QUIMICA.pdf . Acesso em 11 de agosto de 2012.

CASAL (2011). Plano Diretor de Abastecimento de Água de Maceió de 2011. Relatório Síntese.

COMDEC - Coordenadoria municipal de Defesa Civil . **Plano Municipal de redução de risco de Maceió , Alagoas**. Mapeamento de risco. 2007. Produto 2 .

COSTA AFS; TEIXEIRA CM; SILVA CS; NASCIMENTO JA; OLIVEIRA MM; QUEIROZ YO; SILVA MJ. Recursos Hídricos. **Caderno de Graduação. Ciências Exatas e Tecnológicas**, v.1, n.15, p.67-73,2012.

CRUZ, P. Estudo Comparativo da Qualidade Físico-química da água no período chuvoso e seco na confluência dos rios Poti e Parnaíba em Teresina/PI in: II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa - PB – 2007.

DIAS RS; SANTOS DN; FERNANDES TMG; FERREIRA JGG. Infecção hospitalar –IH: causas múltiplas e fatores de risco associados a microrganismos de veiculação hídrica. **Revista Tacer**, Belo Horizonte, v.1, n.1, dez. 2008.

DOMINGUES VO; TAVARES GD; STÜKER F; MICHELOT TM; REETZ LGB; BERTONCHELI CM; HÖRNER R. Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano: Comparação entre duas metodologias. **Saúde**. vol 33, n 1: p 15-19, 2007.

ESTUDO do IDEC. Crítica água do Rio. O Globo, Rio de Janeiro, 7 fev.2001,Primeiro caderno,p.12.

FAZZIO, A. L.; MENEZES, J. C. M.; FRAGOSO JÚNIOR, C. R.; SILVA, F.V; FERREIRA, I. V.L; FREIRE, C.C. **Avaliação da qualidade das águas subterrâneas na região metropolitana de Maceió e influência do fluxo subterrâneo na dispersão dos contaminantes**. 2011. Trabalho apresentado ao XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió, 2011.

FERREIRA JÚNIOR, L. G. Monitoramento e Avaliação da Contaminação de Água potável através do método do “substrato definido cromogênico a nível municipal do SUS”.2002, p.117. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Saúde Pública) Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2002.

FREITAS, M.B; FREITAS, C. M. A Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.10, n.4, p.993-1004, 2005.

HESPANHOL, I. et al. Uso do Cloro na Engenharia Sanitária e Ambiental: Novas Tecnologias de Aplicação e Quantificação dos Impactos Associados. **Revista DAE – SABESP**, São Paulo, v.42, n. 130, p. 61-71, set. 1982.

KHAN N; HUSSAIN ST; HUSSAIN J; JAMILA N; AHMED S; ULLAH R; ULLAH Z; ALIS; SABOOR A. Chemical and microbial investigation of drinking water sources from Kohat, Pakistan. **International Journal of Physical Sciences**, Pakistão, v.7, n. 26, p. 4093-5002, july. 2012.

KUMA A; RAWAT S; SRIVASTAVA M; BHUSHAN V. Physico-chemical analysis and isolation of bacteria from water samples of Maharana Pratap Sagar, Kangra District of Himachal Pradesh. **Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation**, Índia, v.7, n.3, p. 161-166, September, 2012.

MACHETIRGA; CALDAS ED. Avaliação da qualidade microbiológica da água de consumo humano e de Hemodiálise no Distrito Federal em 2009 e 2010. **Com. Ciências Saúde**, v.22,n.1, p.33-40,2011.

MANTOVANI D; CORAZZA ML; CARDOZO FILHO L; COSTA SC; SCHMIDT CAP. Levantamento pluviométrico e qualidade microbiológica e físico-química da Água da chuva na cidade de maringá, Paraná. **Revista Tecnológica Maringá**, v. 21, p. 93-102, 2012.

MENDES, J. S; CHAVES, L. H. G; CHAVES, I. B. Qualidade de água para consumo humano em comunidades rurais do município de Congo, PB. **Rev. Ciên. Agron**, Fortaleza, v. 39, n. 02, p. 333-342, Abr. - Jun. 2008.

MEYER, S. T. Chlorine Use in Water Disinfection, Trihalomethane Formation, and Potential Risks to Public Health. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.10 n.1, p. 99-110, Jan/Mar, 1994.

MITTELSTAEDT S; CARVALHO VM. *Escherichia coli* enterohemorrágica (EHEC) 0157: H7. **Rev Inst Ciênc Saúde**, v.24, n.3, p.175-82, 2006.

OLIVEIRA AS; SANTOS DC; OLIVEIRA ENA; BRITO JG; SILVA JW. Qualidade da Água para Consumo Humano distribuída pelo Sistema de Abastecimento Público em Guarabira-PB, **Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7,n.2, p 199-205,2012.

PEREIRA F; BRAGA C; SILVA A; AMÉRICA J. Análise da Qualidade e do Armazenamento da água consumida na antiga escola agrícola de Ceará-Mirim/ RN In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, João Pessoa-PB anais, 2007. Disponível em:http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080212_090018_MEIO-013.pdf. Acesso em : 28/02/2013.

QUEIROZ AT; CRUZ L M; RODRIGUES SC. A interferência dos índices pluviométricos na variação da Produção de sedimentos em suspensão no reservatório da PCH Piedade. **Revista Geonorte**. Edição Especial 2, V.1, N.5, p.283 – 292, 2012.

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. **Revista Dae- Sabesp**, São Paulo, [S.l:S.n] n.189, mai/agosto. 2012. Disponível em: <http://www.revistadae.com.br/>. Acesso em: Novembro de 2012.

ROZENFELD, S. **Fundamentos da Vigilância Sanitária**. 20ed. Rio de Janeiro: Fio Cruz, 2005. 304p.

SÁ LLC; JESUS IM; SANTOS ECO; VALE ER; LOUREIRO ECB; SÁ EV. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em duas áreas contempladas com intervenções de saneamento – Belém do Pará, Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.14, nº 3, 2005.

SANTOS MIS; SOUZA LP; DELGADO RC; Sarah MGM. Análise da qualidade e armazenamento da água utilizada para Consumo humano em Cruzeiro do Sul – Acre. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, N.14; p. 999, 2012.

SATAKE F M ; ASSUNÇÃO AWA; LOPES LG; AMARAL LA. Qualidade da água em propriedades rurais situadas na bacia Hidrográfica do córrego rico, jaboticabal . Sp. **ARS Veterinaria**, v.28, n.1, P. 048-055, 2012.

SCURACCHIO P A; FARACHE FILHO A. Qualidade da água utilizada para consumo em escolas e creches no município de São Carlos –SP, **Alim. Nutr., Araraquara**. v. 22, n. 4, p. 641-647, 2011.

SEMARH-Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos -. 2010. Disponível em: www.semarh.al.gov.br/tempo%20e%20clima/balanco.../ano.../maceio.> Acesso em: 10 fev. 2013.

SILVA, A S M; MELO, A M M F; ALVA, R V. Análise microbiológica da água de abastecimento de um Hospital do interior do Estado de Mato Grosso do Sul, **Interbio**. v.4 n.1 2009.

SILVA, D. L. O direito sanitário e a água para consumo humano. 2004, 24f. Monografia (Especialização em Direito Sanitário) – Fundação Oswaldo Cruz, Brasília, 2004.

SOTO, F. R. M.et. al. Monitoramento da qualidade de água de poços rasos de escolas públicas da zona rural do município de Ibiúna/SP: parâmetros microbiológicos, físico-químicos e fatores de risco ambiental. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.65, n.2, p.106-111, 2006.

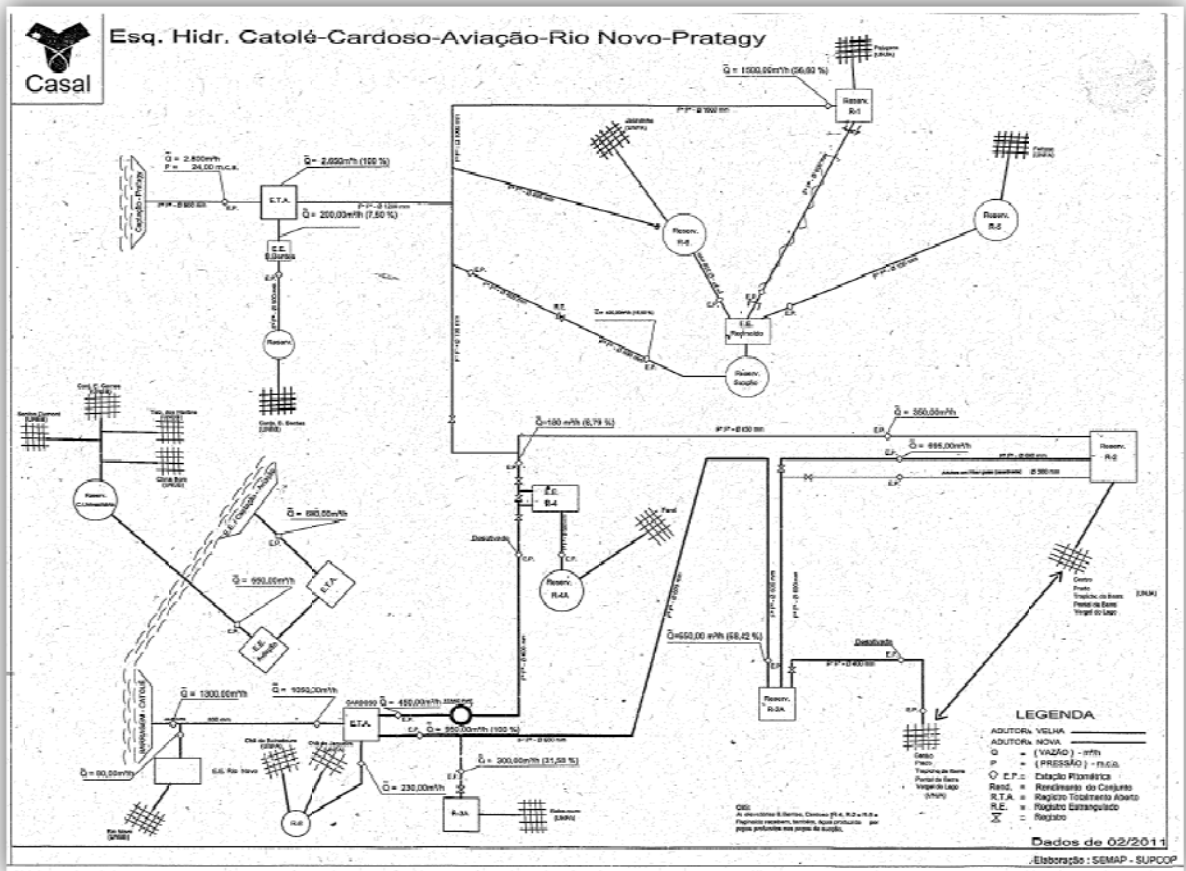
SOUZA JB; DANIEL LA. Comparação entre hipoclorito de sódio e ácido peracético na inativação de *e. Coli*, colifagos e *C. Perfringens* em água com elevada concentração de matéria orgânica. **Eng. sanit. Ambient.**, Vol.10 - Nº 2, P.111-117, 2005.

SUTHAR AR; SHARMA R; MATHUR R; SHARMA S. Physico-chemical and microbiological studies of drinking water of Pali district, Rajasthan. **Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences**, v.2, n.2, p. 1061-1066, 2012.

Zimmermann, C. M; Guimarães O. M; Peralta-Zamora P. G. Avaliação da qualidade do corpo hídrico do rio Tibagi na região de Ponta Grossa utilizando análise de componentes principais (PCA). **Química Nova, São Paulo**, v.31, n.7, p.1727-1732, 2008.

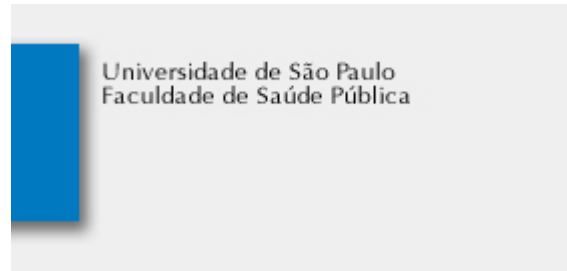
ANEXOS

Anexo A - Esquema Hidráulico Catolé-Cardoso-Avição- Rio Novo Pratygy utilizados para escolha dos pontos de coletas



Fonte: Casal, 2011

Anexo B - Normas da revista a qual o artigo será submetido.



- [Informações Gerais](#)
- [Edição Atual](#)
- [Busca](#)
- [Política Editorial](#)
- [Instruções aos Autores](#)
- [Corpo Editorial](#)
- [Assinatura](#)
- [Sites Correlatos](#)
- [Fale Conosco](#)

- [Submissão de Artigos](#)
- [Entrar](#)

Preparo dos manuscritos

Resumo

São publicados resumos em português, espanhol e inglês. Para fins de cadastro do manuscrito, devem-se apresentar dois resumos, um na língua original do manuscrito e outro em inglês (ou em português, em caso de manuscrito apresentado em inglês). As especificações quanto ao tipo de resumo estão descritas em cada uma das **categorias de artigos**.

Como regra geral, o resumo deve incluir: objetivos do estudo, principais procedimentos metodológicos (população em estudo, local e ano de realização, métodos observacionais e analíticos), principais resultados e conclusões.

Estrutura do texto

Introdução – Deve ser curta, relatando o contexto e a justificativa do estudo, apoiados em referências pertinentes ao objetivo do manuscrito, que deve estar explícito no final desta parte. Não devem ser mencionados resultados ou conclusões do estudo que está sendo apresentado.

Métodos– Os procedimentos adotados devem ser descritos claramente; bem como as variáveis analisadas, com a respectiva definição quando necessária e a hipótese a ser testada. Devem ser descritas a população e a amostra, instrumentos de medida, com a apresentação, se possível, de medidas de validade; e conter informações sobre a coleta e processamento de dados. Deve ser incluída a devida referência para os métodos e técnicas empregados, inclusive os métodos estatísticos; métodos novos ou substancialmente modificados devem ser descritos, justificando as razões para seu uso e mencionando suas limitações. Os critérios éticos da pesquisa devem ser respeitados. Os autores devem explicitar que a pesquisa foi conduzida dentro dos padrões éticos e aprovada por comitê de ética.

Resultados – Devem ser apresentados em uma sequência lógica, iniciando-se com a descrição dos dados mais importantes. Tabelas e figuras devem ser restritas àquelas necessárias para argumentação e a descrição dos dados no texto deve ser restrita aos mais importantes. Os gráficos devem ser utilizados para destacar os resultados mais relevantes e resumir relações complexas. Dados em gráficos e tabelas não devem ser duplicados, nem repetidos no texto. Os resultados numéricos devem especificar os métodos estatísticos utilizados na análise. Material extra ou suplementar e detalhes técnicos podem ser divulgados na versão eletrônica do artigo.

Discussão – A partir dos dados obtidos e resultados alcançados, os novos e importantes aspectos observados devem ser interpretados à luz da literatura científica e das teorias existentes no campo. Argumentos e provas baseadas

em comunicação de caráter pessoal ou divulgadas em documentos restritos não podem servir de apoio às argumentações do autor. Tanto as limitações do trabalho quanto suas implicações para futuras pesquisas devem ser esclarecidas. Incluir somente hipóteses e generalizações baseadas nos dados do trabalho. As conclusões devem finalizar esta parte, retomando o objetivo do trabalho.

Referências

Listagem: As referências devem ser normalizadas de acordo com o estilo **Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Writing and Editing for Biomedical Publication**, ordenadas alfabeticamente e numeradas. Os títulos de periódicos devem ser referidos de forma abreviada, de acordo com o Medline, e grafados no formato itálico. No caso de publicações com até seis autores, citam-se todos; acima de seis, citam-se os seis primeiros, seguidos da expressão latina “et al”. Referências de um mesmo autor devem ser organizadas em ordem cronológica crescente. Sempre que possível incluir o DOI do documentado citado, de acordo com os exemplos abaixo.

Exemplos:

Artigos de periódicos

Narvai PC. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. *Cienc Saude Coletiva*. 2000;5(2):381-92. DOI:10.1590/S1413-81232000000200011

Zinn-Souza LC, Nagai R, Teixeira LR, Latorre MRDO, Roberts R, Cooper SP, et al. Fatores associados a sintomas depressivos em estudantes do ensino médio de São Paulo, Brasil. *Rev Saude Publica*. 2008;42(1):34-40.

DOI:10.1590/S0034-89102008000100005.

Hennington EA. Acolhimento como prática interdisciplinar num programa de extensão. *Cad Saude Coletiva* [Internet].2005;21(1):256-65. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v21n1/28.pdf> DOI: 10.1590/S0102-311X2005000100028

Livros

Nunes ED. Sobre a sociologia em saúde. São Paulo; Hucitec; 1999.

Wunsch Filho V, Koifman S. Tumores malignos relacionados com o trabalho. In: Mendes R, coordenador. *Patologia do trabalho*. 2. ed. São Paulo: Atheneu; 2003. v.2, p. 990-1040.

Foley KM, Gelband H, editors. *Improving palliative care for cancer* Washington: National Academy Press; 2001[citado 2003 jul 13] Disponível em: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=10149

Para outros exemplos recomendamos consultar as normas (“Citing Medicine”) da National Library of Medicine (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book=citmed>).

Referências a documentos não indexados na literatura científica mundial, em geral de divulgação circunscrita a uma instituição ou a um evento (teses, relatórios de pesquisa, comunicações em eventos, dentre outros) e informações extraídas de documentos eletrônicos, não mantidas permanentemente em sites, se relevantes, devem figurar no rodapé das páginas do texto onde foram citadas.

Citação no texto: A referência deve ser indicada pelo seu número na listagem, na forma de **expoente** após a pontuação no texto, sem uso de parênteses, colchetes e similares. Nos casos em que a citação do nome do autor e ano for relevante, o número da referência deve ser colocado a seguir do nome do autor. Trabalhos com dois autores devem fazer referência aos dois autores ligados por &. Nos outros casos apresentar apenas o primeiro

autor (seguido de et al. em caso de autoria múltipla).

Exemplos:

A promoção da saúde da população tem como referência o artigo de Evans & Stoddart,⁹ que considera a distribuição de renda, desenvolvimento social e reação individual na determinação dos processos de saúde-doença.

Segundo Lima et al⁹ (2006), a prevalência de transtornos mentais em estudantes de medicina é maior do que na população em geral. Parece evidente o fracasso do movimento de saúde comunitária, artificial e distanciado do sistema de saúde predominante.^{12,15}

Tabelas

Devem ser apresentadas depois do texto, numeradas consecutivamente com algarismos arábicos, na ordem em que foram citadas no texto. A cada uma deve-se atribuir um título breve, não se utilizando traços internos horizontais ou verticais. As notas explicativas devem ser colocadas no rodapé das tabelas e não no cabeçalho ou título. Se houver tabela extraída de outro trabalho, previamente publicado, os autores devem solicitar formalmente autorização da revista que a publicou, para sua reprodução.

Para composição de uma tabela legível, o número máximo é de 12 colunas, dependendo da quantidade do conteúdo de cada casela. Tabelas que não se enquadram no nosso limite de espaço gráfico podem ser publicadas na versão eletrônica. Notas em tabelas devem ser indicadas por letras, em sobrescrito e negrito.

Se houver tabela extraída de outro trabalho, previamente publicado, os autores devem solicitar autorização para sua reprodução, por escrito.

Figuras

As ilustrações (fotografias, desenhos, gráficos, etc.) devem ser citadas como Figuras e numeradas consecutivamente com algarismos arábicos, na ordem

em que foram citadas no texto e apresentadas após as tabelas. Devem conter título e legenda apresentados na parte inferior da figura. Só serão admitidas para publicação figuras suficientemente claras e com qualidade digital que permitam sua impressão, preferentemente no formato vetorial. No formato JPEG, a resolução mínima deve ser de 300 dpi. Não se aceitam gráficos apresentados com as linhas de grade, e os elementos (barras, círculos) não podem apresentar volume (3-D). Figuras em cores são publicadas quando for necessária à clareza da informação. Se houver figura extraída de outro trabalho, previamente publicado, os autores devem solicitar autorização, por escrito, para sua reprodução.