



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA E FÍSICO QUÍMICA
BACHARELADO EM QUÍMICA**

MARIA SUELY BRAGA TEIXEIRA

**AVALIAÇÃO DO TEOR DE CLORO ATIVO EM DIFERENTES
MARCAS DE ÁGUAS SANITÁRIAS**

**FORTALEZA
2016**

MARIA SUELY BRAGA TEIXEIRA

AVALIAÇÃO DO TEOR DE CLORO ATIVO EM DIFERENTES
MARCAS DE ÁGUAS SANITÁRIAS

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Química Bacharelado, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Química Modalidade Química Industrial.

Orientador didático-pedagógico: **Prof. Dr. Titular Antonio Carlos Magalhães**

Orientador Profissional: **Tecnólogo Jackson de Queiroz Malveira**

FORTALEZA
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

T264a Teixeira, Maria Suely Braga.
Avaliação do teor de cloro ativo em diferentes marcas de águas sanitárias. / Maria Suely Braga
Teixeira. – 2016.
50 f. : il. color.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento
de Química Analítica e Físico Química, Curso de Bacharelado em Química, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Antonio Carlos Magalhães.

1. Cloro. 2. Química. 3. Água sanitária - Controle de Qualidade. I. Título.

CDD 540

MARIA SUELY BRAGA TEIXEIRA

**AVALIAÇÃO DO TEOR DE CLORO ATIVO EM DIFERENTES
MARCAS DE ÁGUAS SANITÁRIAS**

Monografia apresentada ao Curso de Química Bacharelado, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Química Modalidade Química Industrial.

Aprovada em: 21 / 01 / 2016.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Titular Antonio Carlos Magalhães
Universidade Federal do Ceará - UFC
(Orientador didático)

Tecnólogo Jackson de Queiroz Malveira
Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará – NUTECH
(Orientador profissional)

Dra. Érika de Almeida Sampaio Braga
Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará – NUTECH
(Examinadora)

Dedico aos meus pais Raimunda e Idelfonso, por serem meus pilares.

AGRADECIMENTO

A Deus, por estar sempre comigo, pela graça de persistir, e não ter desistido mesmo nos momentos mais difíceis. Ao senhor devo mais essa conquista.

Aos meus pais e irmãos, por estarem sempre ao meu lado, pelo incentivo ao estudo, por se preocuparem com o meu bem estar e principalmente pelo conforto e apoio em todas as dificuldades.

Ao meu estimado amigo Roberto que esteve comigo nesta jornada, aconselhando e ajudando a resolver muitos dos desafios que surgiram no dia a dia.

A todos os professores que tive a oportunidade de ser aluna, especialmente ao Antônio Carlos Magalhães, o qual me ajudou com sua excelente orientação, sei que cada um deles foi indispensável para minha formação profissional.

A Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC), pela oportunidade de estágio, e pelos profissionais que lá conheci, em especial, a Dra. Érika de Almeida Sampaio Braga por sua orientação extraordinária, e paciência, ao gerente da Gerência de Química (GETAQ), Jackson de Queiroz Malveira, por aceitar prontamente ser meu orientador profissional, a técnica em meio ambiente, Eirilândia (Laninha), por sua amizade e ajuda no laboratório, a todos os funcionários, pois eles contribuíram para o desenvolvimento do meu trabalho.

Por fim aos meus amigos com os quais tive a oportunidade de estudar e conhecer melhor, eles tornaram os dias de estudos mais alegres e fáceis, a amizade e companheirismo de vocês foi de grande valia, Alessandra, Ana Claudia, André, Davi, Débora, Flávio, Germana, Guilhermina, Helder, Isabel, Katarina, Kheslley, Leidiane, Lizias, Marcel, Mayara.

“Uma jornada de mil milhas começa
com um pequeno passo.”

(Lao-tsé)

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade de amostras de águas sanitárias para verificar se os fabricantes seguem as regras da legislação vigente. Os parâmetros analisados foram o cloro ativo e o potencial hidrogênico (pH). As análises seguiram as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 9425/ 2005. As análises comprovou que os produtores das águas sanitárias respeitam de maneira expressiva o pH definido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), visto que das marcas estudadas todas estavam em conformidade com esse parâmetro. Já em relação ao cloro ativo essa expressividade de atender o órgão citado não é tão considerada, pois seis amostras apresentaram teor de cloro ativo abaixo do valor definido pela legislação.

Palavras-chave: Água sanitária - Qualidade. Água sanitária - Legislação. Cloro ativo. pH. Hipoclorito de sódio.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the quality of samples of bleaching solution to check for the compliance of producers with current legislation. Analyses were made for active chlorine and pH, following the standards of the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT) NBR 9425/2005. Our findings showed that the manufacturers of bleaching solution strictly respect the pH value set by the National Health Surveillance Agency (ANVISA), since all were in compliance with this standard. In relation to active chlorine, such compliance is not met, because six samples showed active chlorine content below the value set by the legislation.

Key words: Bleaching solution - Quality. Bleaching solution - Legislation. Active chlorine. Sodium hypochlorite.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cor da água sanitária.....	5
Figura 2 - Comportamento do cloro, do ácido hipocloroso e do íon hipoclorito em função do pH.....	8
Figura 3 - Decomposição do hipoclorito de sódio em função da concentração inicial.....	12
Figura 4 - Decomposição do hipoclorito de sódio em função da temperatura (A) 20 ^o C e (B) 40 ^o C.....	13
Figura 5 - Representação de um gráfico boxplot.....	17
Figura 6 - Amostra de águas sanitárias.....	19
Figura 7 - Equipamento pHmetro marca Logen.....	20
Figura 8 - Medição do pH.....	20
Figura 9 - Soluções de tiosulfato de sódio, iodeto de potássio e amido.....	21
Figura 10 - Pesagem da amostra.....	23
Figura 11 - Amostra com água destilada.....	23
Figura 12 - Erlenmeyer com iodeto de potássio.....	23
Figura 13 - Amostra com iodeto de potássio.....	24
Figura 14 - Amostra com ácido acético glacial.....	24
Figura 15 - Titulação com tiosulfato de sódio.....	24
Figura 16 - Pausa da titulação.....	25
Figura 17 - Amostra com amido.....	25
Figura 18 - Recomeço da titulação com tiosulfato de sódio.....	25
Figura 19 - Fim da titulação.....	26
Figura 20 - Ilustra a comparação entre os resultados do pH.....	27
Figura 21 - Ilustra a comparação dos resultados do teor de cloro ativo.....	29

Figura 22 - Mostra o tratamento estatístico para o pH.....31

Figura 23 - Mostra o tratamento estatístico para o cloro ativo.....32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Propriedades físico-químicas dos principais componentes da água sanitária.....	11
Tabela 2- Resultados do pH à 25 ⁰ C.....	27
Tabela 3- Resultados do teor de cloro ativo (%m/m).....	28

LISTA DE SIGLAS

ABIPLA – Associação Brasileira de Indústrias de Produtos de Limpezas e Afins

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CNTP – Condições Normais de Temperatura e Pressão

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia

NBR – Norma Brasileira de Referência

NUTEC – Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

SBRT – Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo geral	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Origem do princípio ativo da água sanitária (hipoclorito de sódio)	4
3.2 Definição da água sanitária	4
3.3 Registro de acordo com as norma da ANVISA	5
3.4 Cloro	6
3.4.1 <i>Cloro ativo</i>	9
3.4.1.1 <i>Determinação do cloro ativo em água sanitária</i>	9
3.5 Principais componentes da água sanitária	11
3.5.1 <i>Hipoclorito de sódio</i>	12
3.5.2 <i>Hidróxido de sódio</i>	13
3.5.3 <i>Cloreto de sódio</i>	14
3.5.4 <i>Carbonato de sódio ou barrilha</i>	14
3.5.5 <i>Hipoclorito de cálcio</i>	14
3.6 A viabilidade da produção de água sanitária com hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio	15
3.7 Usos da água sanitária	15
3.8 Ações desenvolvidas pela água sanitária.....	16
3.9 Tratamento estatístico dos resultados.....	17
4 MATERIAIS E MÉTODOS	19
4.1 Determinação do pH.....	19
4.2 Determinação do teor de cloro ativo (%).....	21
4.2.1 <i>Preparação das soluções</i>	21
4.2.1.1 <i>Solução padronizada de tiosulfato de sódio (Na₂O₂S₃) 0,1 mol. L⁻¹</i>	21
4.2.1.2 <i>Solução de iodeto de potássio (KI) 5%</i>	22

4.2.1.3 Solução de amido $[(C_5H_{10}O_5)_n]$ 0,5%.....	22
4.2.2 Princípio do método.....	22
4.2.3 Procedimento	23
4.2.4 Cálculo	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 Gráfico do tipo boxplot para o tratamento estatístico dos resultados.....	30
6 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

Os saneantes são produtos destinados à higienização e a desinfecção, são utilizados nos mais variados tipos de ambiente e alguns deles podem ser usados no tratamento de água.

A água sanitária é uma diluição do hipoclorito de sódio em água, muitas vezes denominada como hipo ou produto líquido, é um saneante de destaque, por ser utilizada pelas pessoas das mais diferentes classes sociais, pois além de ser um produto que não tem um custo elevado, tem fácil aplicação e possui ações eficientes como, por exemplo, no alvejamento, na desinfecção e na desodorização.

Todavia, para garantir o melhor desempenho das suas variadas funções, o produto líquido deve possuir teor de cloro ativo e pH conforme estabelece a legislação vigente através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), para evitar possíveis riscos à saúde e a segurança do consumidor.

A legislação define o intervalo do teor do cloro ativo entre 2,0 a 2,5%p/p para fins de registro, definido pela Portaria nº 89, de 25 de agosto de 1994. (BRASIL, 1994).

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) N^o 55 de 13 de novembro de 2009, específica que a água utilizada na fabricação da água sanitária deve atender ao padrão de potabilidade de água para consumo humano (BRASIL, 2009A).

O teor de cloro ativo específica a quantidade de hipoclorito de sódio ou cálcio presente na água sanitária. Um teor menor ou maior que o especificado na legislação implica em lesão ao consumidor. No primeiro caso com uma menor quantidade de cloro ativo, o consumidor estaria levando água comum (INMETRO, 2012). Ou seja, uma água sanitária sem a ação esperada. Já no segundo caso uma quantidade acima do permitido, significa mais quantidade de cloro que pode ser liberado em forma de gás podendo ser absorvido pelo corpo humano através da respiração (INMETRO, 2012). Assim além de adquirir o produto líquido sem as funções que almeja terá sua vida em risco.

O pH tem a função de estabilizar o cloro ativo do produto, dessa forma, prolongar a validade do mesmo, mas seu uso acima do permitido pode causar queimaduras na pele e nos olhos.

A ANVISA é o órgão responsável pela fiscalização, regulamentação e emissão do registro de comercialização dos produtos de limpeza. Ela faz avaliações periódicas para avaliar se as empresas estão obedecendo às regras de fabricação e o controle de qualidade dos saneantes que são colocados a serviço das pessoas.

Com base nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os valores do teor de cloro ativo e pH em oito diferentes marcas de água sanitárias adquiridas no comércio, comparando esses valores com os valores estabelecidos pela ANVISA.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o teor de cloro ativo e potencial hidrogeniônico (pH), em diferentes marcas de água sanitária.

2.2 Objetivos específicos

a) Realizar análise química para determinação do teor de cloro ativo em oito diferentes marcas de água sanitária.

b) Realizar análise química para determinação de pH em oito diferentes marcas de água sanitária.

c) Comparar os resultados obtidos do teor de cloro ativo e pH com os valores estabelecidos pela legislação vigente a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origem do princípio ativo da água sanitária (hipoclorito de sódio)

Conforme May (2011) o químico Claude Louis Berthollet de origem francesa foi o primeiro a produzir alvejantes líquidos baseados no hipoclorito de sódio, em 1785. Assim, ele foi o inventor da primeira água sanitária conhecida como “licor de Javel”. Ele conseguiu clorar uma solução de hidróxido de sódio formando uma solução de hipoclorito de sódio.

O alvejante líquido, Inicialmente, era utilizado para alvejar algodão, mas logo se tornou um componente popular para alvejar outros tipos de tecido, já que foi rapidamente descoberto que o hipoclorito de sódio podia remover manchas de tecidos (MAY, 2011).

De acordo com Lucca (2006) em 1798 o químico Charles Tennant inventou um pó alvejante, o hipoclorito de cálcio. Tennant produzia combinando gás cloro com cal hidratada (hidróxido de cálcio), quando adicionado a um ácido pouco diluído, o pó libera o gás cloro que alvejava tecidos muito rapidamente.

Nos dias atuais o método utilizado para a produção do hipoclorito de sódio é o processo de Labarreque, criado em 1820. Nesse método, o gás cloro (Cl_2) é passado por uma solução resfriada de hidróxido de sódio (NaOH), formando o hipoclorito de sódio (NaOCl), com cloreto de sódio (NaCl) como principal subproduto, conforme a reação 1, abaixo.



3.2 Definição da água sanitária

A água sanitária é uma solução aquosa a base de hipoclorito de sódio ou cálcio, com teor de cloro ativo entre 2,0 a 2,5% p/p, durante o prazo de validade (máximo de seis meses). O produto poderá conter apenas hidróxido de sódio ou cálcio, cloreto de sódio ou cálcio e carbonato de sódio ou cálcio como estabilizante. Pode ter ação como alvejante e desinfetante de uso geral. (BRASIL, 2009B). Possui

uma cor levemente amarelada, conforme a figura 1 abaixo é fotossensível, pois se decompõe sob a ação da luz, por isso necessita de uma embalagem opaca, é corrosiva a metais e seu contato com ácidos libera gases tóxicos (FOGAÇA, 2015).

Também pode ser definida como composto químico para limpeza e desinfecção de superfícies, cujo princípio ativo é o hipoclorito de sódio.

Figura 1 – cor da água sanitária



Fonte: a autora

3.3 Registro de acordo com as norma da ANVISA

A Resolução - RDC n.55 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2009A) estabelece requisitos mínimos para o registro da água sanitária:

- a) Deve conter um teor mínimo de cloro ativo de 2,0%p/p e máximo de 2,5%p/p;
- b) Em seu rótulo deve constar que é usado para desinfecção de superfícies e objetos com tempo de contato com o produto de no mínimo dez minutos;
- c) Quando indicada no combate às larvas do mosquito da dengue, no rótulo deve conter que é necessário a adição de 2 mL do produto para cada litro de água;

d) Não é permitida a adição de corantes, fragrâncias ou quaisquer outras substâncias.

3.4 Cloro

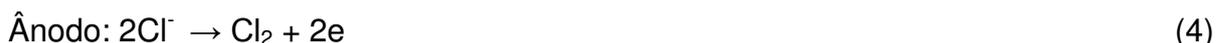
De acordo com Lee (1999) no século XVIII, o químico sueco Carl Wilhelm Scheele descobriu o cloro em 1774, e descreveu as propriedades alvejantes do elemento, isso contribuiu para a demanda de cloro a uma escala industrial, para uso na indústria têxtil. Ele percebeu que oxidando ácido clorídrico com dióxido de manganês, obtia cloro, conforme a reação 2 abaixo:



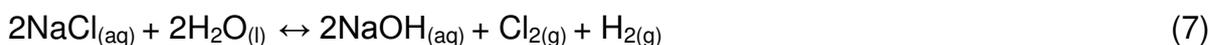
O cloro pertence à família dos halogênios nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP) é um gás verde amarelado tóxico, de forte cheiro, poderoso irritante dos olhos e do sistema respiratório podendo levar a morte, é um elemento bastante reativo, entretanto é usado em boa parte do mundo nas ações de desinfecção e branqueamento. Devido a sua extrema reatividade o uso e manuseio do gás cloro exigem cuidados rigorosos e operadores qualificados. Assim, visando essas ações foi desenvolvido o hipoclorito de sódio rico em cloro, que desenvolve ações semelhantes ao cloro, cujo manuseio é mais simples e seguro por se tratar de uma solução.

Atualmente, cerca de 90% da demanda mundial de cloro provém da eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio (salmoura) (LEE, 1999).

As reações 3, 4, 5 e 6 ocorrem na eletrólise da salmoura.



A reação 7 mostra a reação global:



O cloro tem grande importância industrial, devido a sua ampla utilização nos mais diversos segmentos, podendo ser empregado no alvejamento de tecidos, madeira, polpa e papel, na purificação de água, na produção de uma variedade de produtos químicos inorgânicos, como alvejantes, hipoclorito de sódio entre outras aplicações.

Segundo Pohling (2009), em águas para abastecimento público, o cloro ou o hipoclorito de sódio ambos são largamente utilizados nos processo de desinfecção.

Vejamos as reações do cloro e de alguns de seus derivados em água:



Ou



Ou



As reações 8, 10 e 11 são reações de hidrólise respectivamente do cloro, e dos hipocloritos de sódio e de cálcio. A reação 9 é a de dissociação do ácido hipocloroso.

A reação 8 formam os ácidos hipocloroso e hidroclórico, quando essa reação tem o pH entre 2 e 3 o equilíbrio é deslocado para esquerda e o agente desinfetante é o cloro (Cl_2).

Quando o pH atinge valores acima de 3 o equilíbrio é deslocado para a direita favorecendo a formação do ácido hipocloroso (HClO). O ácido formado é fraco e se dissocia pouco em pH menores que 6, assim o agente desinfetante será o ácido hipocloroso e sua dissociação é mostrada na reação 9.

Segundo Meyer (1994) o ácido clorídrico formado combina-se com a alcalinidade natural da água ou com alcalinidade introduzida para fins de tratamento,

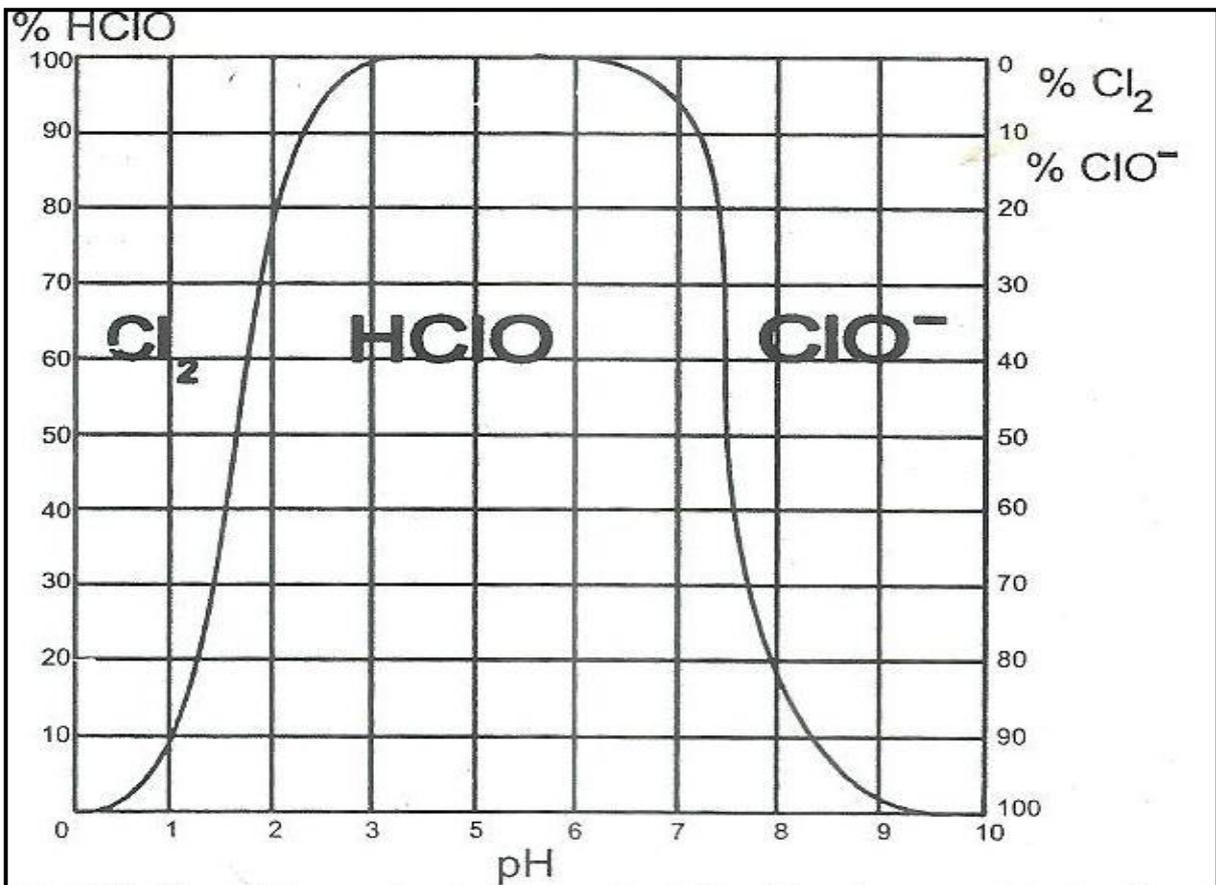
reduzindo-as e alterando, desta forma, o pH, o qual, por sua vez, influi no grau de dissociação do ácido hipocloroso.

O hipoclorito de sódio (solução) e o hipoclorito de cálcio (sólido) em água se dissociam conforme as reações 10 e 11.

Conforme as reações 10 e 11 são visto que o íon hipoclorito estabelece um equilíbrio com os íons de hidrogênio, dependendo do pH, ou seja, dependendo da concentração dos íons de hidrogênio da água.

Conforme a ABNT (NBR 9425:2005) tanto o cloro como o ácido hipoclorito tem fortes poderes oxidante, o critério para usar um dos dois para desinfecção será o pH já que o cloro tende a diminuir o pH e os hipocloritos tendem a aumentar o pH.

Figura 2 – Comportamento do cloro, do ácido hipocloroso e do íon hipoclorito em função do pH.



Fonte: Pohling (2009).

3.4.1 Cloro ativo

Segundo Lucca (2006, p. 14), “Interpreta-se “cloro ativo” como correspondendo ao cloro contido no hipoclorito de sódio e que tenha o mesmo poder oxidante do próprio cloro molecular”.

O teor de cloro ativo existente na água sanitária específica a quantidade de hipoclorito de sódio ou cálcio presente na composição do produto e o responsável por sua estabilidade é o pH.

A legislação define um intervalo entre 2,0 a 2,5% p/p para fins de registro, definido pela Portaria nº 89, de 25 de agosto de 1994. (BRASIL, 1994).

3.4.1.1 Determinação do cloro ativo em água sanitária

O procedimento usado para determinação do cloro ativo na água sanitária é a titulação volumétrica de oxi-redução-iodométrica, método estabelecido pela ABNT (NBR 9425:2005).

As titulações iodométrica ou iodométrica são de volumetria de oxidação redução, que consiste numa reação redox entre o analito e o titulante. Ela envolve sempre soluções contendo iodo em presença do íon iodeto. As equações 12, 13 e 14 abaixo ilustram as reações que ocorrem durante a titulação.

Reação parcial



Reação de formação do íon triiodeto



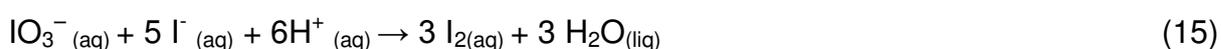
Reação final



O método volumétrico que envolve a oxidação de íons iodetos é conhecido como iodométrico ou método indireto, onde um excesso de iodeto é oxidado a iodo e posteriormente este é titulado com uma solução padrão de tiosulfato de sódio (VOGEL, *et al.*, 2008).

Já o método volumétrico que envolve a redução do iodeto é chamado de iodimétrico ou método direto, onde o iodo é utilizado diretamente na titulação como oxidante (VOGEL, *et al.*, 2008).

Através do método iodométrico faz-se a padronização da solução do tiosulfato utilizando o iodato de potássio (KIO₃) como padrão primário. Esse sal, em meio ácido oxida o iodeto a iodo ou a tri-iodeto (equação 15), e o iodo formado será titulado com a solução de tiosulfato (equação 16). Ou seja, na presença de iodo, o íon tiosulfato é quantitativamente oxidado para formar o íon tetrionato (S₄O₆²⁻) (SKOOG, *et al.*, 2014).



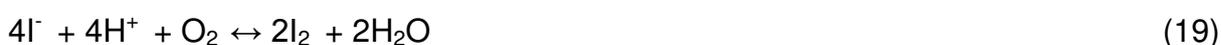
Depois da padronização do tiosulfato se faz a determinação do cloro ativo. Essa determinação é feita utilizando o método iodométrico, que consiste em adicionar uma amostra de água sanitária a uma solução de iodeto de potássio que após acidificação libera iodo (equação 17). Então o iodo liberado será titulado com uma solução padrão de tiosulfato de sódio (equação 18).



Contudo nesse método o ajuste do pH é muito importante, pois o iodeto só é convertido a iodo em meio ácido e o tiosulfato (S₂O₃²⁻) pode ser oxidado a sulfato (SO₄²⁻) em meio fortemente alcalino.

Existem duas importantes fontes de erro nas titulações iodométricas e iodimétricas. O primeiro é a oxidação de uma solução de iodeto pelo ar conforme a equação 19, pois íons iodetos em meio ácido são oxidados lentamente pelo oxigênio atmosférico. O segundo consiste na perda de iodo por volatilização (BACCAN, *et al.*, 2004).

A equação 19 mostra a oxidação dos íons de iodeto pelo oxigênio



Nas titulações com iodo, uma solução aquosa de amido é usada como indicador, pois forma um complexo de cor azul intensa na presença de iodo. Esse indicador proporciona determinar concentrações de iodo em soluções de até $2 \times 10^{-7} \text{ mol. L}^{-1}$.

O amido não pode ser adicionado no início de uma titulação, onde o iodo tem elevada concentração, pois isso faria o amido se decompor irreversivelmente. Portanto, na titulação de soluções de iodo com íons tiosulfato, como na determinação indireta de oxidantes, a adição do amido é adiada até que a cor da solução mude de vermelho-marrom para amarelo, pois nesse ponto maior parte do iodo já foi reduzido e a titulação já esta quase completa (SKOOG, *et al*, 2014). A titulação se completa quando a solução fica totalmente incolor.

3.5 Principais componentes da água sanitária

Os principais componentes para preparação da água sanitária são os mostrados na tabela 1.

Tabela 1 – Propriedades físico-químicas dos principais componentes da água sanitária

Componentes	Fórmula molecular	Massa molecular (g/mol)	Ponto de fusão a 760 mmHg	Ponto de ebulição a 760 mmHg	Densidade (g/cm ³)
Hipoclorito de sódio	NaClO	74,45	25 ⁰ C	100 a 110 ⁰ C	1,07 – 114
Hidróxido de sódio	NaOH	40,00	318 ⁰ C	1390 ⁰ C	2,13
Cloreto de sódio	NaCl	58,44	801 ⁰ C	1465 ⁰ C	2,165
Carbonato de sódio	Na ₂ CO ₃	105,989	851 ⁰ C	1600 ⁰ C	2,54

Fonte: a autora

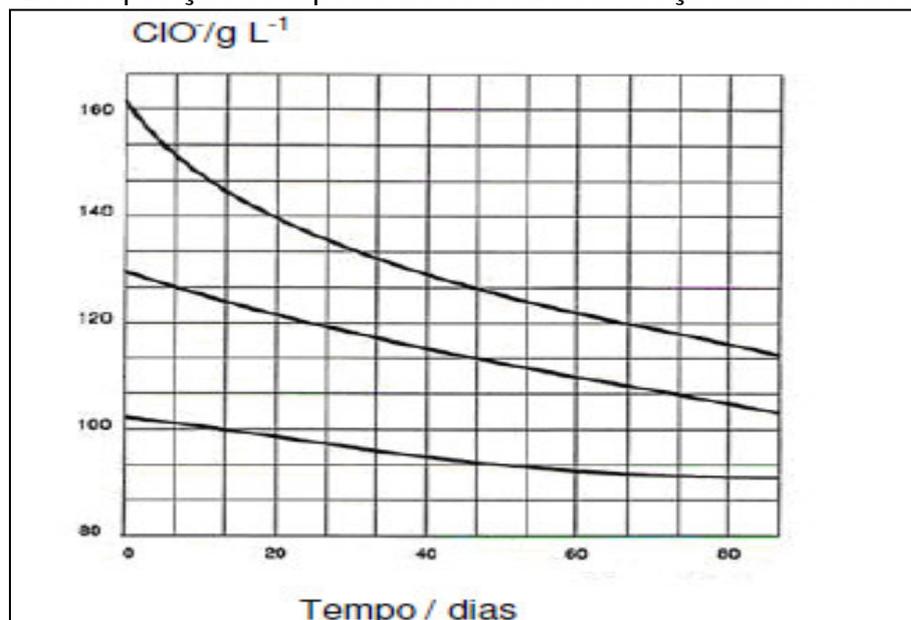
3.5.1 Hipoclorito de sódio

O hipoclorito de sódio segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (NBR 9425:2005) é definido como uma solução aquosa, alcalina, de coloração amarela, límpida e de odor característico, contendo concentrações variadas de cloro ativo. Contudo se ele possuir, alta concentração de cloro, só será comercializado no atacado e chegará ao consumidor doméstico somente na forma de água sanitária (BRASIL, 2002).

O hipoclorito de sódio possui propriedades germicidas, o que permite sua utilização para tratamento e purificação da água, na produção de desinfetantes na desinfecção de verduras, legumes entre outras utilizações. Tem ação alvejante, podendo ser utilizado para clarear tecidos. Também é conhecido como hipoclorito sódico é um forte oxidante, e em solução aquosa é estável somente em pH básico (VIEGA, 2015).

Esse composto químico é bastante instável, assim dependendo de alguns fatores como, por exemplo, temperatura, concentração inicial, exposição à luz, etc., contribuem para sua decomposição, tendo como consequência a diminuição do teor de cloro ativo, ou hipoclorito, conforme mostrado nas figuras 3 e 4 abaixo.

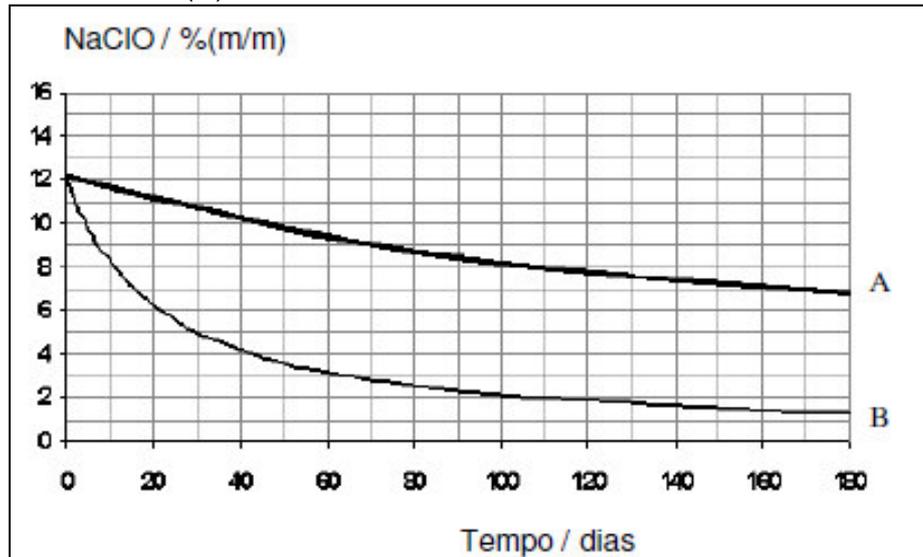
Figura 3 – Decomposição do hipoclorito de sódio em função da concentração inicial



Fonte: Salami (2008).

Como pode ser observado na figura 3, concentrações maiores de hipoclorito de sódio decompõem-se mais rapidamente.

Figura 4 – Decomposição do hipoclorito de sódio em função da temperatura (A) 20°C e (B) 40°C



Fonte: Salami (2008).

Como pode ser observado na figura 4, um aumento da temperatura proporciona um aumento acentuado da decomposição do hipoclorito de sódio.

A decomposição do hipoclorito de sódio ocorre por meio de duas reações químicas formando produtos inofensivos.

A reação 20 é a principal formando o cloreto de sódio e o clorato de sódio.



A reação 21 é a secundária que ocorre em menor escala gerando cloreto de sódio e oxigênio .



3.5.2 Hidróxido de sódio

O hidróxido de sódio é conhecido também como soda cáustica é uma base forte, em condição ambiente é um sólido branco muito higroscópico. É utilizado

na indústria para fabricar papel, tecidos, detergentes, alimentos e biodiesel e na preparação da água sanitária é utilizado para estabilizar o pH.

3.5.3 Cloreto de sódio

O cloreto de sódio é um sal inorgânico e solúvel na maior parte dos solventes polares. Costuma ser chamado de sal de cozinha e se apresenta como um sólido cristalino branco. Industrialmente é matéria prima direta para a produção de cloro gasoso (Cl_2), hidróxido de sódio (NaOH), e hipoclorito de sódio (NaOCl). A sua função na água sanitária é de estabilização.

3.5.4 Carbonato de sódio ou barrilha

O carbonato de sódio ou barrilha é um sal branco e translúcido. É utilizado principalmente na produção de vidro, em sínteses químicas em sabão e detergente. Assim, como o hidróxido de sódio, e o cloreto de sódio tem a função de estabilizar o pH da água sanitária.

3.5.5 Hipoclorito de cálcio

O hipoclorito de cálcio tem fórmula molecular $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ e desempenha a mesma função do hipoclorito de sódio na composição da água sanitária, ou seja tem ação desinfetante e alvejante. Assim ao utilizar o hipoclorito de cálcio na composição da água sanitária será necessário utilizar como estabilizante o hidróxido de cálcio, ou cloreto de cálcio ou bicarbonato de cálcio.

3.6 A viabilidade da produção de água sanitária com hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio

Conforme a ANVISA, as águas sanitárias podem ser preparadas tanto com o hipoclorito de sódio como com hipoclorito de cálcio.

O hipoclorito de cálcio é mais viável na utilização de tratamento de água potável e em piscinas, devido às características do íon cálcio, como, por exemplo, possuir o nível de sólidos insolúvel alto (MACEDO, 2004). Assim mesmo sendo permitido não é comum encontrar água sanitária a base de hipoclorito de cálcio.

Contudo o hipoclorito de sódio é comumente mais encontrado na fórmula da água sanitária. Isso ocorre por motivos de custos, pois o hipoclorito de sódio é mais barato que o hipoclorito de cálcio e também se deve ao fato de que é mais seguro manipular um em relação ao outro, já que o primeiro tem uma concentração em torno de 13% de cloro ativo e o segundo em torno de 60%, (SBRT, 2013).

3.7 Usos da água sanitária

A água sanitária é amplamente utilizada nos mais diversos segmentos. É utilizada em águas para eliminar micro-organismos, é usada para fazer a higienização e a desodorização de ambientes como, por exemplo, hospitais, banheiros ou qualquer compartimento de uma casa. É bastante usada para lavagem de roupas brancas, caixa de água, legumes, frutas, verduras e utensílios, também se podem colocar algumas gotas em vasos que contém flores, pois seu poder bactericida preservará os caules cortados das flores, por eliminar as condições de crescimento de possíveis micro-organismos presentes na água. Assim se prolongará a vida das flores. A água sanitária atua em alguns procedimentos médicos e odontológicos, por exemplo, a sua diluição em água serve para limpar ferimentos e lesões como forma de evitar infecções (ANHEMBI, 2014). Ou seja, seu uso é muito diversificado.

3.8 Ações desenvolvidas pela água sanitária

As ações mais comuns da água sanitária são alvejante, bactericida e desodorizante.

O poder de alvejar, ou seja, de branquear roupas acontece, porque a solução aquosa de hipoclorito de sódio forma o ácido hipocloroso (HClO), conforme a reação 22. Esse ácido é um agente oxidante bastante forte, podendo destruir muitas moléculas, até mesmo os corantes. Por sua vez, o íon hipoclorito pode se decompor formando cloreto (Cl⁻) e em uma forma bastante reativa de oxigênio (O₂), de acordo com a reação 23. Assim, o íon hipoclorito, o gás cloro e o oxigênio são responsáveis pelo branqueamento de tecidos, pois eles podem atacar as ligações químicas em um componente tingido, podendo destruir o cromóforo (parte de uma molécula responsável pela cor) (MAY, 2011).



A ação bactericida ocorre devido ao hipoclorito de sódio, pois quando se utiliza água sanitária em um meio ela tem a capacidade de eliminar com enorme eficiência os micro-organismos presente (ANHEMBI, 2014).

O hipoclorito de sódio quando reage com os micro-organismos, ele tem a capacidade de atacar às proteínas das células causando a agregação, levando a morte a célula do micro-organismo, ou ele pode fazer com que as membrana das células do micro-organismo sofram rupturas (MAY, 2011). Visando o poder bactericida, a água sanitária é utilizada para fazer a higienização de banheiros, de hospitais, é utilizada também para limpeza de alimentos (frutas e vegetais), na desinfecção de água de poços ou de rios entre outros.

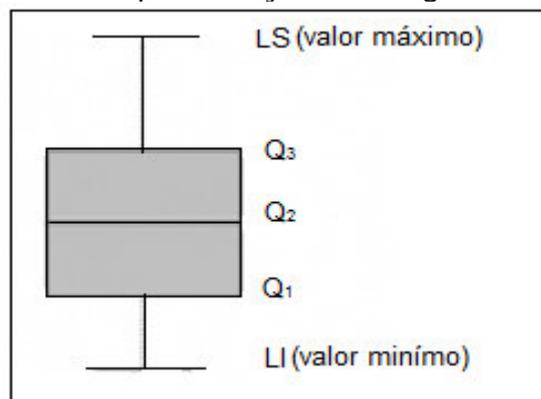
O poder desodorizante da água sanitária ocorre em ambientes onde existe decomposição de matéria orgânica, pois a presença do íon hipoclorito elimina odores.

3.9 Tratamento estatístico dos resultados

Para o tratamento estatístico dos resultados para o pH e cloro ativo, será usados gráficos tipo boxplot, que mostram a variabilidade dos resultados.

O boxplot ou diagrama de caixa é um gráfico utilizado para avaliar a distribuição empírica dos dados. O boxplot é formado pelo primeiro e terceiro quartil, por uma mediana e por um valor mínimo e máximo. As hastes inferiores e superiores se estendem, respectivamente, do quartil inferior até o menor valor não inferior ao limite inferior e do quartil superior até o maior valor não superior ao limite superior. A figura abaixo mostra a representação de um gráfico boxplot (FARIAS, 2009).

Figura 5 – Representação de um gráfico boxplot



Fonte: a autora

Os limites são calculados da forma abaixo nas equações 24 e 25.

a) Limite inferior:

$$\text{Max} \{ \min(\text{dados}); Q_1 - 1,5(Q_3 - Q_1) \} \quad (24)$$

b) Limite superior:

$$\text{Min} \{ \max(\text{dados}); Q_3 + 1,5(Q_3 - Q_1) \} \quad (25)$$

Para este caso, os pontos fora destes limites são considerados valores discrepantes (outliers) e são denotados por asterisco (*).

O boxplot pode ainda ser utilizado para uma comparação visual entre dois ou mais grupos. Por exemplo, duas ou mais caixas são colocadas lado a lado e se compara a variabilidade entre elas, a mediana e assim por diante. Outro ponto

importante é a diferença entre os quartis ($Q_3 - Q_1$) que é uma medida da variabilidade dos dados (FARIAS, 2009).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização do trabalho, foram selecionadas oito amostras de águas sanitárias de diferentes marcas, estas foram adquiridas em supermercados e são mostradas na figura 6 abaixo.

Figura 6 – Amostras de água sanitárias



Fonte: a autora

Para as determinações do pH e teor de cloro ativo foram seguidos os procedimentos descritos nas Normas ABNT (NBR 7353:2014 e NBR 9425:2005), respectivamente.

4.1 Determinação do pH

A medida do pH foi realizada em pHmetro da marca Logen (figura 7), calibrado com as soluções tampões pH 4,00 e pH 7,00, seguindo-se as orientações do manual do fabricante.

Figura 7 – Equipamento pHmetro marca Logen



Fonte: a autora

O eletrodo do pHmetro foi imerso em uma quantidade de cada amostra individualmente, colocada em um béquer de 100 ml e anotada a leitura do valor visualizada no leitor do equipamento.

Para cada nova leitura de uma amostra, o eletrodo era lavado com água destilada e seco com papel absorvente apropriado.

Figura 8 – Medição do pH



Fonte: a autora

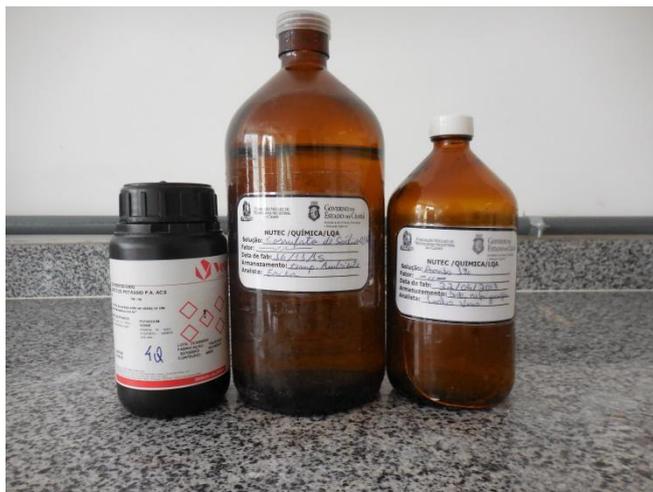
4.2 Determinação do teor de cloro ativo (%)

A determinação do teor de cloro ativo foi realizada através da titulação das amostras de águas sanitárias com a solução padronizada de tiosulfato de sódio $0,1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, baseada na reação de oxi-redução-iodométrica.

4.2.1 Preparação das soluções

As soluções de tiosulfato de sódio $0,1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, amido 0,5% e iodeto de potássio (KI) 5% (figura 8) foram preparadas, dissolvendo-se os reagentes da marca Vetec em água milliQ.

Figura 9 – Soluções de tiosulfato de sódio, iodeto de potássio e amido.



Fonte: a autora

4.2.1.1 Solução padronizada de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{O}_2\text{S}_3$) $0,1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

A solução de tiosulfato de sódio $0,1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ foi preparada dissolvendo-se 24,9 g de tiosulfato de sódio hidratado puro e 0,2 g de carbonato de sódio anidro em 1 litro de água previamente fervida, depois se deixou decantar durante 24 horas e a padronizou.

4.2.1.2 Solução de iodeto de potássio (KI) 5%

A solução de iodeto de potássio 5% foi preparada dissolvendo-se 25 g de iodeto de potássio (KI) p.a. em 500 mL de água destilada.

4.2.1.3 Solução de amido $[(C_5H_{10}O_5)_n]$ 0,5%

A solução de amido 0,5% foi preparada dissolvendo-se 0,5 g de amido $[(C_5H_{10}O_5)_n]$ p.a. em 100 mL de água destilada fervente. Depois foi homogeneizada e deixou-se esfriar.

4.2.2 Princípio do método

A amostra de água sanitária é adicionada a uma solução de iodeto de potássio que após acidificação libera iodo (equação 26). O iodo desloca o cloro ativo presente na solução na proporção de 1 mol para 1 mol. Por fim o iodo liberado é titulado com uma solução padronizada de tiosulfato de sódio (equação 27), mas como ele reage quantitativamente com o tiosulfato, sua concentração é facilmente determinada, sendo que o amido é utilizado como indicador do ponto final da titulação. Contudo, ele só será adicionado quando a concentração de iodo na amostra diminuir. Quando isso acontecer a amostra passará de uma cor vermelho-marrom para amarela, próximo do final da reação, que estará completa quando a solução estiver totalmente incolor.



4.2.3 Procedimento

a) Pesou-se cerca de $5,0 \text{ g} \pm 0,5 \text{ g}$ da amostra de água sanitária em um balão volumétrico de 100 mL e anotou-se a massa (M), em seguida o balão volumétrico foi avolumado com água destilada;

Figura 10 – Pesagem da amostra



Fonte: a autora

Figura 11 – Amostra com água destilada



Fonte: a autora

b) A um frasco erlenmeyer de 250 mL, adicionou-se 30 mL de solução de iodeto de potássio 5%;

Figura 12 – Erlenmeyer com iodeto de potássio



Fonte: a autora

c) Transferiram-se 10 mL da solução do balão volumétrico de 100 mL para o frasco erlenmeyer de 250 mL;

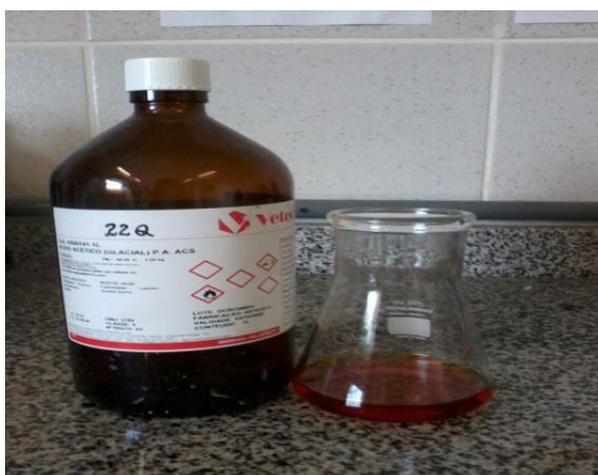
Figura 13 – Amostra com iodeto de potássio



Fonte: a autora

d) Adicionaram-se 10 mL de ácido acético glacial (CH_3COOH) p.a. e iniciou-se a titulação com a solução padronizada de tiosulfato de sódio $0,1\text{mol.L}^{-1}$ até que solução adquirisse coloração amarela clara;

Figura 14 – Amostra com Ácido Acético Glacial **Figura 15** – Titulação com Tiosulfato de Sódio



Fonte: a autora



Fonte: a autora

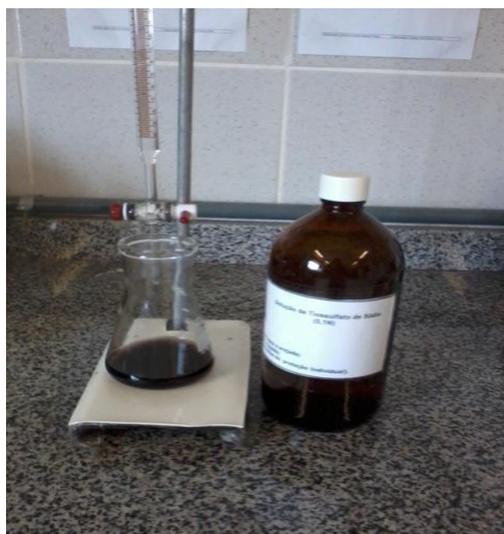
Figura 16 – Pausa da titulação

Fonte: a autora

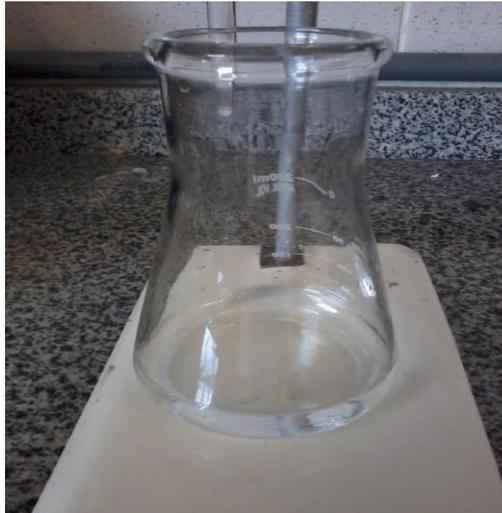
e) Adicionou-se 1,0 mL de solução de amido 5% e continuou-se a titulação até o desaparecimento da cor azul. Anotou-se o volume gasto na titulação.

Figura 17 – Amostra com amido

Fonte: a autora

Figura 18 – Recomeço da titulação com tiosulfato de sódio

Fonte: a autora

Figura19 – Fim da titulação

Fonte: a autora

4.2.4 Cálculo

O teor de cloro ativo (% p/p) nas amostras de águas sanitárias foi calculado de acordo com a norma ABNT (NBR 9425:2005), segundo a equação 28 abaixo.

Equação 28 – Cálculo de teor de cloro ativo.

$$\% \text{ Cloro ativo} = \frac{V \text{ C (mol/L)} 35,45}{M} \times \frac{100}{10} \times \frac{100}{1000} \quad (28)$$

Onde:

V = volume (mL) de tiosulfato de sódio 0,1 mol.L⁻¹ gasto na titulação;

C = concentração real da solução de tiosulfato de sódio 0,1 mol. L⁻¹;

M = massa da amostra em gramas;

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises para a leitura do parâmetro pH foram feita três vezes, obtendo-se assim três resultados para uma mesma amostra. Depois se calculou a média aritmética e o desvio padrão para cada amostra.

As médias aritméticas e os desvios padrões do pH à 25°C estão na tabela abaixo.

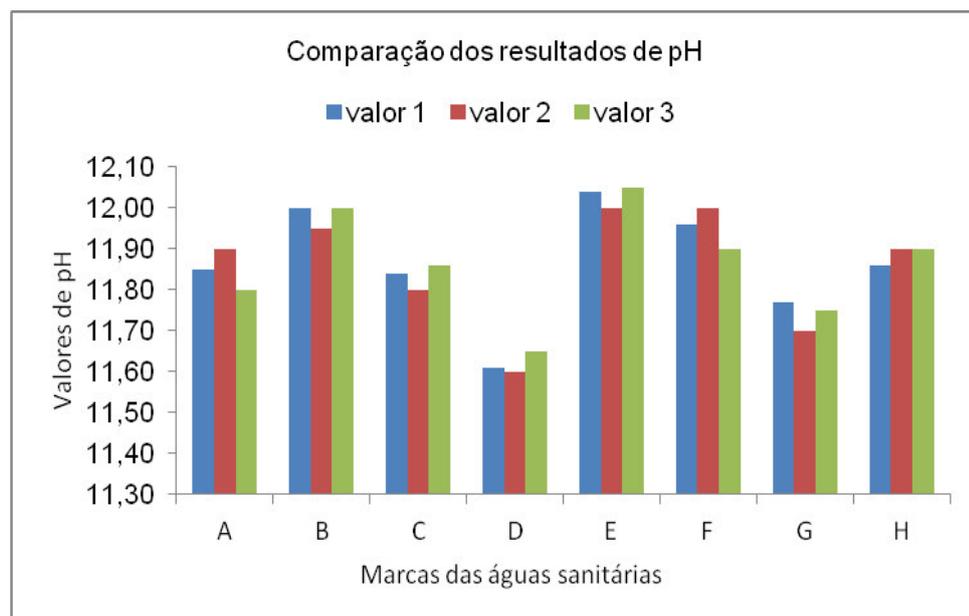
Tabela 2 – Resultados do pH à 25°C

AMOSTRAS	RESULTADOS MÉDIOS	DESVIO PADRÃO
A	11,85	0,050
B	11,98	0,029
C	11,83	0,031
D	11,62	0,026
E	12,03	0,026
F	11,95	0,050
G	11,74	0,036
H	11,89	0,023
ANVISA	pH(Ref. máx.13,5)	-

Fonte: a autora

A tabela 2 mostra a média dos resultados para o pH. Então com intuito de visualizar essas médias de um modo mais organizado foi construído um gráfico, conforme a figura 20, para ilustrar o valor individual do resultado da leitura do potencial hidrogênico, para cada amostra analisada.

Figura 20 - Ilustra a comparação entre os resultados do pH



Fonte: a autora

De acordo com a tabela 2 e a ilustração da figura 20, pode-se observar que os resultados de pH são semelhantes para as oito amostras de águas sanitárias analisadas, sendo o menor valor para a água sanitária da marca D e o maior valor para a água sanitária E. Isto pode ser explicado pelo comportamento do cloro em função do pH.

O cloro na água apresenta-se em duas formas, ácido hipocloroso (HClO) e o íon hipoclorito (ClO⁻) conforme a reação 29, dependendo disso dos valores de pH e tempo de reação. Em valores de pH ≥ 10 a reação HClO/OCl⁻, é 100% do íon hipoclorito. Então como todas as leituras de pH das amostras analisadas apresentaram resultado maior que dez, pode se concluir que o cloro na água sanitária apresenta-se na forma de hipoclorito.



Para a determinação do cloro ativo foram feitas titulações em duplicatas, três vezes para a mesma amostra, e de cada duplicata foi calculada a média dos volumes gastos na titulação. Esse volume médio da titulação foi utilizado para o cálculo do teor de cloro ativo. Ou seja, cada amostra obteve três resultados. Assim desses resultados foi calculada a média aritmética e o desvio padrão para cada amostra.

As médias aritméticas e os desvios padrões do teor de cloro ativo estão na tabela abaixo.

Tabela 3 – Resultados do teor de cloro ativo (%m/m)

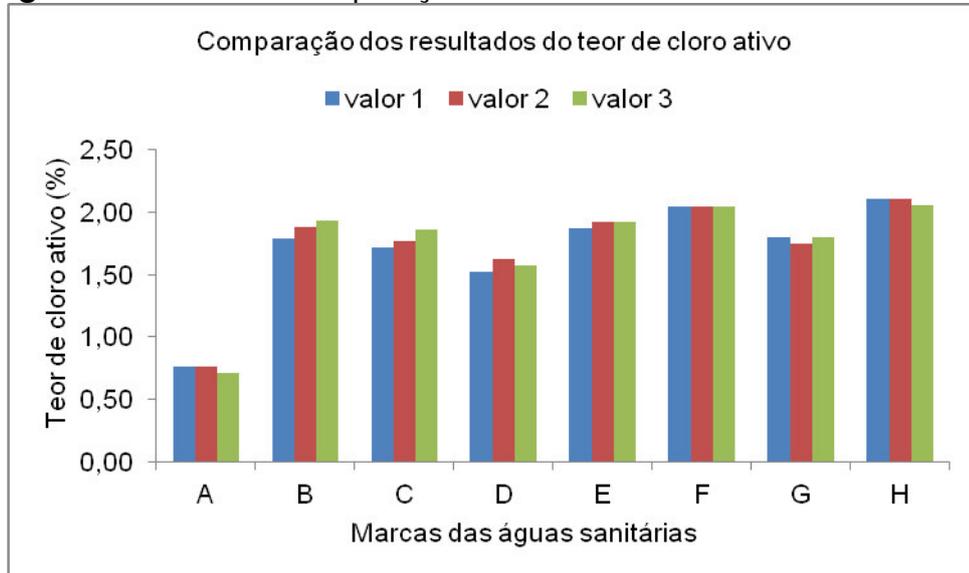
AMOSTRAS	RESULTADOS MÉDIOS	DESVIO PADRÃO
A	0,74	0,029
B	1,87	0,071
C	1,78	0,071
D	1,57	0,050
E	1,90	0,029
F	2,04	0,000
G	1,78	0,029
H	2,09	0,029
ANVISA	2,0 – 2,5	*

Fonte: a autora

A tabela 3 mostra a média dos resultados para o valor do teor de cloro ativo. Então com intuito de visualizar essas médias de um modo mais organizado foi

construído um gráfico, conforme a figura 21, para ilustrar o valor individual do resultado do teor de cloro ativo em porcentagem, para cada amostra analisada.

Figura 21 – Ilustra a comparação dos resultados do teor de cloro ativo



.. **Fonte:** a autora

De acordo com a tabela 3 e a ilustração da figura 21, os resultados são variáveis, sendo que o menor teor de cloro ativo foi obtido para a marca de água sanitária A e o maior teor de cloro ativo foi obtido para a marca de água sanitária H.

Comparando-se os resultados obtidos com a faixa de valor de 2,0 a 2,5% p/p para o teor de cloro ativo estabelecido pela legislação ANVISA, observar-se que as águas sanitárias A, B, C, D, E e G não estão em conformidade, visto que apresentam menos cloro ativo do que o definido pela legislação. Então o produto líquido relacionado a essas amostras não será eficiente.

O teor de cloro ativo na água sanitária pode ser explicado pela presença do hipoclorito de sódio (NaClO), pois ele é o responsável por todas as ações peculiar do produto líquido.

As tabelas 2 e 3 também mostra o desvio padrão calculado para cada média aritmética dos valores de pH e cloro ativo.

O desvio padrão foi calculado pela equação 30.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad (30)$$

Onde temos: s = desvio-padrão;

X_i = Valores experimentais das amostras;

\bar{x} = valor médio das amostras;

N = nº de amostras.

Tanto para o pH quanto para o teor de cloro ativo os desvios padrões calculados foram valores bem pequenos, isso indica que não houve uma dispersão grande dos resultados, então o método utilizado por cada parâmetro foi preciso.

5.1 Gráfico do tipo boxplot para o tratamento estatístico dos resultados

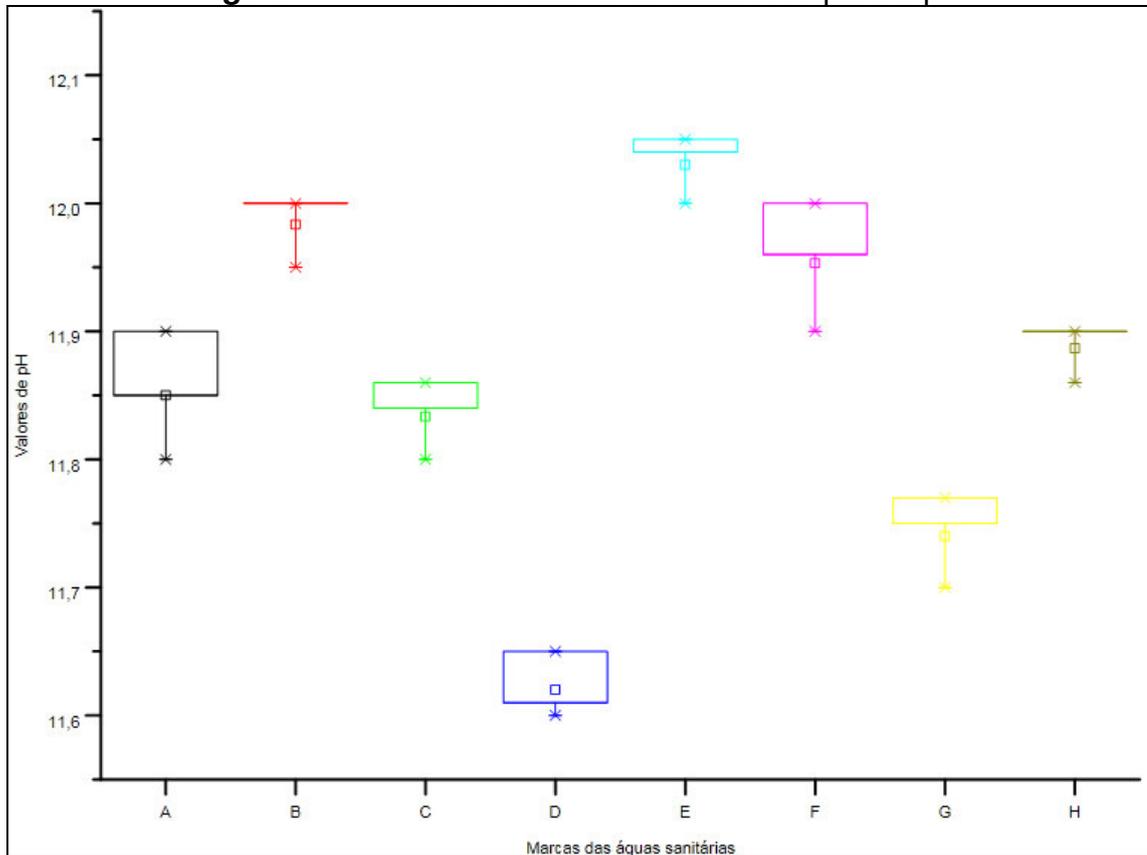
Para o tratamento estatístico dos resultados obtidos para pH e cloro ativo, foram usados gráficos do tipo boxplot, que mostram a variabilidade dos resultados.

Por meio desse tipo de gráfico, pode-se comparar a variabilidade dos resultados nas amostras individualmente, assim como também comparar a variabilidade dos resultados entre as oito diferentes marcas.

As figuras 22 e 23 a seguir apresentam o tratamento estatístico para os resultados de pH e cloro ativo. Os gráficos foram construídos pelo programa Origin.

A figura 22 abaixo mostra a variabilidade dos resultados de pH nas marcas de águas sanitárias.

Figura 22 – Mostra o tratamento estatístico para o pH

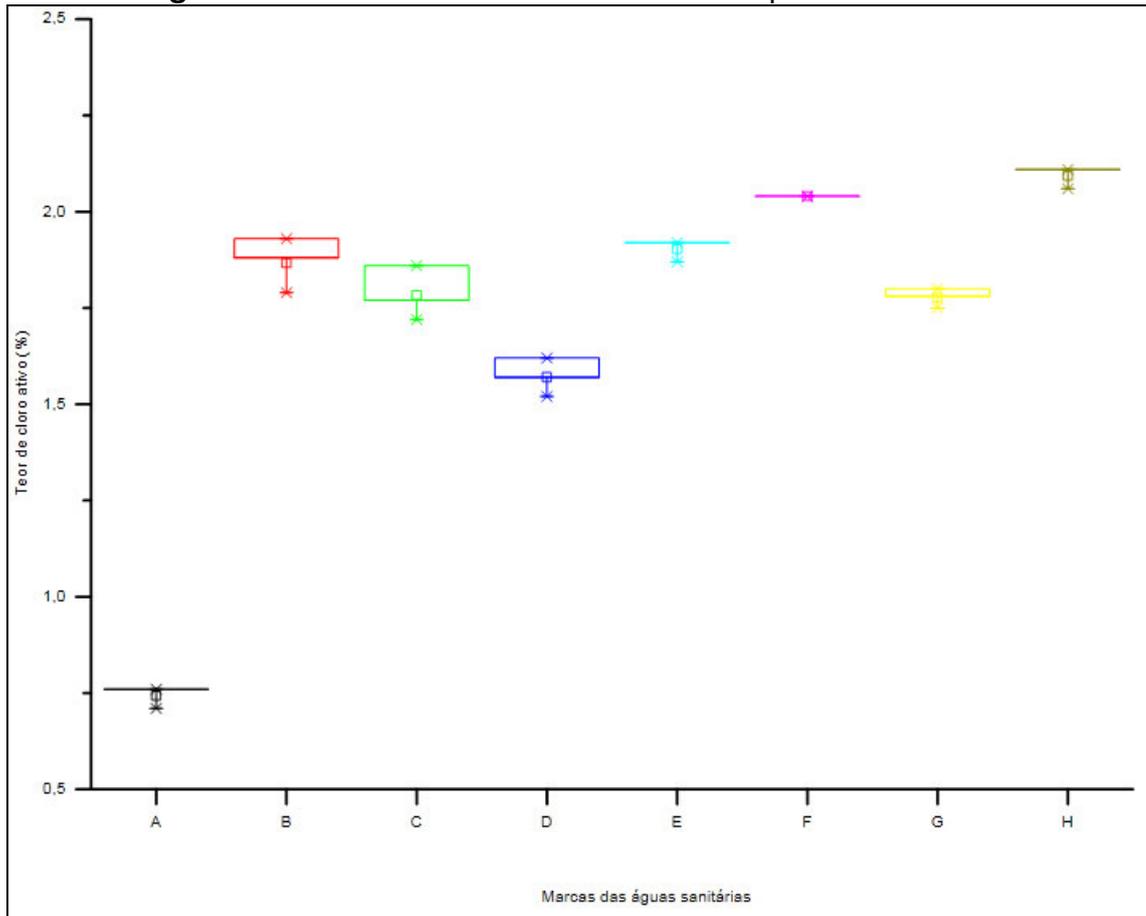


Fonte: a autora

A observação do gráfico boxplot (figura 22) para o parâmetro pH levando em consideração à análise das oito marcas de água sanitária, foi possível perceber que todas as amostras do produto líquido apresentam pequena variabilidade do resultado do pH, pois as caixas apresentam pequenos comprimentos, então os resultados são confiáveis, pois não aparecem de maneira dispersa.

Nesse mesmo gráfico, também, foi analisada a comparação entre as marcas, assim foi possível perceber que a amostra D possui a menor medida do pH, enquanto a E tem a maior medida.

A figura 23 mostra a variabilidade para os resultados de cloro ativo nas marcas de águas sanitárias.

Figura 23 – Mostra o tratamento estatístico para o cloro ativo

Fonte: a autora

O estudo do gráfico do tipo boxplot (figura 23) para o teor de cloro ativo, levando em consideração a análise das oito marcas de água sanitária, mostra que a dispersão dos resultados é pequena, visto que os retângulos (as caixas) não apresentam comprimentos longos. Assim o primeiro e o terceiro quartil, como também os limites inferior e superior, estão bem próximos da mediana, indicando que os resultados obtidos para o parâmetro cloro ativo dessas amostras, individualmente, apresentaram pouca variabilidade. Portanto os resultados são confiáveis, pois não estão dispersos.

Analisando o mesmo gráfico, porém fazendo uma comparação entre as marcas, percebeu-se que a marca de água sanitária A tem o menor teor de cloro ativo, uma vez que está bem abaixo das outras marcas representadas no gráfico, enquanto a amostra H apresenta o maior teor de cloro ativo. Também foi possível analisar que com exceção da amostra A, as demais marcas mostraram valores de cloro ativo próximo.

6 CONCLUSÃO

Conforme o resultado das análises é possível concluir que 75% das amostras não estão em conformidade na avaliação do teor de cloro ativo. Essa porcentagem é representada pelas marcas A, B, C, D, E e G. Já em relação ao potencial hidrogênico (pH) todas as marcas estão em conformidade.

Assim levando em consideração a legislação vigente, representada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), podemos concluir que somente as marcas F e H estão em conformidade tanto na avaliação do teor de cloro ativo como na avaliação do pH. Enquanto as amostras A, B, C, D, E e G não estão em conformidade com a legislação.

REFERÊNCIAS

ANHEMBI. **Manual das águas sanitárias**. 2014. Disponível em: <<http://www.tratamentodeagua.com.br/novo-portal/biblioteca/manual-das-aguas-sanitarias/#.VjIHTNKrThk>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7353. **Soluções aquosas - Determinação do pH com eletrodos de vidro** Rio de Janeiro, 2014.

_____. NBR 9425. **Solução de hipoclorito de sódio comercial - determinação do teor de Cloro ativo pelo método volumétrico**. Rio de Janeiro, 2005.

BACCAN,N; *et al.* **Química analítica quantitativa elementar**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).. Resolução – RDC55/2009A. Dispõe sobre Regulamento Técnico para Produtos Saneantes Categorizados como Água Sanitária e Alvejantes à Base de Hipoclorito de Sódio ou Hipoclorito de Cálcio e dáoutras providências. **D.O.U - Diário Oficial da União**. Brasília, 13 nov. 2009. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9cdb1f804ba03dadb97cbbaf8fded4db/RDC+55_2009.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 30 ago. 2015.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **O que é água sanitária**. Brasília, 2009B. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Saneantes/Assunto+de+Interesse/Tipos+de+Produto/Agua+Sanitaria>>. Acesso em: 05 ago. 2015.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Portaria nº89** de 25 de agosto de 1994. Brasília, 1994. Disponível em: < <http://www.aguaseaguas.com.br/images/stories/pdflegislacaonovas/002.pdf> >. Acesso em: 09 ago. 2015.

_____. Associação Brasileira de Indústrias de Produtos de Limpezas e Afins (ABIPLA). 2002. **Cloro, hipoclorito de Sódio ou água sanitária?** Disponível em: <www.abipla.org.br/cloro.doc> Acesso em: 20 de agosto de 2015.

FARIAS, Ana Maria Lima de, **O boxplot**. Niterói: UFF, 2009. Disponível em: <<http://www.uff.br/cdme/conheceboxplot/conheceboxplot-html/boxplot.pdf>>. Acesso em: 06. set. 2015.

FOGAÇA, Jennifer. **Composição química da água sanitária. 2015.** Disponível em: <<http://www.alunosonline.com.br/quimica/composicao-quimica-agua-sanitaria.html>>. Acesso em: 07 ago. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA (INMETRO). 2012. **Água Sanitária, Desinfetante e Detergente.** Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/agua_sanitaria.asp>. Acesso em: 05 set. 2015.

LEE, J. D. **Química inorgânica não tão concisa.** 5. ed. São Paulo: Blucher, 1999.

LUCCA, Lourenço. **Controle de qualidade do hipoclorito de sódio no processo de produção.** Florianópolis, Dezembro de 2006.

MACEDO, J. A. B. O processo de desinfecção pelo uso de derivados clorados em função do pH e a portaria 518/2004 do ministério da saúde. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA. 2004, 44. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2004. Disponível em < <http://www.jorgemacedo.pro.br/cbq%202004%20acao%20bactericida%20dos%20derivados%20clorados.pdf>>. Acesso em 18 de agosto de 2015.

MAY, Paul. **Hipoclorito de sódio.** Disponível em: <<http://www.chm.bris.ac.uk/motm/bleach/bleachh.htm>>. Acesso em: 07 ago. 2015.

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Caderno de Saúde Pública.** Rio de Janeiro, v.10 n. 1, jan./mar 1994.

POHLING, R. **Reações químicas na análise de água.** Fortaleza: Arte Visual, 2009.

SALAMI, Fernanda Helena. **Determinação espectrofotométrica de hipoclorito em alvejantes e cloro em águas de abastecimento empregando sistema em fluxo por multicomutação e células convencional e de longo caminho óptico.** São Carlos: São Paulo, 2008.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS - SBRT. 2013 **Técnicas de fabricação de água sanitária:** Informar se é possível fabricar água sanitária a partir de hipoclorito de cálcio. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/acessoRT/4611>>. Acesso em: 02 set. 2015.

SKOOG, D.A; *et al.* **Fundamentos de química analítica.** 8. ed. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2007.

VIEGA, Sara. **Água sanitária – o que é e como é feita.** Disponível em: <<http://casa.umcomo.com.br/articulo/agua-sanitaria-o-que-e-e-como-e-feita-2249.html>>. Acesso em: 05 ago. 2015.

VOGEL; *et al.* **Análise química quantitativa.** 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.