



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE LICENCIATURAS INTERDISCIPLINARES
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS/QUÍMICA

LEONARDO CARVALHO DA SILVA

IDENTIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO TEOR DE HIPOCLORITO DE SÓDIO EM
ÁGUAS SANITÁRIAS COMERCIALIZADAS EM SANTA QUITÉRIA DO
MARANHÃO

São Bernardo

2021

LEONARDO CARVALHO DA SILVA

**IDENTIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO TEOR DE HIPOCLORITO DE SÓDIO EM
ÁGUAS SANITÁRIAS COMERCIALIZADAS EM SANTA QUITÉRIA DO
MARANHÃO**

São Bernardo

2021

LEONARDO CARVALHO DA SILVA

**IDENTIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO TEOR DE HIPOCLORITO DE SÓDIO EM
AGUAS SANITÁRIAS COMERCIALIZADAS EM SANTA QUITÉRIA DO
MARANHÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Naturais da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial da obtenção do título de licenciado em Ciências Naturais com habilitação em Química.

Orientador: Profº. Dr. André da Silva Freires

São Bernardo

2021

Ficha Catalográfica

Carvalho da Silva, Leonardo.

IDENTIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO TEOR DE HIPOCLORITO DE SÓDIO EM ÁGUAS SANITÁRIAS COMERCIALIZADAS EM SANTA QUITÉRIA DO MARANHÃO / Leonardo Carvalho da Silva. - 2021.

1 f.

Orientador(a): Prof. Dr. André da Silva Freires.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Naturais - Química, Universidade Federal do Maranhão, Universidade Federeal do Maranhão, 2021.

1. Água Sanitária. 2. Hipoclorito de Sódio. 3. Legislação. 4. Qualidade. 5. Saneantes. I. da Silva Freires, Prof. Dr. André. II. Título.

LEONARDO CARVALHO DA SILVA

IDENTIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO DO TEOR DE HIPOCLORITO DE SÓDIO EM
AGUAS SANITÁRIAS COMERCIALIZADAS EM SANTA QUITÉRIA DO
MARANHÃO

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Naturais da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial da obtenção do título de licenciado em Ciências Naturais com habilitação em Química.

Orientador: Profº. Dr. André da Silva Freires

APROVADO EM: 27/09/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André da Silva Freires
Orientador

Prof. Dr. Thiago Targino Gurgel

Profª. Dra. Rosa Maria Pimentel Cantanhêde

São Bernardo
2021

Dedico esta monografia aos meus pais, aos meus avós, amigos, colegas de curso e professores que contribuíram e me auxiliaram de forma direta e indireta no processo de construção deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me fortalecer durante toda esta jornada acadêmica árdua e cheia de obstáculos. Por me tornar possível realizar esse tão esperado sonho de formação acadêmica de nível superior. Por me ter abençoado e incentivado, a nunca desistir durante todo o percurso e sim seguir em frente com fé e perseverança apesar de tantas dificuldades de várias naturezas.

Aos meus pais que sempre me apoiaram, me incentivaram e me educaram diante de diversas dificuldades da vida, mas mesmo diante delas me ensinaram princípios e valores muito importantes e fundamentais para a vida.

Aos meus avós que sempre estiveram me apoiando e me incentivando a continuar, pois para eles era muito importante concluir esta graduação que nem de longe eles tiveram oportunidades como estou tendo.

Aos meus irmãos que sempre me deram incentivo para continuar em frente mesmo em frente à tantas dificuldades e empecilhos.

Aos meus colegas de faculdade que durante o processo de graduação sempre estiveram presente, me ajudaram e compartilham conhecimento em sala de aula, incentivaram e me apoiaram no processo de aprendizagem.

Aos meus amigos que acreditaram que no meu potencial e me encorajaram a nunca desistir, mas sim persistir na minha conquista dos meus objetivos de vida.

Aos meus professores de sala de aula que estiveram sempre trabalhando arduamente para ensinar e transmitir seus conhecimentos de forma íntegra durante esse período de formação.

Ao meu orientador de trabalho de conclusão de curso Professor Dr. André da Silva Freires que me orientou de forma íntegra e pontual durante toda a construção desta monografia.

À instituição UFMA do campus de São Bernardo pela oportunidade que facilitou para que este processo se tornasse possível.

Agradeço a cada uma das pessoas que acreditaram em mim, agradeço pelo carinho, pela confiança e admiração, gratidão a todos vocês.

*“Conhecimento não é aquilo que você sabe, mas o
que você faz com aquilo que você sabe”.*

(Aldous Huxley)

RESUMO

Em meio a detecção de qualidade dos produtos saneantes utilizados pela população esta pesquisa objetiva avaliar a qualidade de amostras de águas sanitárias, verificando o percentual de hipoclorito de sódio em cada amostra, investigando se os respectivos fabricantes obedecem às regras da legislação vigente. Os parâmetros analisados foram o teor de hipoclorito de sódio nas águas sanitárias e o pH (potencial hidrogênio). A determinação do teor de hipoclorito de sódio foi feita através da técnica de titulometria iodométrica, no qual se utilizou como titulante o tiosulfato de sódio a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, no qual cinco amostras foram analisadas por meio da técnica de titulação. Enquanto para determinação do Ph foi utilizado como indicador o papel tornassol no qual todas as amostras apresentaram um pH satisfatório. Ressaltando que enquanto ao teor de hipoclorito de sódio das cinco amostras analisadas por meio da técnica de titulação apenas uma das amostras estava abaixo no que diz respeito aos padrões exigidos pela Legislação Vigente da Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

PALAVRAS-CHAVE: Saneantes. Água sanitária. Qualidade. Hipoclorito de sódio. Legislação.

ABSTRACT

In the midst of the detection of quality of the sanitising products used by the population, this research aims to evaluate the quality of sanitary water samples, verifying the percentage of sodium hypochlorite in each sample, investigating whether the respective manufacturers comply with the rules of the current legislation. The parameters analyzed were sodium hypochlorite content in sanitary waters and pH (hydrogeynic potential). The sodium hypochlorite content was determined using the iodometric titulometry technique, in which the sodium tiosulfate at 0.1 mol L⁻¹ was used as titrator, in which five samples were analyzed using the titration technique. While for pH determination, the serosol paper was used as an indicator in which all samples presented a satisfactory pH. Emphasizing that while the sodium hypochlorite content of the five samples analyzed by means of titration technology only one of the samples was below with respect to the standards required by the Current Legislation of the National Health Surveillance Agency.

Keywords: Sanitizing. Sanitarywater. Quality. Sodiumhypochlorite. Legislation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Água sanitária líquida de cor levemente amarelada

FIGURA 2 – Representação da técnica de titulação

FIGURA 3 – Formação do Iodo Molecular

FIGURA 4 – Amostra com a coloração amarelo claro

FIGURA 5 – Amostra com a coloração vermelho-marrom

FIGURA 6 – Amostra com a coloração incolor

FIGURA 7 – Gráfico dos valores individuais das amostras analisadas

FIGURA 8 – Gráfico do estudo da decomposição do teor de hipoclorito com tempo

FIGURA 9 – Determinação do valor do pH das amostras com papel tornassol

FIGURA 10 – Escala de cores que determina o nível do pH de 1 a 14

TABELA 1 – Massas das amostras de águas sanitárias e volumes gastos de tiosulfato de sódio na titulação.

TABELA 2 – Teor de hipoclorito de sódio em águas sanitárias, comercializadas em Santa Quitéria do Maranhão.

LISTA SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

NaCLO – Hipoclorito de Sódio

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

PH – Potencial Hidrogeiônico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
Cloro: Breve histórico	17
Água Sanitária: definição	17
Hipoclorito de Sódio em águas sanitárias	19
Características/Propriedades da ação de soluções do NaClO	20
Regulamento das rotulagens para a comercialização de águas sanitárias	21
3 OBJETIVOS	23
Geral	23
Específicos	23
4 METODOLOGIA	23
Determinação do pH	23
Determinação do teor de hipoclorito	24
Preparo das soluções	24
Solução padronizada de tiosulfato de sódio $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,1 mol L ⁻¹	24
Solução de iodeto de potássio (KI)	25
Solução de amido $[(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5)_n]$ 0,5 %	25
Procedimento	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Atualmente no mercado de produtos destinados a limpeza existem uma extensa variedade de saneantes que se fazem presentes em diversos tipos de estabelecimentos como casas, hospitais, clínicas, lojas, supermercados, entre outros. Esses gêneros normalmente são soluções originadas por vários compostos, que em combinação atuam em diferentes finalidades, na maioria das vezes destinados a desinfecção e sanitização de objetos, ambientes e pisos, objetivando uma limpeza precisa destes locais, além do uso na assepsia de hortifrutícolas e piscinas.

Dentre o grupo dos saneantes pode-se destacar a água sanitária, que segundo, a norma da Resolução - RDC nº110, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, é uma solução aquosa à base de hipoclorito de sódio ou cálcio com teor de cloro ativo entre 2 % a 2,5 % p/p, com prazo de validade de seis meses.

No Brasil, a água sanitária é um produto muito utilizado, independente da classe social, porém só pode ser legalmente comercializada com o registro da ANVISA, que realiza periodicamente fiscalizações com o objetivo de verificar se as empresas estão obedecendo às regras de fabricação.

O Hipoclorito de Sódio, componente determinante na água sanitária, se constitui em um produto obtido pela fluidificação de hipoclorito de sódio em água, sendo empregado em diversos procedimentos de desinfecção e esterilização. Costumando também ser adotado em preparos químicos cirúrgicos, tratamentos endodônticos, tratamento de efluentes domésticos ou industriais, em águas de piscinas, na desinfecção doméstica e hospitalar e, principalmente, no tratamento de água destinada ao consumo urbano. Paralelamente, outra importante aplicação do NaClO atualmente, vem sendo em concentração a 12%, no combate à covid-19.

Salienta-se ainda, que esse composto químico por ser um excelente agente de desinfecção, torna-se capaz de eliminar toda e qualquer forma vegetativa de microrganismos, vírus lipídicos e não lipídicos, fungos e uma parte dos esporos bacterianos (UNIFESP, 2020). Normalmente comercializados em concentrações referentes a 0,1%, 2%, 5% e 12%, no que se refere ao emprego deste saneante por meio da utilização de águas sanitárias, GARCIA (2014), retrata que a “utilização da água sanitária se torna vantajosa, pois além de ser de fácil acesso, e preço baixo, se enquadra nos requisitos necessários para obtenção de uma boa ação

antimicrobiana e alvejante, já que apresenta rápida atividade, corroborando na limpeza doméstica, e de alimentos, etc”. No entanto, deve-se destacar que o hipoclorito de sódio ao entrar em contato com a água, passa por uma reação de hidrólise, ocasionando assim a formação de ácido hipocloroso, liberando oxigênio reativo, precipuamente todos os cuidados em relação ao manuseio devem ser levados em consideração, principalmente quando utilizado em grandes concentrações.

No tocante aos saneantes, especificamente as águas sanitárias, no Brasil vem ocorrendo frequentemente a falsificação e adulteração deste produto de limpeza, muitas vezes autuados em laboratórios clandestinos, sendo efetuado o aproveitamento das embalagens vazias de marcas já conhecidas no mercado, transcorrendo o preenchimento com diversos produtos químicos e concentrações de água equivalentes de 80 a 90% em sua composição (Polícia Civil – Pará, 2019). O que conseqüentemente dará origem a produtos ineficazes, e que possivelmente venham ocasionar danos financeiros, e na saúde dos consumidores.

Apesar de ser ilícita, se destacar como um crime e existirem leis específicas que objetivem a censura desse tipo de remanufaturamento, isso tem se tornado constante no Brasil. Perante a isto é importante ressaltar que o teor de cloro ativo específica a quantia de hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio presente na água sanitária, caso a quantidade apresentada seja inferior ou superior ao estipulado pela lei, acarreta prejuízo para os consumidores. No primeiro caso se o teor de cloro ativo for menor, os consumidores irão consumir apenas água comum. E quando apresentar quantidade mais elevada que o permitido, sucederá em uma porcentagem maior de cloro, que poderá ser liberado em forma de gás podendo ser absorvido pelo corpo humano através da respiração (INMETRO, 2012). Nesse sentido é crucial que o consumidor se atente a compreender a qualidade do produto que está utilizando, principalmente por causa de riscos aos quais ele poderá estar se expondo, sem ter conhecimento.

Concernentemente, ao atentar-se sobre a fiscalização nos parâmetros de qualidade do referente produto, a rotulagem entra como um elemento crucial, pois através destas especificações é possível determinar as qualidades e concentrações dos compostos químicos empregados na fabricação, estipulados pela RDC 338/2005, responsável por regulamentar a rotulagem de produtos saneantes. Apesar disto, para obter uma certeza de que está fazendo uso de um produto que capta às

normas vigentes, os testes analíticos se fazem necessários neste cenário. Pois, ao analisar a composição de águas sanitárias comercializadas em pequenas cidades, especificamente em detectar a concentração de NaClO em tais produtos, é importante decidir qual método analítico irá empregar, dependendo da informação que se deseja alcançar.

Via de regra, costumam serem empregados alguns como a titulação iodométrica, métodos volumétricos, que também são eficientes, onde a concentração desconhecida de uma determinada espécie química é detectada por meio de uma medida de volume, podendo ser classificadas em conformidade a natureza das reações envolvidas: tem-se a volumetria de neutralização, volumetria de precipitação, volumetria de complexação e volumetria de oxirredução (USP, 2007). Outro método eficaz é a titulometria, que se encaixa no conjunto de métodos que são baseados na determinação da quantidade de reagente de concentração que é necessário para reagir completamente com o analito alvo (LIMA, 2018).

Neste trabalho, emprega-se nas análises, a volumetria de oxirredução, por se constituir de um método eficaz e de baixo custo, sendo viável para testes de qualidade, como o aqui descrito. Ao longo do trabalho foram sendo referidas as etapas, e da realização dos testes, objetivando analisar os parâmetros de qualidade de águas sanitárias comercializadas em Santa Quitéria do Maranhão, no que refere a teor de NaClO , especificamente realizando um comparativo com o teor percentual estipulado pela ANVISA, afim de proporcionar informações a população.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Cloro: Breve histórico

O nome cloro vem do grego chlorós: esverdeado, sua descoberta remonta de 1774, quando o farmacêutico sueco Carl William Scheele, a partir da reação de ácido muriático (forma impura de HCL) com dióxido de manganês (MnO_2), resultou em um gás esverdeado, no qual acreditava-se ser um composto contendo oxigênio. Foi então que Lavoisier batizou a substância descoberta de ácido oximuriático. Posteriormente, tentando decompor o determinado composto, em 1809, os químicos Gay-Lussac (Gay-Lussac) e Thénard transpassaram o gás puro e seco por carbono ao rubro, mas a tentativa falhou. Nas palavras de TEIXEIRA (2016), o químico Claude Louis Berthollet de origem francesa, foi o percussor da produção de alvejantes líquidos baseados no hipoclorito de sódio, em 1785. Sendo ele foi artefício da primeira água sanitária conhecida como “licor de Javel”, além disso, ele ainda conseguiu clorar uma solução de hidróxido de sódio formando uma solução de hipoclorito de sódio.

Somente em 1810, que Humphry Davy, químico inglês provou que o tal composto na verdade, se tratava de um elemento químico, e denominando-o de “cloro” devido sua respectiva coloração. Este elemento não é apenas o 11º mais abundante na crosta terrestre, mas também um dos elementos mais ativos da tabela periódica (Wallau e colaboradores, 2015). Após a evolução na descoberta do cloro, por volta do século XIX, a produção desse componente foi ganhando destaque, sendo utilizado como um agente de branqueamento para roupas, papel e desinfetante (DIAS, 2009).

Nas condições ambientais, ele é um gás amarelo esverdeado, tóxico, de forte cheiro, poderoso irritante dos olhos e do sistema respiratório. Industrialmente, o cloro é preparado por vários métodos como, por exemplo, alguns deles: eletrólise de uma solução de cloreto de sódio, eletrólise de NaCl fundido.

Água Sanitária: definição

Soluções contendo hipoclorito de sódio de 2,0% a 2,5% são conhecidas e comercializadas sob o nome de “água sanitária”. Este composto por ser um forte oxidante é usado como agente de branqueamento (alvejante) sendo amplamente

utilizado em limpeza, desinfecção de ambientes e alimentos (como frutas e vegetais) consumidos. (Nerva e Colaboradores, 2010). Podendo apresentar apenas hidróxido de sódio ou de cálcio, cloreto de sódio ou de cálcio e carbonato de sódio ou de cálcio (SANTOS e Colaboradores, 2012). Normalmente apresenta uma “cor levemente amarelada, 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). Na figura 1 é possível denotar a coloração da água sanitária.

Figura 1: Água sanitária líquida de cor levemente amarelada



Fonte: Prepara ENEM, 2021

Brasil (2000) afirma que a água sanitária é um produto é destinado à limpeza, branqueamento e desinfecção em geral de superfícies e tecidos, eliminando germes e bactérias, evitando o aparecimento de doenças nas casas e nos hospitais. “A água sanitária é uma solução aquosa com a finalidade de desinfecção e alvejamento, cujo ativo é o hipoclorito de sódio ou de cálcio, com teor de cloro ativo entre 2,0% e 2,5% p/p (peso por peso).” (BRASIL, 2016)

No Brasil, a água sanitária só pode ser legalmente comercializada caso apresente as devidas características estipuladas e com o registro da ANVISA, que realiza fiscalizações periodicamente, verificando se as empresas realmente estão obedecendo às regras de fabricação (ANVISA, 2011). O “pH da água sanitária situa-se em torno de 11,5 e 13,5. O ácido hipocloroso não existe em pH alto como o da água sanitária pura. Só existe quando o pH está entre 6,5 e 8,5, após diluição da água sanitária, em água. As medidas abaixo servem para água sanitária

com concentração de cloro ativo entre 2% e 2,5%. Procurar na embalagem. Se não estiver escrito, não compre o produto” (SECT, 2020). De acordo com o Brasil (2000) a ação da água sanitária não será eficiente se houver uma quantidade de cloro ativo menor do que a estabelecida pela legislação. Entretanto quando empregada de maneira incorreta pode ocasionar “mais doenças respiratórias como gripe (20% à mais), amigdalite (35% à mais), sinusite, bronquite e pneumonia” (HigiClear, 2021).

Hipoclorito de Sódio em águas sanitárias

O Hipoclorito de Sódio é um composto de ação desinfetante e alvejante, que por meio da combinação do cloro com hidróxido de sódio obtém-se a sua formulação, NaClO. Essa reação gera o hipoclorito, compreendido como um forte agente oxidante capaz de eliminar vírus e bactérias, microrganismos extremamente sensíveis à oxidação (Hygibras, 2020). Atualmente, é possível adquirir esse produto em mercados, mercearias ou farmácia, existindo também a opção de comprimidos domésticos, que costumam ser usados para purificar um litro de água, devem ficar atento ao tipo de hipoclorito de sódio vendido, pois normalmente ser comercializado na forma de sal, solução, utilizado na purificação de caixas d'água, poços e tratamento de piscina (PMVA.gov, 2019).

Para a Associação Brasileira de Normas Técnicas o Hipoclorito de Sódio 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).

Quando se trata do teor das respectivas concentrações destes compostos, a legislação relativa ao teor de hipoclorito de sódio é estabelecida pela ANVISA, dispondo a RDC Nº 321 de 28 de novembro de 2019, que trata a respeito do regulamento técnico para produtos saneantes categorizados como alvejantes à base de hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio. Ainda nesse sentido, o INMETRO destaca que a relação das concentrações no teor de cloro ativo, retratando que quando o teor de cloro ativo é inferior ao regulamentado, os consumidores levam praticamente água comum para casa. Isso se deve principalmente à fácil evaporação do cloro, quando há problemas de vedação das embalagens”

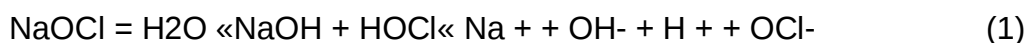
(INMETRO, 2012). Outro fator é, o baixo custo do produto que por vezes ocasiona o aumento do consumo ilegal, prejudicando o consumidor ou colocando em risco a saúde de todos (ANVISA, 2011).

Características/Propriedades da ação de soluções do NaClO

De acordo com FERREIRA e Colaboradores (2016), o hipoclorito, se trata de um composto liberador de cloro ativo que, dependendo da concentração de uso, pode apresentar efeito bactericida, fungicida, virucida e esporocida. Ainda não se conhece totalmente seu mecanismo de ação, porém já se sabe que apresenta um amplo espectro de ação, atua rapidamente, e sendo de baixo custo. Podendo ser utilizado através da fricção ou imersão da superfície que se deseja desinfetar.

Para CÂMARA e Colaboradores (2009), a temperatura do NaOCl exerce importante influência em suas propriedades. Sua ação solvente e antimicrobiana é mais eficaz de acordo com o aumento da temperatura, aumento da concentração devido elevar sua capacidade de dissolução dos tecidos orgânicos. Quanto maior a temperatura, maior tempo de ação, maior atividade solvente consequentemente maior área de contato com tecidos.

Estrela et al. (2002) demonstra em sua pesquisa que o “hipoclorito de sódio exibe um equilíbrio dinâmico, conforme mostrado pela equação (1) da reação abaixo, e quando combinado com água, normalmente origina hidróxido de sódio e ácido hipocloroso”.



De acordo com MORETTI (2017), em solução aquosa o hipoclorito de sódio existe como sódio e íon hipoclorito, conforme mostra a equação (2).



Com isso, “o íon sódio não passa por modificações, mas, o íon hipoclorito pode se manter como está ou reagir, desde que o pH seja baixo o suficiente, para formar o ácido hipocloroso. O íon sódio não sofre alterações, porém o íon hipoclorito pode se manter como está ou reagir, desde que o pH seja baixo o suficiente, para formar o ácido hipocloroso” equação (3).



Ainda em consonância a MORETTI, o “hipoclorito de sódio em solução aquosa irá reagir e produzir os mesmos resultados do cloro elementar em solução aquosa, tanto quanto as concentrações de cloro ativo, temperatura e pH sejam as mesmas. Entretanto, ao contrário do cloro elementar, o hipoclorito de sódio adiciona alcalinidade na solução. Essa condição é muito importante, por exemplo na destruição de cianetos e sulfetos onde condições ácidas podem levar a liberação de gases tóxicos” (MORETTI, 2017). Se tratando de PH, MARTINS (2017) destaca que:

A solução de NaOCl é um composto clorado que apresenta acentuada instabilidade. A eficácia deste irrigante depende do teor de cloro presente, ou seja, da sua concentração. As soluções de NaOCl devem ser armazenadas à temperatura ambiente. Os valores de pH para as soluções de NaOCl variam de 11,48 a 12,29. Essas soluções demonstram ser instáveis quando armazenadas a 37°C, onde se observa uma queda no pH para um valor próximo a 8. O NaOCl não pode entrar em contato com a luz, por isso deve ser armazenado em um frasco de vidro de cor âmbar e em locais isentos de claridade. Quanto mais alta a temperatura do local em que a solução estiver armazenada, maior será a perda do teor de cloro. A solução de NaOCl é um composto clorado que apresenta acentuada instabilidade (MARTINS, 2017).

Nesse sentido denota-se que a solução de NACLO, necessita de cuidados restritos em relação a sua manutenção.

Regulamento das rotulagens para a comercialização de águas sanitárias

Assim como em qualquer produto, além da água sanitária a rotulagem se caracteriza como sendo imprescritível nas embalagens de tais produtos, viabilizando uma compreensão da composição química, e restrições a respeito do manuseio e armazenamento destes manufaturados. Destacando que a produção e comercialização devem-se atentar a regras que necessitam serem cumpridas pelos produtores, comerciantes e varejistas. Em consonância a um texto publicado pela Justiça.Gov (2012), os rótulos destas mercadorias devem conter:

Os dizeres da rotulagem devem ser legíveis, sendo que a cor e o tipo das letras usadas não podem se confundir com o fundo. Palavras em destaque devem ser impressas em negrito e as informações não podem ser apagadas ou rasuradas durante a vigência do prazo de validade. Além disso, o frasco deve ser opaco, de plástico rígido, de difícil ruptura de forma que impeça vazamentos ou eventuais acidentes durante o uso. Além disso são proibidas

nas embalagens de água sanitária: - etiquetas e dados escritos à mão; - inscrição de lote, data de fabricação e validade na tampa do produto; - indicação de: NÃO TÓXICO, SEGURO, INÓCUO, NÃO PREJUDICIAL ou outras indicações similares; - termos superlativos: O MELHOR, TRATAMENTO EXCELENTE, IMCOMPARÁVEL, ou similar (JUSTIÇA.GOV.BR, 2012).

Portanto quem costuma comercializar e utilizar a água sanitária de fato devem estar cientes de que tem de estar informados em relação a estas características, onde devem ser fornecidas aos clientes produtos de qualidade e que não ocasionem danos à saúde. Nesse contexto, o capítulo V, Art.8 da RESOLUÇÃO-RDC Nº 110, DE 6 DE SETEMBRO DE 2016, dispõe também a respeito de informações obrigatórias nos rótulos de águas sanitárias.

Todavia, é importante sempre atentar-se as informações contidas nas embalagens destes produtos, não somente por questões de padronização ou qualidade, mas, pela segurança de utilizar um produto que não afetará a sua saúde, e limpeza de seu ambiente. Por ser um oxidante forte, o alvejante deve ser manuseado com cuidado já que seus produtos de sua oxidação são corrosivos e podem causar queimaduras na pele e nos olhos. Especialmente em altas concentrações (MOREIRA; FORENCIO e ALBUQUERQUE, 2016).

Outro fator relevante no tocante a rotulagem de saneantes é que “devem ser preparados com o objetivo de detalhar as informações sobre o produto, a maneira que este deve ser aplicado/utilizado, bem como a melhor maneira de armazená-lo”. Essas informações são essenciais, pois assim impedem o seu uso indiscriminado, evitando assim possíveis acidentes domésticos. Além disso, fora os “saneantes com rotulagem incompleta ou de baixa qualidade, há produtos que não contém rótulo, situação muito comum em casos de itens clandestinos, que são vendidos, mas que não passam pela avaliação do órgão competente e por isto não possuem autorização do Ministério da Saúde para que sejam fabricados, importados e distribuídos” (VIGNA BRASIL, 2020).

3 OBJETIVOS

Geral

Identificar e validar o teor de hipoclorito de sódio em águas sanitárias comercializadas em supermercados do município de Santa Quitéria do Maranhão - MA.

Específicos

- Realizar análises químicas afim de determinar o teor de hipoclorito de sódio em 5 marcas de água sanitária comercializadas na região.
- Comparar os resultados obtidos com os da legislação vigente.
- Averiguar os valores de pH de cada marca de água sanitária.
- Avaliar a decomposição da concentração do hipoclorito com o tempo.

4 METODOLOGIA

Para realização do presente trabalho, foram escolhidas cinco marcas diferentes de águas sanitárias, que foram identificadas como A1, A2, A3, A4, A5, que foram adquiridas em supermercados da cidade de Santa Quitéria do Maranhão – MA. Sendo devidamente analisadas no laboratório de Química da Universidade Federal do Maranhão no campus São Bernardo, especificamente no período de 30 dias sendo feito em um intervalo de 15 em 15 dias para cada análise realizada. As análises foram realizadas por meio da técnica de titulação de oxi-redução iodométrica, sendo todas em triplicatas.

Determinação do pH

Para determinação do pH foi utilizado como instrumento o indicador papel tornassol, no qual cada uma das amostras foram colocadas em um becker para realização do ensaio, de modo que cada amostra foi submetida por meio do indicador papel tornassol ao teste. Ressaltando que o pH tem a importante função de estabilizar o cloro ativo do produto.

Determinação do teor de hipoclorito

A determinação do teor de hipoclorito foi feita através da técnica de titulometria. As amostras foram tituladas com a solução padronizada de tiossulfato de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, baseada na reação de oxi-redução iodométrica.

Todas as análises foram realizadas em triplicatas, no período de 30 dias sendo cada análise feita em um intervalo de 15 dias, nas seguintes datas 06/07, 20/07 e 06/08 de 2021.

Nesse contexto vale ressaltar que as titulações iodimétrica 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.

Figura 2: Representação da técnica de titulação



Preparo das soluções

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

A solução de tiossulfato de sódio foi preparada dissolvendo-se 25 g de tiossulfato de sódio hidratado puro e 0,1 g de carbonato de sódio anidro em 1,0 litros

de água destilada, depois deixou-se descansar durante 24 horas e então realizou-se a padronização com a solução de iodato de potássio.

Solução de iodeto de potássio (KI)

A solução de iodeto de potássio foi preparada dissolvendo-se 2 g do reagente em 25 mL de água destilada ao passo que foi adicionado 10 mL de ácido sulfúrico 1N.

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

A solução de amido foi preparada dissolvendo-se 0,5 g de amido em 100 mL de água destilada fervente para total solubilização do amido e completando com água destilada a temperatura normal e deixou-se esfriar. Nesse sentido 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.

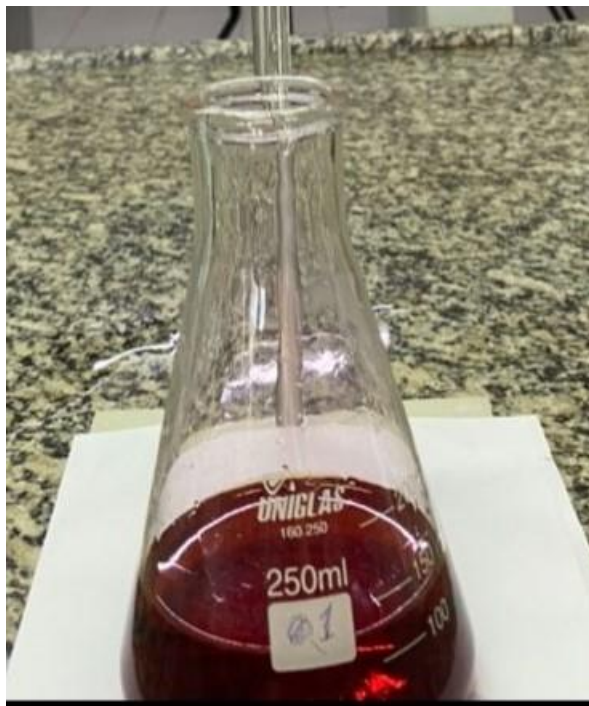
Procedimento

- a) Pesou-se cerca de 3 g da amostra de água sanitária em erlenmeyer de 250mL e anotou-se a massa, em seguida foi adicionado 100 mL de água destilada no erlenmeyer de 250 mL.
- b) A um frasco de erlenmeyer de 250mL, adicionou-se 25mL de ácido acético.
- c) Dando continuidade adicionou-se alguns cristais de iodeto de potássio no erlenmeyer e iniciou-se a titulação com a solução de tiossulfato de sódio padronizada $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ até que a amostra adquirisse coloração amarela claro.
- e) Em seguida adicionou-se 1,0mL da solução de amido 0,5 %, mudando a coloração da amostra para azul escuro e continuou-se a titulação até a amostra ficar incolor.

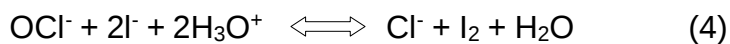
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a determinação do hipoclorito (OCl^-) na água sanitária o primeiro passo foi acidificar o meio (ácido acético - CH_3COOH), seguida da adição de iodeto de potássio, a reação proporciona a formação do iodo molecular (I_2) que é observado pela formação da cor marrom na solução (Figura 2).

Figura 3: Formação do Iodo Molecular

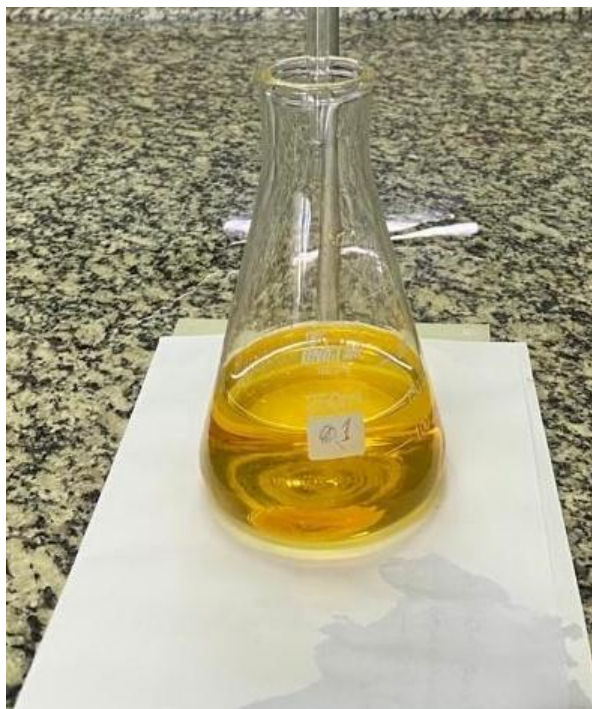


A Equação 4 mostra a reação que se estabelece:



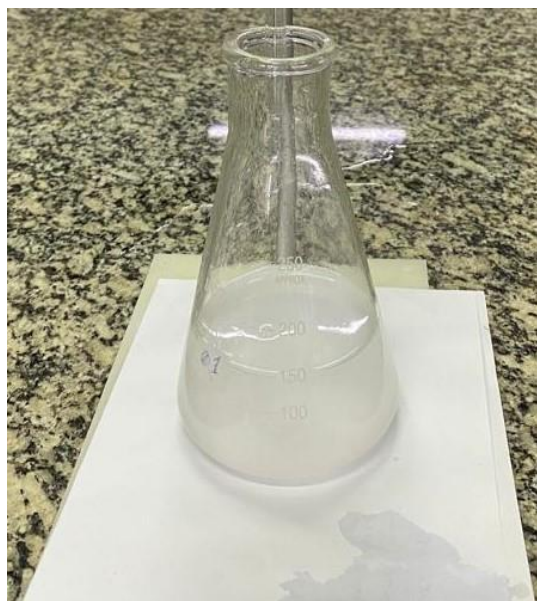
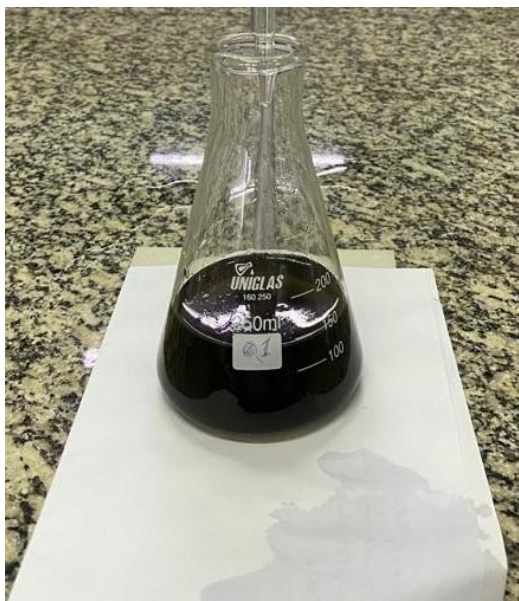
Ao iniciar a titulação certo volume da solução padronizada de tiosulfato de sódio é adicionado na solução da amostra, fazendo com que a coloração da solução mude da cor marrom para amarelo claro (Figura 3), devido a diminuição da concentração do iodo.

Figura 4: Amostra com a coloração amarelo claro

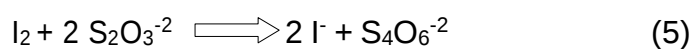


Com a menor concentração de iodo, adicionou 1 mL da solução de amido 0,5 %, para complexar com o iodo, formando uma solução de cor vermelho-marrom (Figura 4) que no final da titulação passa para incolor (Figura 5) indicando o final da reação.

Figura 5: Amostra com a coloração vermelho-marrom Figura 6: Amostra com a coloração incolor



A Equação 5 mostra o processo reacional:



Na titulação indireta do iodo para determinação do hipoclorito, a amostra que teve o menor volume médio consumido foi a A3 com 15,70 mL, indicando que ser essa a amostra com menor teor de hipoclorito. Enquanto que a amostra A1 teve o maior volume médio consumido de 19,70 mL, indicando ser essa a amostra com maior teor de hipoclorito, ver tabela (1).

Tabela 1 - Massas das amostras de águas sanitárias e volumes gastos de tiossulfato de sódio na titulação.

Amostra	Massa da amostra (mg)	Massa média da amostra (mg)	Volume de Na ₂ S ₂ O ₆ (mL)	Volume médio de Na ₂ S ₂ O ₆ (mL)
A1	3,0528	3,0628	21,80	19,70
	3,0806		18,80	
	3,0550		18,50	
A2	3,0410	3,0334	21,00	19,30
	3,0472		18,50	
	3,0121		18,50	
A3	3,0635	3,0498	15,90	15,70
	3,0593		15,80	
	3,0268		15,40	
A4	3,0350	3,0524	19,50	19,60
	3,0708		19,70	
	3,0516		19,80	
A5	3,0379	3,0502	18,90	18,80
	3,0807		18,80	
	3,0321		18,80	

De acordo com a legislação, portaria n° 89/94, o teor de hipoclorito na água sanitária comercial encontra-se no intervalo entre 2,0 a 2,5 % m/m. Para a determinação do teor de cloro ativo baseado nos volumes médios encontrados usa-se a equação (6):

$$\% \text{ de cloro ativo} = (VG * N * Fc * 3,546) / MA \quad (6)$$

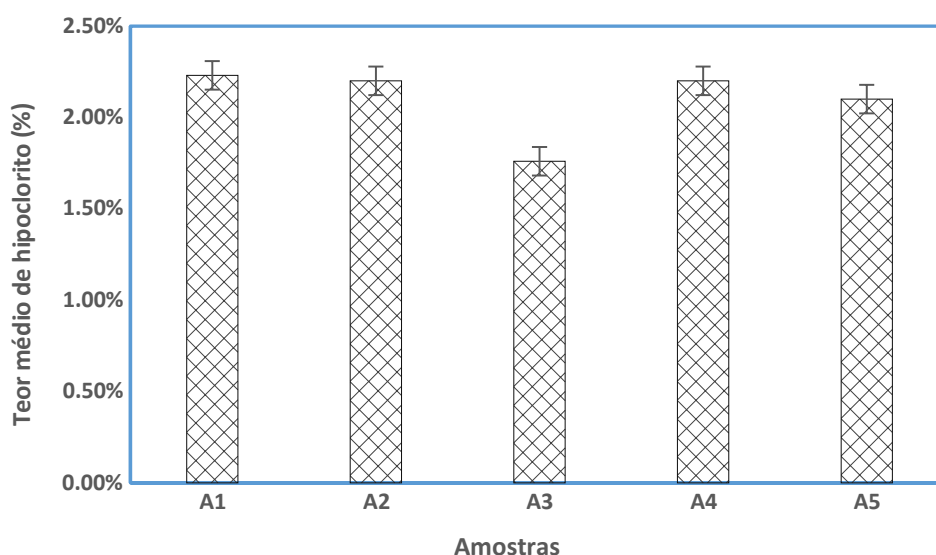
Os ensaios para cada amostra, foram realizados em triplicata e em três datas diferentes 06/07, 20/07 e 06/08. Na tabela (2) abaixo são mostrados os resultados das médias aritméticas da porcentagem do teor de hipoclorito e o desvio padrão das análises.

Tabela 2: Teor de hipoclorito de sódio em águas sanitárias, comercializadas em Santa Quitéria do Maranhão.

Amostra	Teor médio de hipoclorito (%)	Desvio padrão (Σ)
A1	2,23%	0,0023
A2	2,20%	0,0017
A3	1,76%	0,00057
A4	2,20%	4,24919E-18
A5	2,10%	0
ANVISA	2,0 – 2,5	-

Com o objetivo de analisar as médias de um modo mais prático foi construído um gráfico, Figura 6, para ilustrar os valores individuais do teor de hipoclorito em cada uma das amostras analisadas.

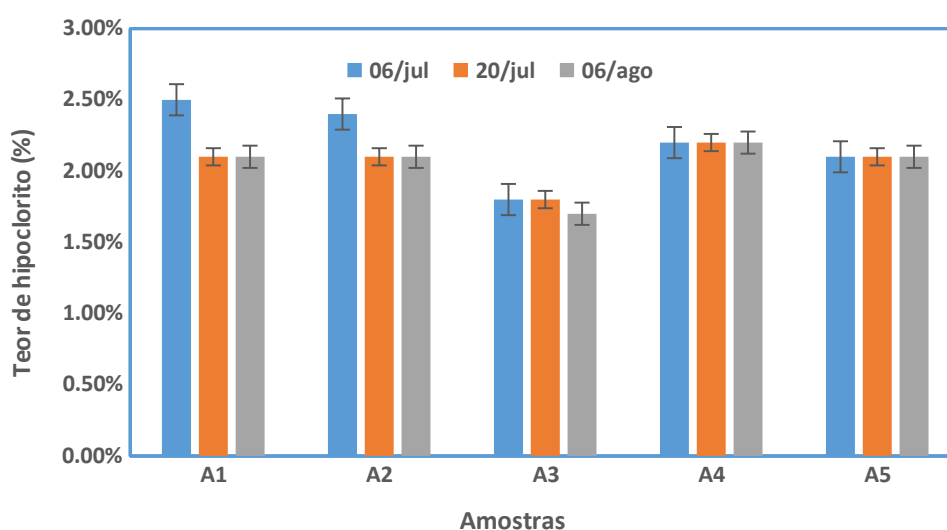
Figura 7: Gráfico dos valores individuais das amostras analisadas



A tabela T2 e o gráfico da Figura 6, mostram que os resultados obtidos na determinação do teor de hipoclorito são variáveis de uma amostra para outra, sendo que o menor valor foi obtido para a marca de água sanitária A3 1,73 %, nesse sentido o consumidor estará sendo lesado pelo fato do produto não satisfazer as suas necessidades, e o maior valor para a marca de água sanitária A1 2,23 %. Ao comparar os resultados óbitos de cada amostra com o estabelecido pela legislação ANVISA, conclui-se que a única marca que não está em conformidade com legislação é a marca A3, não sendo aconselhável seu uso para as funções prescrita para tal produto.

Outro estudo realizado foi a averiguação da decomposição do hipoclorito com o tempo, o Gráfico da Figura 7, no qual pode-se perceber que após 30 dias, o produto sendo armazenado sempre fechado e em temperatura ambiente em torno dos 30 °C, para as amostras A1 e A2 houve uma leve queda no teor de hipoclorito nos primeiros 15 dias. Enquanto que para a marca A3 houve uma pequena queda no teor de hipoclorito nos últimos 15 dias, para as marcas A4 e A5 o teor de hipoclorito praticamente não variou.

Figura 8 - Gráfico do estudo da decomposição do teor de hipoclorito com tempo.



Segundo Salami (2008), a decomposição considerável da concentração do hipoclorito pode ser obtida a partir de concentrações iniciais altas e valores de temperaturas a partir dos 40°C, evidenciando que os resultados obtidos nesses estudos de acordo com os apresentados por Salami.

Outra análise de grande importância é a determinação do valor do pH das amostras, pois, o valor do pH está relacionado com a forma na qual o cloro se encontra na água sanitária. Este pode estar presente em duas formas, como ácido hipocloro (HClO) e o íon hipoclorito, a forma predominante vai depender do valor do pH da amostra. Para valores de pH ≥ 10 o hipoclorito é 100% predominante.

As figuras 8 e 9, mostram os valores de pH obtidos para as cinco marcas de águas sanitárias.

Figura 9: Determinação do valor do pH das amostras com papel tornassol



Figura 10: Escala de cores que determina o nível do pH de 1 a 14



Baseado nos valores de pH obtido para todas as marcas de águas sanitárias que se encontram na faixa de cor de 10 para 12, pode-se concluir que os teores calculados realmente correspondem ao íon hipoclorito.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do resultado obtido constatou-se que o teor de NaClO , apenas a amostra A3 não estaria de acordo com o estipulado pelo fabricante e nem pela ANVISA, enquanto as demais apresentam resultados satisfatórios.

Nesse contexto, é possível concluir que a volumetria por oxirredução é sensível a faixa de concentração na avaliação do teor de hipoclorito de sódio em água sanitária, corroborando com os requisitos legais para a idealização dos ensaios, favorecendo que os resultados das amostras analisadas possam ser confiáveis.

Desse modo a técnica utilizada, titulação iodométrica, apesar de ser simples e barata é também muito eficiente para análises dessa natureza. Em relação a comercialização das águas sanitárias de forma irregular no município de Santa Quitéria do Maranhão, é possível evidenciar que os fabricantes e nem os comerciantes realizam controle periódico de seus produtos, que possivelmente podem demonstrar quantidades inferiores ao necessário, ocasionando assim prejuízos ao consumidor, e em concentrações elevadas danos à saúde.

Nesse sentido este trabalho se torna essencial com intuito de melhorar o entendimento do assunto estudado, ressaltando que os objetivos foram alcançados. É importante que os consumidores fiquem sempre atentos a rotulagem dos produtos bem como na legislação estabelecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Partindo desses princípios o consumidor estará mais ciente para utilizar produtos de boa qualidade.

REFERÊNCIAS

CASTRO, Breno Lima Drumond, SANTOS, Marcos Antonio do.; COSTA, Michel da.; CARVALHO, Marli de.; CONDÉ, Cinthia Soares Cardoso Quintão.; FRANCO, Adriane Jane. DETERMINAÇÃO DE TEOR DE HIPOCLORITO DE SÓDIO EM ÁGUAS SANITÁRIAS - Anais V SIMPAC - Volume 5 - n. 1 - Viçosa-MG - jan. - Dez. 2013 - P. 355-360.

DIAS, Debora Araujo. A QUÍMICA DO CLORO: IMPORTÂNCIA, IMPLICAÇÕES E SEU ELEMENTO MOTIVADOR NO ENSINO DE QUÍMICA – UFRJ, 2009.

Diário Oficial da União. RESOLUÇÃO-RDC Nº 10, de 06 de setembro de 2016.

Disponível em:

https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/23530048/do1-2016-09-08-resolucao-rdc-n-110-de-6-de-setembro-de-2016-23530032. Acesso: 18.04.2021.

Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite. Braz Dent J 2002; 13(2): 113-117.

FERREIRA, Rilton E. C.; NETO, José Rebelo; ANTAS, Maria da Graça Câmara; SOBRINHO, Carlos Roberto Weber; PEREZ, Flávia Maria de Moraes Ramos. Eficácia de três substâncias desinfetantes na prática da radiologia odontológica. Scielo. Rev. Bras. Odontol. vol.73 no.1 Rio de Janeiro Jan./Mar. 2016.

FOGAÇA, Jennifer. Composição química da água sanitária. 2015. Disponível em: <http://www.alunosonline.com.br/química/composição-química-agua-sanitaria-.html>. Acesso em: 28.08.2021.

GARCIA, Larissa Borges. Avaliação dos parâmetros físico-químicos de amostras de água sanitária comercializadas no município de Ribeirão do Largo – Bahia, 2014. Higiclear – Água sanitária, cloro e seus perigos para a saúde. Disponível em: <https://www.higiclear.com/artigos/perigos-agua-sanitaria/>. Acesso em: 01.05.2021.

JUSTIÇA.GOV.BR – Consumo e Saúde – Disponível em: <https://www.justica.gov.br/seus-direitos/consumidor/educacao-para-o-consumo/boletim-consumo-e-saude/anexos/2012consumosaude26.pdf>. Acesso: 21.03.2021.

LIMA, Lara Dias. ESTUDO DA METODOLOGIA DE ANÁLISE DE HIPOCLORITO DE SÓDIO NA INDÚSTRIA DE SANEANTES, FORTALEZA 2018.

LOURENÇÃO, Juliana. Avaliação da Resistência de Microrganismos Patogênicos à Desinfecção Sequencial com Ozônio-Radiação Ultravioleta e Radiação e Cloro-Radiação Ultravioleta, São Carlos – 2009.

LUCCA, Lourenço De. Controle de qualidade do Hipoclorito de Sódio no Processo de Produção. Florianópolis, dezembro de 2006.

MARTINS, Viviane de Souza. Acidente com Hipoclorito de Sódio, Porto, 2017.

MOREIRA, Fagner de Souza; FLORENCIO, Thayná Alves; ALBUQUERQUE Roberto Lima de. ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE HIPOCLORITO DE SÓDIO NAS ÁGUAS SANITÁRIAS - Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica (EEDIC), 12., 2016, Quixadá. Anais... Quixadá: Centro Universitário Católica de Quixadá, 2016. ISSN: 2446-6042.

MORETTI, Michelly Batista dos Santos. Efeito da alcalinidade residual na taxa de decomposição de soluções industriais de hipoclorito de sódio - SÃO PAULO, 2017.

NERVA, Luiz Gustavo.; PADUAN, Odair.; MARIANO, Renato.; MATSURA, Vinícius Sanches.; JUNIOR, Olayr Modesto. AVALIAÇÃO DO TEOR DE HIPOCLORITO DE SÓDIO EM ÁGUA SANITÁRIA. Universitári@ - Revista Científica do Unisalesiano –

Lins – SP, ano 1, n.2, jul/dez de 2010.

SECT – Secretária da Educação e da Ciência e Tecnologia, Governo do Estado da

Paraíba – Água sanitária para desinfecção deve ser preparadas em medidas corretas. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/secretaria-da-educacao-e-da-ciencia-e-tecnologia/horizontes-da-inovacao/noticias/agua-sanitaria-para-desinfeccao-deve-ser-preparada-em-medidas-corretas#:~:text=O%20pH%20da%20%C3%A1gua%20sanit%C3%A1ria,daq%20%C3%A1gua%20sanit%C3%A1ria%2C%20em%20%C3%A1gua>. Acesso: 01.05.2021.

Polícia Civil – Pará, POLÍCIA CIVIL AUTUA ACUSADO PELO CRIME DE SAÚDE PÚBLICA, FALSIFICAÇÃO E ADULTERAÇÃO DE PRODUTO DE LIMPEZA. Disponível em: <http://www.policiacivil.pa.gov.br/pol%C3%ADcia-civil-autua-acusado-pelo-crime-de-sa%C3%BAde-p%C3%BAblica-falsifica%C3%A7%C3%A3o-e-adultera%C3%A7%C3%A3o-de-produto-de>. Acesso: 02.02.2021.

TEIXEIRA, MARIA SUELY B. AVALIAÇÃO DO TEOR DE CLORO ATIVO EM DIFERENTES MARCAS DE ÁGUAS SANITÁRIAS – FORTALEZA, 2016. Prefeitura Municipal de Atílio Vivacqua – PMAV – Comunidade recebe orientações sobre o uso de hipoclorito de sódio para o combate de doenças. Disponível em: pmao.es.gov.br/controladoria/noticia/ler/355/comunidade-recebe-orientacoes-sobre-uso-de-hipoclorito-de-sodio-para-o-combate-de-doencas. Acesso: 24.02.2021.

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.

UNIFESP – Artigo. Desinfecção de superfícies contaminadas por coronavírus. Disponível em: <https://www.unifesp.br/reitoria/dga/conteudo/noticias/237-artigo-desinfeccao-de-superficies-contaminadas-por-coronavirus#:~:text=Hipoclorito%20de%20s%C3%B3dio%20%2F%20%C3%A1gua%20sanit%C3%A1ria,uma%20parte%20dos%20esporos%20bacterianos>. Acesso: 02.04.2021.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP. GUIA DE AULAS PRÁTICAS E EXERCÍCIOS, PIRACICABA - SP FEVEREIRO – 2007.

VIGNA BRASIL - A importância da rotulagem de produtos saneantes, 30 de setembro de 2020. Disponível em: <https://www.vignabrasil.com.br/2020/09/30/a-importancia-da-rotulagem-de-produtos-saneantes/#:~:text=A%20rotulagem%20de%20saneantes%20%C3%A9,indica%C3%A7%C3%B5es%20necess%C3%A1rias%20referentes%20ao%20produto>. Acesso em: 01.05.2020.

WALLAU, Martin.; BIANCHINI, Daniela.; EBERSOL, Camila Porto.; JÚNIOR, José Augusto dos Santos.; BARBOZA, Thiago Marques QUÍMICA VERDADEIRAMENTE VERDE – PROPRIEDADES QUÍMICAS DO CLORO E SUA ILUSTRAÇÃO POR EXPERIMENTOS EM ESCALA MINIATURIZADA - Quím. Nova vol.38 no.3 São Paulo Mar. 2015