INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS - CÂMPUS GOIÂNIA
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA

Guilherme Malaquias da Silva

COMPARAÇÃO DO TEOR DE CLORO ATIVO EM DIFERENTES MARCAS DE ÁGUA SANITÁRIA COMERCIALIZADAS EM GOIÂNIA E REGIÃO

Goiânia- Goiás
2026

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

[ ] Tese	[ ] Artigo Científico
[ ] Dissertação	[ ] Capítulo de Livro
[ ] Monografia – Especialização	[ ] Livro
[x] TCC - Graduação	[ ] Trabalho Apresentado em Evento
[ ] Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____	

Nome Completo do Autor: Guilherme Malaquias da Silva
Matrícula:20201011080175
Título do Trabalho: COMPARAÇÃO DO TEOR DE CLORO ATIVO EM DIFERENTES MARCAS DE ÁGUA SANITÁRIA COMERCIALIZADAS EM GOIÂNIA E REGIÃO

Autorização - Marque uma das opções

1. (x) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ___/___/_____ (Embargo);
3. ( ) Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

( ) O documento está sujeito a registro de patente.
( ) O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
( ) Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia 21 / 09 / 2026 .
Local Data

Documento assinado digitalmente
gov.br
GUILHERME MALAQUIAS DA SILVA
Data: 21/09/2026 14:13:48-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Guilherme Malaquias da Silva

COMPARAÇÃO DO TEOR DE CLORO ATIVO EM DIFERENTES MARCAS DE ÁGUA SANITÁRIA COMERCIALIZADAS EM GOIÂNIA E REGIÃO

Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Goiânia, como requisito parcial para conclusão de curso.
Orientador: Dr. Hernane de Toledo Barcelos

Goiânia- Goiás
2026

S586c Silva, Guilherme Malaquias da.
Comparação do teor de cloro ativo em diferentes marcas de água sanitária comercializadas em Goiânia e região / Guilherme Malaquias da Silva. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, 2026.
22 f.

Orientador: Prof. Dr. Hernane de Toledo Barcelos.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

1. Água sanitária - controle de qualidade. 2. Cloro ativo. 3. Hipoclorito de sódio -estabilidade química. I. Barcelos, Hernane de Toledo (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. III. Título.

CDD 668.4

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Alisson de Sousa Belthodo Santos CRB1/ 2.266
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

ATA DE DEFESA DE ARTIGO CIENTÍFICO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Artigo Científico intitulado **COMPARAÇÃO DO TEOR DE CLORO ATIVO EM DIFERENTES MARCAS DE ÁGUA SANITÁRIA COMERCIALIZADAS EM GOIÂNIA E REGIÃO**, sob orientação de Hernane de Toledo Barcelos , apresentado pelo aluno **Guilherme Malaquias da Silva (20201011080175)** do Curso **Bacharelado em Química (Câmpus Goiânia)**. Os trabalhos foram iniciados às **09:00** do dia **04/07/2026** pelo Professor presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Hernane de Toledo Barcelos** (Presidente)
- **Marcos dos Reis Vargas** (Examinador Interno)
- **Gustavo Olinto da Silva** (Examinador Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Artigo Científico, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

[X] Aprovado [ ] Reprovado Nota : 9,3

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Hernane de Toledo Barcelos** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marcos dos Reis Vargas**, em **08/07/2026 08:53:31** com chave **a43930987ac311f199d9005056a537a4**.
- **Gustavo Olinto da Silva**, em **07/07/2026 18:06:16** com chave **b14a87867a4711f1a033005056a537a4**.
- **Hernane de Toledo Barcelos**, em **07/07/2026 16:41:29** com chave **d9714d827a3b11f198f1005056a537a4**.

Este documento foi emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QrCode ao lado ou acesse https://suap.ifg.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Ata de Projeto Final

Data da Emissão: 08/07/2026

Código de Autenticação: 8b40fa

COMPARAÇÃO DO TEOR DE CLORO ATIVO EM DIFERENTES MARCAS DE ÁGUA SANITÁRIA COMERCIALIZADAS EM GOIÂNIA E REGIÃO

Guilherme Malaquias da Silva[1], Hernanes de Toledo Barcelos[2]
Instituto Federal de Goiás/Campus Goiânia/Bacharelado em Química,
guilhermemalaquias777@gmail.com
[2]Instituto Federal de Goiás /Campus Goiânia / Departamento de Áreas Acadêmicas 2,
hernane.barcelos@ifg.edu.br

Resumo
A água sanitária é um saneante amplamente utilizado para desinfecção, cuja eficácia depende da manutenção do teor de cloro ativo entre 2,0% e 2,5% (m/m, equivalente a p/p), conforme exigido pela legislação brasileira (Brasil, 2023). Este trabalho teve como objetivo determinar e comparar o teor de cloro ativo e o pH em cinco marcas de água sanitária comercializadas em Goiânia e região (Ypê, Qboa, Ki Joia, Zupp e Geo), avaliando sua conformidade e estabilidade ao longo de quatro meses de armazenamento (abril a julho de 2026). O cloro ativo foi determinado pelo método iodométrico (ABNT NBR 9425:2005) e o pH por potenciometria. Os teores iniciais variaram entre 2,14% e 2,26%, com redução progressiva de 3,20% a 7,96% até o final do período, sem que nenhuma amostra ultrapassasse o limite mínimo regulamentar. A análise de referência (ANOVA) indicou diferença entre os grupos de fabricação (2025 e 2026) próxima do limiar de significância ($F = 3,84$; $p = 0,066$), sugerindo influência do tempo de fabricação sobre a estabilidade. O pH variou entre 11,90 e 12,31, com queda discreta e semelhante em todas as marcas. Conclui-se que os produtos atenderam aos requisitos mínimos de qualidade, reforçando a importância do controle de armazenamento e distribuição.

Palavras-chave:
Água sanitária; Cloro ativo; Hipoclorito de sódio; Estabilidade química; Controle de qualidade.

Abstract
Household bleach (“água sanitária”) is a widely used disinfectant whose effectiveness depends on maintaining an active chlorine content between 2.0% and 2.5% (w/w), as required by Brazilian legislation. This study aimed to determine and compare the active chlorine content and pH of five commercial brands sold in Goiânia and surrounding areas (Ypê, Qboa, Ki Joia, Zupp, and Geo), evaluating their compliance and stability over four months of storage (April to July 2026). Active chlorine was determined by the iodometric method (ABNT NBR 9425:2005) and pH by potentiometry. Initial contents ranged from 2.14% to 2.26%, with a progressive reduction of 3.20% to 7.96% by the end of the period, with no sample falling below the minimum regulatory limit. ANOVA indicated a difference between manufacturing-year groups (2025 and 2026) close to the significance threshold ($F = 3.84$; $p = 0.066$), suggesting an influence of manufacturing time on stability. pH ranged from 11.90 to 12.31, with a slight and similar decrease across all brands. It is concluded that the products met the minimum quality requirements, reinforcing the importance of controlling storage and distribution conditions

Keywords:
Água sanitária; Cloro ativo; Hipoclorito de sódio; Estabilidade química; Controle de qualidade.

1. INTRODUÇÃO

Produtos Saneantes podem ser definidos como substâncias ou misturas destinadas à aplicação em objetos, tecidos, superfícies inanimadas e ambientes, com finalidade de desinfestação, sanitização, desodorização, além de desinfecção de água para o consumo humano, hortifrutícolas e piscinas (FIOCRUZ, 2022). Um dos saneantes mais utilizados para desinfecção é a água sanitária, que, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), é definida como uma solução aquosa à base de hipoclorito de sódio ou de cálcio, com teor de cloro ativo entre 2,0 e 2,5 % p/p, permanente no prazo de validade (máximo de seis meses). Por isso, o produto pode conter hidróxido de sódio ou cálcio, cloreto de sódio ou cálcio e carbonato de sódio ou cálcio como estabilizante (Anvisa, 2023).

A água sanitária é produzida a partir do hipoclorito de sódio, geralmente em concentrações entre 10,0% a 12,0%, um sal com propriedades oxidantes extremamente fortes. A aplicação da água sanitária tem como principal objetivo a desinfecção e o branqueamento de superfícies e tecidos, contudo, a ação efetiva desses produtos de limpeza está diretamente relacionada com a concentração de cloro ativo presente (Borin *et al*., 2006). O hipoclorito de sódio é capaz de penetrar na membrana celular dos microrganismos, como bactérias, fungos e vírus, e reagir com proteínas e outras moléculas essenciais para a sobrevivência desses seres, danificando-as e levando à sua inativação (Block, 2011; Mc Donnell, Russell, 1999).

Quando a água sanitária é adicionada à água, o hipoclorito de sódio dissocia-se em íons sódio (Na^+) e íons hipoclorito (OCl^-). Em solução aquosa, o íon hipoclorito estabelece equilíbrio com o ácido hipocloroso (HOCl), sendo essas espécies as responsáveis pela ação desinfetante e pela manutenção do cloro residual na água. A proporção entre HOCl e OCl^- depende do pH do meio, sendo o ácido hipocloroso a espécie de maior poder desinfetante. A quantidade de hipoclorito de sódio necessária para a desinfecção depende do tipo e da concentração de microrganismos presentes, bem como das características da água a ser tratada.

A formação de hipoclorito de sódio "(NaClO)", a partir de uma solução concentrada de NaOH e cloro gasoso "(Cl_2)", ocorre por uma reação química conhecida como cloração alcalina. Durante a cloração alcalina, o cloro gasoso é borbulhado em uma solução concentrada de NaOH, resultando na formação de hipoclorito de sódio e cloreto de sódio (NaCl). (White, 2010)

Após a etapa de produção industrial, a solução concentrada de hipoclorito de sódio servirá de matéria-prima principal para a formulação da água sanitária. Para ser comercializado como saneante domissanitário, esse produto industrial passa por um processo de diluição em água e adição de estabilizantes, até atingir os teores exigidos pela legislação (Anvisa, 2023).

A formação de hipoclorito de sódio (NaClO), a partir da reação entre solução concentrada de hidróxido de sódio (NaOH) e cloro gasoso (Cl_2), ocorre por um processo denominado cloração alcalina. Durante esse processo, o cloro gasoso é absorvido pela solução alcalina, resultando na formação de hipoclorito de sódio, cloreto de sódio (NaCl) e água. Entretanto, o hipoclorito de sódio é um composto quimicamente instável e pode apresentar alterações físico-químicas durante a produção e o armazenamento, como redução do teor de cloro ativo, formação de cloretos e cloratos e variações de pH, influenciadas por fatores como temperatura, luz, presença de impurezas metálicas e tempo de armazenamento (WHITE, 2010; ABICLOR, 1993).

Diante das alterações de estabilidade que o produto pode apresentar, este trabalho e

trabalho avalia as possibilidades de alterações no teor de cloro ativo, devido às condições de transporte e armazenamento que influênciam parâmetros fisico-químicos.. Considerando que a eficácia da desinfecção depende diretamente da concentração adequada do princípio ativo, conforme estabelecido pela legislação vigente, torna-se necessário verificar se os produtos que chegam às prateleiras apresentam, de fato, o teor especificado de cloro ativo. Tal verificação é especialmente relevante diante da possibilidade de perda gradativa desse princípio ativo ao longo do tempo, o que pode comprometer a eficiência do produto.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar o teor de cloro ativo em diferentes marcas de água sanitária comercializadas em Goiânia e região. Buscou-se avaliar a conformidade desses produtos com os parâmetros físico-químicos estabelecidos pela Anvisa, investigando se as amostras disponíveis no mercado mantêm a qualidade e a estabilidade necessárias para um uso seguro e eficaz pela população.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico do cloro

O cloro foi reconhecido como elemento químico pelo químico britânico Humphry Davy em 1810. Anteriormente, em 1785, o químico francês Claude Louis Berthollet desenvolveu a primeira solução de hipoclorito de sódio, conhecida como Água de Javel, ao fazer reagir cloro gasoso com solução de hidróxido de sódio. Desde então, os compostos clorados passaram a desempenhar papel fundamental na desinfecção de água potável, superfícies e ambientes, contribuindo significativamente para o controle de doenças de veiculação hídrica e para o desenvolvimento das práticas modernas de saneamento básico (WHITE, 2010; SHREVE; BRINK, 1997; ABICLOR, 2022).

2.2 Hipoclorito de sódio

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 9425:2005), o hipoclorito de sódio é definido como uma solução aquosa alcalina, límpida, de coloração amarelada e odor característico, contendo concentrações variadas de cloro ativo. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Álcalis, Cloro e Derivados (Abiclor), o hipoclorito de sódio comercial apresenta, entre suas principais características, teor de cloro ativo de aproximadamente 12,0% (m/m), densidade de 1,20 g/cm³ a 20 °C e teor de cloro na forma de cloreto (Cl^-). O cloreto corresponde ao produto da decomposição do hipoclorito de sódio e não possui ação desinfetante, sendo seu teor utilizado como um importante indicador da estabilidade e da qualidade do produto, uma vez que seu aumento está relacionado à redução do teor de cloro ativo.

O mecanismo de ação do hipoclorito de sódio está diretamente relacionado ao seu elevado potencial oxidante, o que permite que ocorra reações com diferentes tipos de substâncias, incluindo matéria orgânica e diversos microrganismos. Em solução aquosa, o hipoclorito forma ácido hipocloroso (HClO), espécie responsável pela maior parte do efeito biocida devido à sua alta reatividade e capacidade de atravessar membranas celulares com facilidade (Mcdonnell; Russell, 1999; Block, 2011).

Ao entrar em contato com matéria orgânica, como bactérias, vírus, fungos ou resíduos

orgânicos, o hipoclorito promove reações de oxidação com proteínas, lipídios e outros componentes essenciais da célula. Esses processos resultam em desnaturação proteica, ruptura de membranas, levando à inativação ou morte do microrganismo (Block, 2011; Fiocruz, 2022). Além disso, espécies oxidantes derivadas do hipoclorito podem interagir com enzimas microbianas, inibindo vias metabólicas e comprometendo funções vitais que garantem a sobrevivência celular (Mcdonnell; Russell, 1999).

De forma comercial, o hipoclorito de sódio é geralmente encontrado em soluções com cerca de 12% de cloro ativo, que podem ser diluídas para concentrações menores, como ocorre na água sanitária, normalmente contendo entre 2,0% e 2,5% de cloro ativo (White, 2010).

2.2.1 Fabricação do Hipoclorito de Sódio

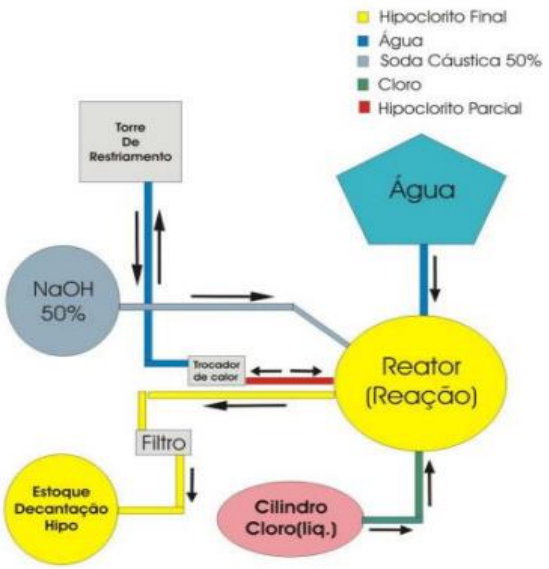
A produção industrial do hipoclorito de sódio ocorre pela reação entre cloro gasoso e solução aquosa de hidróxido de sódio, processo conhecido como cloração alcalina, representado pela equação 1. O controle térmico do reator é essencial nesse processo, pois temperaturas elevadas favorecem a formação indesejada de clorato de sódio como subproduto (White 2010; Ilo, 2023).

$$Cl_2 + 2\,NaOH \rightarrow NaOCl + NaCl + H_2O \qquad [1]$$

Após a produção, a solução concentrada de hipoclorito é diluída com água até atingir a concentração de cloro ativo exigida para água sanitária, entre 2,0% e 2,5% (m/m), conforme a legislação vigente (ANVISA, 2023). A Figura 1 apresenta um fluxograma simplificado do processo industrial de produção do hipoclorito de sódio, ilustrando as etapas de alimentação das matérias-primas, reação entre o cloro e a solução de hidróxido de sódio, resfriamento, filtração e estocagem do produto (PEREIRA et al., 2020; LUCCA, 2006).

Em escala industrial, o hipoclorito de sódio é produzido pela reação entre cloro gasoso e solução de hidróxido de sódio em um reator, seguida das etapas de resfriamento, filtração e armazenamento, conforme apresentado na Figura 1 (ABICLOR, 1993). Quando se utiliza hidróxido de sódio concentrado como matéria-prima, é recomendada uma etapa prévia de diluição controlada para ajustar a concentração da solução alcalina, controlar a temperatura do processo e minimizar a formação de cloratos (ABICLOR, 1993).

Figura 1 - Ilustração do processo de fabricação do hipoclorito de sódio.



Fonte: Pereira *et al*, (2020); Lucca, (2006)

O processo tem inicio com a alimentação de solução de hidróxido de sódio a 50% e cloro líquido ao reator, onde ocorre a reação química para formação do hipoclorito de sódio. Simultaneamente, é realizada a adição de água destinada ao controle da temperatura da reação. O produto formado circula por um trocador de calor, onde é resfriado para minimizar a decomposição do hipoclorito e reduzir a formação de subprodutos, retornando parcialmente ao reator até a conclusão da reação. Em seguida, a solução passa por uma etapa de filtração para remoção de impurezas e, posteriormente, é encaminhada ao tanque de estocagem e decantação, obtendo-se o hipoclorito de sódio final.

2.3 Cloro ativo

O hipoclorito de sódio é uma substância quimicamente instável, cuja degradação ocorre de forma natural ao longo do tempo. Essa instabilidade é intensificada quando a solução é exposta a condições desfavoráveis, como temperaturas elevadas, incidência de luz solar, pH inadequado ou presença de contaminantes metálicos, que atuam como catalisadores para sua decomposição (White, 2010; Fiocruz, 2022).

O cloro ativo corresponde à fração do cloro disponível com capacidade oxidante e ação desinfetante presente na solução de hipoclorito de sódio. Em meio aquoso, essa atividade é atribuída principalmente ao ácido hipocloroso (HClO) e ao íon hipoclorito (OCl^-), espécies responsáveis pela inativação de microrganismos.

Durante esse processo, ocorre a perda gradual de cloro ativo, que é o principal responsável pela ação desinfetante, o que reduz progressivamente a eficácia microbiocida do produto. Fatores como armazenamento inadequado, especialmente em recipientes mal vedados, também contribuem para a liberação de gás cloro e aceleração da decomposição (Block, 2011; White, 2010). Assim, condições como temperaturas desfavoráveis podem acelerar significativamente a queda do teor de cloro ativo e comprometer o desempenho sanitizante da solução.

2.3.1 Temperatura

Quando o hipoclorito de sódio (NaClO) é exposto a altas temperaturas, sua taxa de decomposição aumenta de forma significativa, promovendo a perda acelerada de cloro ativo. O aumento da temperatura intensifica as reações de degradação, como a formação de cloreto (Cl^-) e clorato (ClO_3^-), reduzindo rapidamente a fração de espécies oxidantes disponíveis (White, 2010; Block, 2011).

Sendo assim, quanto maior a temperatura, mais rápido é o processo de decomposição, resultando em uma queda acentuada da concentração de cloro ativo e, consequentemente, na diminuição da eficácia microbiocida da solução ao longo do tempo (Fiocruz, 2022; White, 2010). A reação envolvida pode ser descrita pela equação 3, , na qual o hipoclorito de sódio é convertido em cloreto e clorato.

$$3NaClO \rightarrow 2NaCl + NaClO_3 \qquad [3]$$

Nessa reação, parte do hipoclorito de sódio é convertida em cloreto de sódio e clorato de sódio. Como esses produtos não contribuem para a ação desinfetante da solução, ocorre a redução do teor de cloro ativo disponível. Estudos de estabilidade demonstram que a elevação da temperatura acelera a degradação do hipoclorito de sódio e reduz sua vida útil, evidenciando a influência desse fator na manutenção do teor de cloro ativo (Nicoletti et al., 2009; White, 2010; Fiocruz, 2022).

2.3.2 pH

De acordo com a Occidental Chemical Corporation (2014), quando a solução apresenta pH inferior a 11, a decomposição do hipoclorito de sódio é significativamente acelerada em razão do deslocamento do equilíbrio químico para a formação de ácido hipocloroso (HOCl), espécie menos estável. Em contrapartida, na faixa de pH entre 12 e 13, predomina o íon hipoclorito (OCl^-), o que favorece a estabilidade da solução e reduz sua taxa de decomposição (WHITE, 2010). De forma semelhante, a American Water Works Association (AWWA, 2006) recomenda que soluções de hipoclorito de sódio sejam mantidas em pH entre 11,5 e 13, faixa considerada ideal para preservar o teor de cloro ativo e minimizar a formação de produtos de degradação.

2.4 Água sanitária

A água sanitária consiste em uma solução diluída de hipoclorito de sódio, ou hipoclorito de cálcio. A diluição do hipoclorito a partir de soluções mais concentradas visa aumentar a segurança no manuseio, reduzir a corrosividade e tornar o produto adequado para uso doméstico e institucional (Anvisa, 2023). Sua eficiência microbiológica está diretamente relacionada à concentração de cloro ativo e às condições de uso, como pH da solução e presença de matéria orgânica. Em superfícies, age como potente agente oxidante, sendo eficaz contra vírus, bactérias, fungos e esporos (Block, 2011; Mcdonnell; Russell, 1999). A degradação natural de seu princípio ativo ao longo do tempo exige que a água sanitária seja armazenada ao abrigo da luz e calor, em recipientes adequados e sempre dentro do prazo de validade, que geralmente não ultrapassa seis meses (Fiocruz, 2022).

Após a síntese do hipoclorito de sódio, a alcalinidade da solução pode ser ajustada pela adição de hidróxido de sódio, com a finalidade de manter o pH na faixa de maior estabilidade (11,5 a 13), favorecendo a predominância do íon hipoclorito (OCl^-) e reduzindo a velocidade de decomposição do produto (Awwa, 2006; White, 2010). Estudos também demonstram que a adição de carbonato de sódio reduz significativamente a taxa de degradação do cloro ativo, atuando como estabilizante inorgânico e minimizando a formação de clorato e os efeitos catalíticos de impurezas metálicas (SU *et al*., 2013). Dessa forma, o ajuste da alcalinidade e o emprego de estabilizantes contribuem para a manutenção do teor de cloro ativo e para a estabilidade química da água sanitária durante o armazenamento e a distribuição.

No contexto de saúde pública, é um dos sanitizantes mais acessíveis e eficazes para a prevenção de doenças infecciosas, sendo recomendada por instituições como a Anvisa, o Ministério da Saúde e a FIOCRUZ (FIOCRUZ, 2022; Anvisa, 2023). A eficácia do produto em todas essas aplicações está diretamente associada ao teor de cloro ativo, ao pH e às condições de

armazenamento, reforçando a importância da estabilidade do hipoclorito ao longo do tempo.

2.5 Legislação

A água sanitária é regulamentada no Brasil por um conjunto de normas que asseguram sua qualidade, segurança e eficácia como saneante desinfetante. De acordo com a Anvisa, a água sanitária é classificada como um saneante de risco 1, devendo cumprir requisitos específicos referentes à sua formulação, rotulagem, fabricação e controle de qualidade (Anvisa, 2023).

A Portaria n.º 89/1994 do Ministério da Saúde estabelece que a água sanitária destinada ao uso doméstico deve conter entre 2,0% e 2,5% de cloro ativo, garantindo ação desinfetante adequada. Essa Portaria também determina que o pH do produto deve ser superior a 11. (Brasil, 1994).

A RDC nº 59/2010 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) dispõe sobre as Boas Práticas de Fabricação (BPF) para produtos saneantes, estabelecendo requisitos para o controle de matérias-primas, da qualidade da água utilizada, das instalações, dos equipamentos e do processo produtivo. No caso do hipoclorito de sódio, parâmetros como pH, teor de cloro ativo e temperatura são monitorados durante a fabricação e o armazenamento por influenciarem diretamente a estabilidade e a qualidade do produto. (Anvisa, 2010)

No que se refere a conservantes e estabilizantes permitidos, a legislação brasileira não autoriza o uso de conservantes orgânicos em água sanitária, pois seriam rapidamente oxidados pelo hipoclorito (Anvisa, Resolução-RDC nº 55/2009). Entretanto, normas técnicas e guias internacionais reconhecem alguns estabilizantes inorgânicos que podem ser empregados, desde que justificados tecnicamente e seguros para o consumidor. O Hidróxido de sódio, que é essencial para manter o pH elevado e inibir a decomposição do hipoclorito (Vogt *et al.,* 2010). Já o Carbonato de sódio, atua como tampão alcalino e estabilizante, reduzindo a taxa de degradação e formação de clorato (OXYCHEM, 2014). Além destes, o silicato de sódio pode ser empregado como estabilizante secundário, reduzindo corrosão e retardando a decomposição catalítica por metais (OXYCHEM, 2014).

A Anvisa permite esses aditivos desde que não reduzam a eficácia microbiológica, não apresentem risco toxicológico e não alterem a natureza oxidante do produto, devendo constar na formulação registrada (Anvisa, 2023; White, 2010; Su *et al*., 2013). A RDC n.º 207/2022, que regulamenta a rotulagem de saneantes, exige que o rótulo informe claramente: concentração de cloro ativo, modo de uso, diluições recomendadas, cuidados no manuseio, incompatibilidades químicas e advertências obrigatórias. Como se trata de um produto oxidante, a rotulagem deve seguir o Sistema Globalmente Harmonizado (GHS), a qual deve conter informações primordiais, como o nome do produto, modo de uso, os cuidados de conservação, suas principais aplicações, além do princípio ativo, volume presente e cuidados necessários quanto a saúde com objetivo de evitar acidentes, também é preciso que haja informações sobre o fabricante, além do lote e data de fabricação do produto e o número de registro no Ministério da Saúde (M.S.), por fim deve estar presente o nome do responsável técnico com número de inscrição no Conselho Regional de Farmácia ou de Química (BRASIL, 2022).

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada no laboratório de controle de qualidade da IBRAQ, Industria Brasileira de Produtos Químicos. Foram adquiridas cinco marcas comerciais de água sanitária comercializadas em supermercados da região de Goiânia, sendo elas: Ypê, Qboa, Ki Joia, Zupp e Geo. As amostras adquiridas estão apresentadas na Figura 2.

Figura 2- Amostras utilizadas durante o estudo.



Fonte: Próprio autor, 2026

Após a aquisição, as amostras foram devidamente identificadas e armazenadas separadamente em local fresco, arejado e protegido da incidência direta de luz, visando minimizar alterações físico-químicas e a degradação do cloro ativo presente nas formulações.

Durante o período experimental, foi realizado o monitoramento diário da temperatura ambiente utilizando termômetro digital. O acompanhamento térmico foi adotado devido à elevada sensibilidade do hipoclorito de sódio às variações de temperatura, uma vez que temperaturas elevadas aceleram as reações de decomposição do cloro ativo, podendo comprometer a estabilidade química da água sanitária.

As amostras foram avaliadas semanalmente ao longo do período de armazenamento, permitindo acompanhar possíveis variações no teor de cloro ativo em função das condições de conservação e estabilidade do produto. A determinação do teor de cloro ativo foi conduzida conforme o método volumétrico descrito pela Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 9425:2005, baseado em titulação de oxirredução pelo método iodométrico. A iodometria indireta consiste na liberação de iodo a partir da reação entre o hipoclorito de sódio e o iodeto de potássio em meio ácido, sendo posteriormente realizada a titulação do iodo liberado com solução padronizada de tiossulfato de sódio 0,1N.

A quantificação do teor de cloro ativo foi conduzida conforme o método volumétrico estabelecido pela ABNT NBR 9425:2005 para soluções de hipoclorito de sódio. Inicialmente, aproximadamente 5,0 g de cada amostra foram pesados em balança analítica com resolução de 0,0001 g e transferidos para balão volumétrico de 100 mL. O volume foi completado com água destilada, seguido de homogeneização manual da solução. Posteriormente, uma alíquota de 10,0 mL da solução diluída foi transferida para um erlenmeyer de 250 mL. Em seguida, foram

adicionados 30 mL de solução de iodeto de potássio (KI) a 5% (m/v), preparada com reagente grau P.A., além de 10,0 mL de ácido acético glacial.

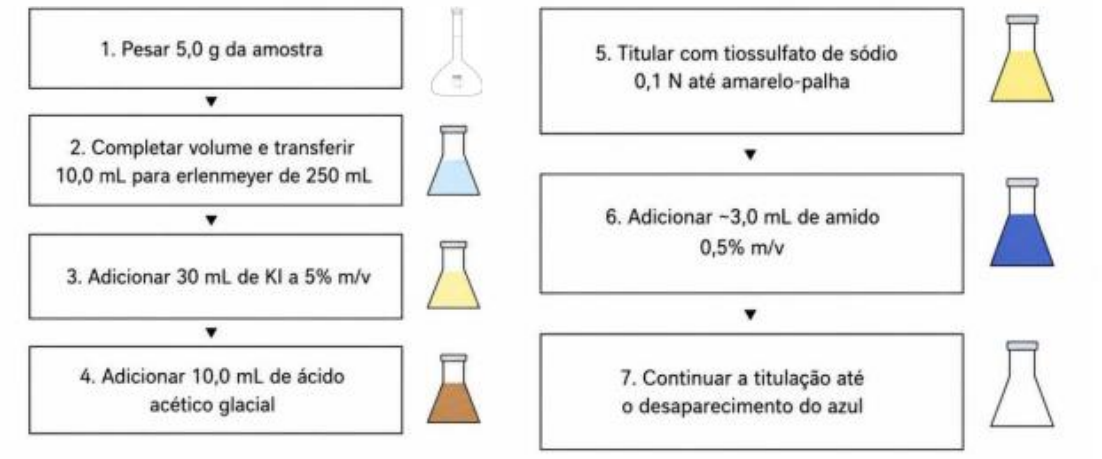
O iodo liberado foi titulado com solução padronizada de tiossulfato de sódio 0,1 N até obtenção de coloração amarelo-palha. Neste ponto, adicionou-se aproximadamente 3,0 mL de solução indicadora de amido a 0,5% (m/v), prosseguindo-se a titulação até o desaparecimento completo da coloração azul, caracterizando o ponto final da análise. O volume de tiossulfato de sódio consumido foi registrado para posterior cálculo do teor de cloro ativo. Todas as análises foram realizadas em triplicata, visando maior confiabilidade analítica e redução de erros experimentais.

Paralelamente à determinação do teor de cloro ativo, o pH de cada amostra foi mensurado por meio de pHmetro digital previamente calibrado com soluções-tampão padrão de pH 7,0 e 10,0, conforme recomendações do fabricante do equipamento. As medições foram realizadas em temperatura ambiente, diretamente nas amostras não diluidas, com o eletrodo imerso até estabilização da leitura. A determinação do pH teve como objetivo verificar a conformidade das amostras com o valor de pH superior a 11 estabelecido pela Portaria n.º 89/1994 do Ministério da Saúde, além de permitir a discussão de sua relação com a estabilidade do cloro ativo ao longo do período de monitoramento, uma vez que o pH é reconhecidamente um dos fatores que influenciam a velocidade de decomposição do hipoclorito de sódio (Occidental Chemical Corporation, 2014; American Water Works Association, 2006).

Os resultados obtidos permitiram verificar a conformidade do produto com a legislação vigente (RDC nº 42/2010 da Anvisa), que estabelece para a água sanitária um teor de cloro ativo entre 2,0% e 2,5% p/p durante o prazo de validade.

As análises foram realizadas em triplicata, visando aumentar a confiabilidade dos resultados. Para cada marca de água sanitária, foi considerada a média das três determinações. Os resultados obtidos para o teor de cloro ativo e o pH foram organizados e analisados no Microsoft Excel, que também foi empregado para a elaboração das tabelas, dos gráficos e dos cálculos estatísticos descritivos. A Figura 3 apresenta o fluxograma geral do procedimento utilizado para a determinação do teor de cloro ativo em água sanitária.

Figura 3- Fluxograma determinação de cloro ativo



Fonte: do autor, 2026.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

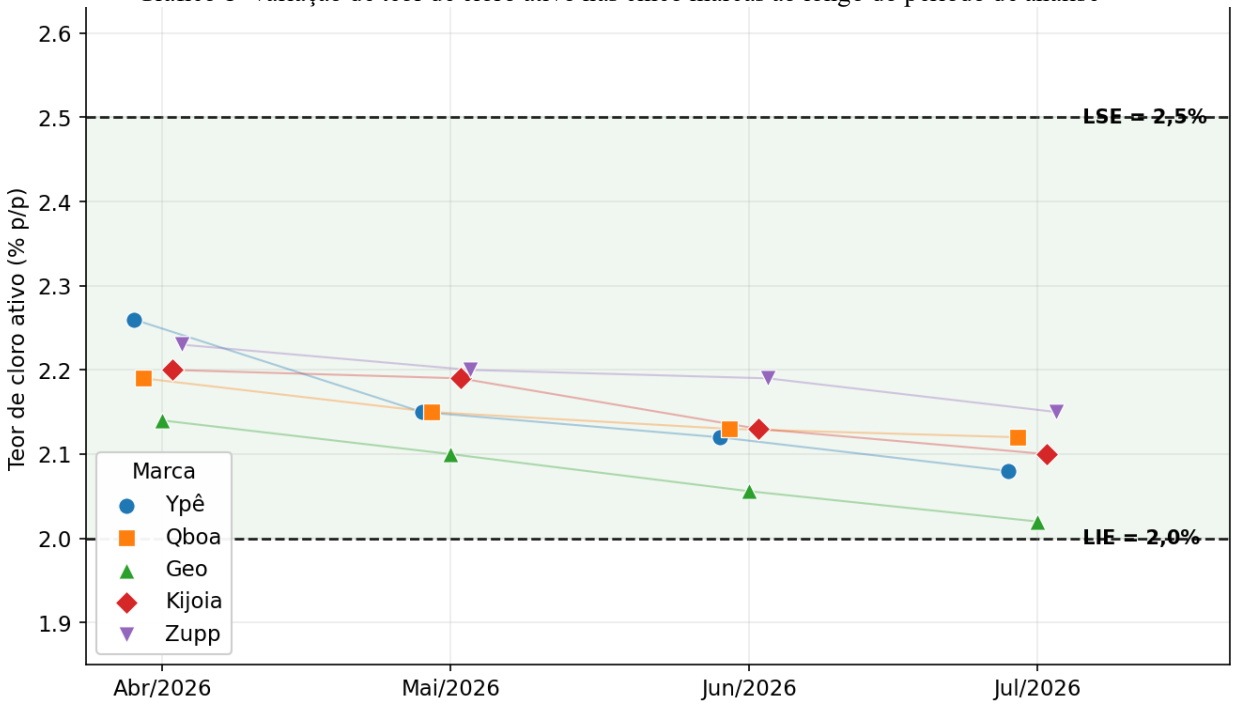
Os resultados das determinações de cloro ativo obtidos pelo método iodométrico nas cinco marcas avaliadas estão compilados na Tabela 1 e ilustrados no Gráfico 1. Os teores iniciais, determinados em abril de 2026, variaram entre 2,14% (Geo) e 2,26% (Ypê), todos dentro da faixa de 2,0% a 2,5% p/p exigida pela Portaria nº 89/1994 do Ministério da Saúde. Ao longo do período de monitoramento, encerrado em julho de 2026, foi possível registrar redução progressiva do cloro ativo em todas as amostras, com perdas acumuladas entre 3,20% (Qboa) e 7,96% (Ypê) em relação ao teor inicial. Apesar da queda observada, nenhuma das amostras ultrapassou o limite mínimo regulamentar de 2,0% p/p durante o período analisado.

Tabela 1 - Teor de cloro ativo (% p/p) em diferentes marcas de água sanitária

Marca	Fáb.	Val.	Abr/2026	Mai/2026	Jun/2026	Jul/2026	Perda total (%)
Ypê	07/2025	07/2026	2,26%	2,15%	2,12%	2,08%	-7,96%
Qboa	02/2026	02/2027	2,19%	2,15%	2,13%	2,12%	-3,20%
Geo	07/2025	07/2026	2,14%	2,10%	2,056%	2,02%	-5,61%
Kijoia	02/2026	02/2027	2,20%	2,19%	2,13%	2,10%	-4,55%
Zupp	03/2026	03/2027	2,23%	2,20%	2,19%	2,15%	-3,59%

Fonte: do autor, 2026.

Gráfico 1- variação de teor de cloro ativo nas cinco marcas ao longo do período de análise



Fonte: do autor, 2026.

A perda gradual de cloro ativo verificada nas amostras é consequência direta da instabilidade físico-química do hipoclorito de sódio. Em solução aquosa alcalina, o hipoclorito de sódio dissocia-se em íons sódio (Na^+) e hipoclorito (OCl^-), estabelecendo equilíbrio com o ácido hipocloroso (HOCl), conforme a Equação 4.

$$OCl^- + H_2O \rightleftharpoons HClO + OH^- \quad [4]$$

Em condições de armazenamento, especialmente na presença de temperaturas elevadas, luz ou impurezas metálicas, o hipoclorito sofre reações de decomposição que resultam na formação de cloreto (Cl^-) e clorato (ClO_3^-), conforme a Equação 5.

$$3OCl^- \rightarrow 2Cl^- + ClO3^- \quad [5]$$

As reações promovem a redução progressiva da concentração de espécies oxidantes responsáveis pela ação desinfetante, ocasionando a diminuição do teor de cloro ativo ao longo do armazenamento (WHITE, 2010; BLOCK, 2011). O Gráfico 1 apresenta a dispersão do teor de cloro ativo (% m/m) das cinco marcas avaliadas ao longo das quatro coletas realizadas entre abril e julho de 2026, juntamente com os limites de especificação estabelecidos pela Portaria nº 89/1994 do Ministério da Saúde e pela RDC nº 42/2010 da Anvisa (LIE = 2,0% e LSE = 2,5%). Essa representação permite visualizar a tendência de redução do teor de cloro ativo durante o período de monitoramento, bem como a conformidade de todas as amostras com os limites estabelecidos pela legislação.

Observa-se que, embora todas as marcas tenham permanecido dentro da faixa exigida durante todo o período monitorado, a distância em relação ao limite inferior (LIE = 2,0%) não foi uniforme entre os produtos. A marca Geo, fabricada em julho de 2025 e com validade até julho de 2026, apresentou a trajetória mais próxima do limite mínimo, atingindo 2,02% na última coleta (julho de 2026), apenas 0,02 ponto percentual acima do valor regulamentar mínimoEntre as marcas avaliadas, Geo e Ypê, pertencentes ao Grupo A (lotes fabricados em 2025), apresentaram as maiores reduções no teor de cloro ativo ao longo do período de monitoramento, quando comparadas às marcas do Grupo B (Qboa, Ki Joia e Zupp), cujos lotes foram fabricados em 2026. A marca Geo apresentou a trajetória mais próxima do limite mínimo regulamentar, atingindo 2,02% na última coleta (julho de 2026), apenas 0,02 ponto percentual acima do valor mínimo estabelecido pela legislação. Esse comportamento sugere que o maior tempo decorrido desde a fabricação dos lotes do Grupo A pode ter contribuído para a maior perda de cloro ativo, resultado compatível com a maior instabilidade do hipoclorito de sódio durante o armazenamento, conforme descrito na literatura (WHITE, 2010).

Do ponto de vista da segurança sanitária, a proximidade observada para a marca Geo é particularmente relevante: ainda que o produto tenha permanecido formalmente em conformidade durante todo o estudo, um período de monitoramento mais longo, ou condições de armazenamento levemente menos favoráveis, poderiam ser suficientes para que o teor de cloro ativo ultrapassasse o limite mínimo antes do término do prazo de validade declarado no rótulo. Esse achado evidencia a influência do tempo de armazenamento sobre a estabilidade do hipoclorito de sódio, ressaltando a importância do controle das condições de fabricação, armazenamento e distribuição para a manutenção do teor de cloro ativo, especialmente em regiões de clima quente, como o Centro-

Oeste brasileiro.

Com o objetivo de avaliar a estabilidade química das amostras durante o período de armazenamento, foram determinados os valores de pH das cinco marcas de água sanitária em todas as coletas. Os resultados, expressos como média das determinações em triplicata, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores de pH (média das triplicatas) determinados nas amostras de água sanitária.

Marca	Abr/2026	Mai/2026	Jun/2026	Jul/2026	Δ pH
Ypê	12,31	12,27	12,23	12,19	-0,12
Qboa	12,05	12,01	11,97	11,92	-0,13
Geo	12,04	12,00	11,95	11,90	-0,14
Kijoia	12,12	12,08	12,03	11,98	-0,14
Zupp	12,18	12,14	12,10	12,05	-0,13

Fonte: Do autor, 2026.

É possível observar que os valores de pH permaneceram entre 11,90 e 12,31 ao longo do período de monitoramento, com discreta redução em todas as marcas. Apesar dessa variação, os resultados indicam que as amostras mantiveram o caráter fortemente alcalino, condição importante para a estabilidade do hipoclorito de sódio, uma vez que valores elevados de pH reduzem a velocidade de decomposição do cloro ativo. As pequenas diferenças observadas entre as marcas podem estar relacionadas às características de formulação e ao tempo de armazenamento, não comprometendo a estabilidade dos produtos durante o período avaliado.

4.1 Temperatura de armazenamento durante o período experimental

O monitoramento da temperatura ambiente no local de armazenamento das amostras foi realizado diariamente, com auxílio de um termômetro digital, durante todo o período experimental. A Tabela 3 apresenta, para cada mês, as temperaturas mínima e máxima registradas, bem como a temperatura média calculada a partir dos registros diários. As temperaturas médias variaram entre 27,0 °C (maio de 2026) e 28,0 °C (abril e julho de 2026), com máximas de até 30,0 °C, caracterizando condições de armazenamento dentro da faixa considerada adequada para produtos à base de hipoclorito de sódio, cuja temperatura de armazenamento recomendada não deve ultrapassar 30 °C (WHITE, 2010).

Tabela 3 - Temperaturas registradas no local de armazenamento durante o período experimental

Período	T min (°C)	T máx. (°C)	T média (°C)
Abril/2026	25,0	30,0	28,0
Maio/2026	24,0	29,0	27,0
Junho/2026	25,0	30,0	28,0
Julho/2026	25,0	30,0	28,0

Fonte: do autor, 2026.

Os dados apresentados na Tabela 3 indicam que a temperatura de armazenamento permaneceu dentro da faixa recomendada para soluções de hipoclorito de sódio durante todo o período experimental. Dessa forma, não foi possível identificar influência significativa da temperatura sobre a degradação observada, uma vez que essa variável foi mantida sob condições controladas

4.2 Tratamento estatístico dos resultados

Com o objetivo de verificar a significância estatística das diferenças observadas entre as marcas e entre os grupos de fabricação, os dados foram submetidos à análise descritiva e à análise de variância, considerando o agrupamento das amostras de acordo com o período de fabricação. O Grupo A foi composto pelas marcas Ypê e Geo, fabricadas em julho de 2025, enquanto o Grupo B foi constituído pelas marcas Qboa, Kijoia e Zupp, fabricadas entre fevereiro e março de 2026.

Tabela 4- Estatística descritiva dos teores de cloro ativo (% p/p) por marca.

Marca	Média (%)	DP	CV (%)	Min	Máx.	Fáb.	Grupo
Ypê	2,152	0,077	3,59	2,08	2,26	07/25	A
Geo	2,079	0,052	2,51	2,02	2,14	07/25	A
Qboa	2,147	0,031	1,44	2,12	2,19	02/26	B
Kijoia	2,155	0,048	2,23	2,10	2,20	02/26	B
Zupp	2,192	0,033	1,51	2,15	2,23	03/26	B

Nota: DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação. Grupo A: fabricação 2025; Grupo B: fabricação 2026.
Fonte: do autor, 2026.

A análise descritiva dos teores de cloro ativo, apresentada na Tabela 4, revelou que as médias dos teores de cloro ativo foram de 2,152% para a Ypê e 2,079% para a Geo (Grupo A). Para o Grupo B, as médias foram de 2,147% para a Qboa, 2,155% para a Ki Joia e 2,192% para a Zupp. Os coeficientes de variação variaram entre 1,44% e 3,59%, indicando boa homogeneidade dos dados e confiabilidade analítica satisfatória para o método iodométrico empregado. Para verificar se as diferenças observadas entre os grupos de fabricação eram estatisticamente significativas, foi realizada uma análise de variância (ANOVA), considerando como grupos as amostras fabricadas em 2025 e em 2026. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Análise de variância (ANOVA) comparando os grupos de fabricação 2025 e 2026

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F cálc..	p-valor
Entre grupos	0,01164	1	0,01164	3,84	0,066
Dentro dos grupos	0,05455	18	0,00303	-	-
Total	0,06619	19	-	-	-

Nota: SQ = soma dos quadrados; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio;
F cálc. = valor calculado da estatística F; p-valor = nível de significância estatística.
Fonte: do autor, 2026.

A análise de variância (ANOVA) resultou em F = 3,84 e p = 0,066, valores inferiores ao critério de significância adotado. Assim, não foi possível rejeitar a hipótese nula ao nível de significância de 5%, indicando ausência de diferença estatisticamente significativa entre os grupos de fabricação. Entretanto, o p-valor próximo de 0,05 sugere uma tendência de diferença entre os grupos, que seria considerada significativa ao nível de 10%, indicando uma possível influência do período de fabricação sobre o teor médio de cloro ativo.

4.3 Influência do tempo de fabricação e do histórico de armazenamento

Um dos resultados de maior interesse deste trabalho foi a observação de uma tendência de diferença entre as taxas de degradação das marcas fabricadas em 2025 e aquelas produzidas em 2026. A análise de variância (ANOVA) indicou diferença entre os grupos de fabricação próxima do limiar de significância estatística, não atingindo o nível de significância de 5% adotado, mas sugerindo que as perdas observadas podem não se explicar apenas pela variabilidade experimental. As amostras do Grupo A apresentaram perda acumulada média de 6,79%, enquanto as do Grupo B registraram perda média de 3,78%, correspondendo a uma diferença de aproximadamente 3 pontos percentuais. Esse resultado deve ser interpretado com cautela, dado o número reduzido de marcas avaliadas, sendo recomendável sua confirmação em estudos com amostragem mais ampla.

Do ponto de vista químico, o hipoclorito de sódio sofre decomposição por duas vias principais. A primeira, denominada reação de desproporcionamento, produz clorato de sódio e cloreto de sódio conforme a equação 6, sendo favorecida por temperaturas elevadas e valores de pH inferiores a 11. A segunda via, de natureza catalítica, converte o hipoclorito em cloreto de sódio e oxigênio molecular descrito na equação 7, sendo acelerada pela presença de íons metálicos de transição, como Fe^{3+}, Cu^{2+} e Co^{2+}, mesmo em concentrações traço (Lister, 1956; Su et al., 2013). Ambas as reações reduzem o teor de cloro ativo sem gerar espécies com atividade germicida equivalente, comprometendo a eficácia desinfetante da solução.

$$3NaOCl \rightarrow NaClO_3 + 2\ NaCl \qquad [6]$$

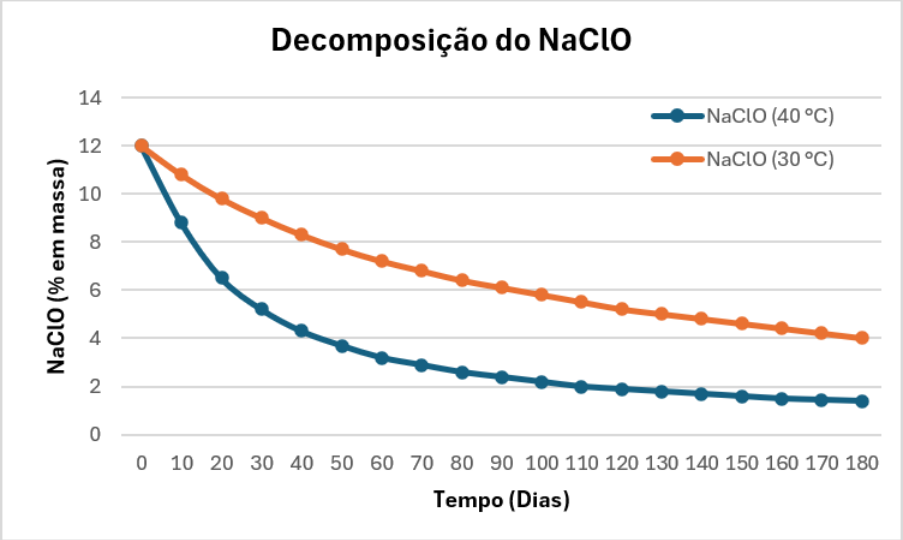
$$2NaOCl \rightarrow 2\ NaCl + O_2 \qquad [7]$$

A cinética de decomposição do hipoclorito de sódio segue, em condições usuais, um modelo de primeira ordem em relação à concentração do íon hipoclorito, sendo fortemente influenciada pela temperatura. De acordo com a equação de Arrhenius, a constante de velocidade da reação aumenta exponencialmente com a elevação da temperatura. Estimativas da literatura indicam que, para cada incremento de 10 °C na temperatura de armazenamento, a velocidade de decomposição pode aumentar entre duas e três vezes (White, 2010; Borin et al., 2006).

O Gráfico 2, ilustra esse comportamento ao comparar a redução do teor de NaClO a 30 °C e 40 °C ao longo de 180 dias. é possível observar que a curva correspondente a 40 °C apresenta queda significativamente mais acentuada nos primeiros 30 dias de armazenamento, enquanto a curva a 30 °C evidencia redução mais gradual da concentração. Esses resultados reforçam a interpretação de que diferenças térmicas ao longo da cadeia de distribuição podem provocar impactos expressivos na concentração de cloro ativo disponível ao consumidor final, mesmo

quando os produtos apresentam formulações e condições de fabricação semelhantes.

Gráfico 2- Decomposição de cloro ativo no hipoclorito de sódio em função da temperatura



Fonte: Adaptado Abiclor.

4.4 Conformidade regulatória e implicações para a saúde pública

Todas as cinco marcas avaliadas mantiveram o teor de cloro ativo acima do limite mínimo de 2,0% (p/p) ao longo de todo o período de monitoramento, em conformidade com a Portaria nº 89/1994 do Ministério da Saúde e com a RDC nº 42/2010 da Anvisa. Esse resultado demonstra que os produtos comercializados na região de Goiânia, nas condições e no período avaliados, atenderam aos requisitos mínimos de qualidade exigidos para sua comercialização.

Contudo, é necessário considerar que a conformidade com o limite mínimo estabelecido pela legislação não garante, por si só, a eficácia plena do produto em todas as suas aplicações. O cloro ativo atua primariamente por meio do ácido hipocloroso (HClO), espécie formada a partir da dissolução do hipoclorito de sódio em água e responsável pela oxidação de proteínas, enzimas e componentes lipídicos da membrana celular dos microrganismos (Block, 2011; McDonnell; Russell, 1999). Em situações de elevada demanda de cloro, como na desinfecção de superfícies com alta carga orgânica ou na higienização de hortifrutigranjeiros, a concentração efetiva de cloro disponível para a ação biocida pode ser significativamente inferior ao teor nominal declarado no rótulo, reduzindo a eficácia do produto em comparação com a esperada pelo consumidor (White, 2010).

Nesse contexto, produtos adquiridos próximos ao vencimento ou submetidos a condições inadequadas de armazenamento ao longo da cadeia de distribuição podem apresentar capacidade desinfetante reduzida, mesmo permanecendo formalmente em conformidade com a legislação vigente. Esse aspecto reforça a importância da adoção de práticas adequadas de controle térmico e de gestão de estoque por fabricantes, distribuidores e varejistas, especialmente em regiões de clima quente, como o Centro-Oeste brasileiro, onde as condições ambientais podem acelerar a degradação do princípio ativo durante o prazo de validade.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo determinar e comparar o teor de cloro ativo em diferentes marcas de água sanitária comercializadas em Goiânia e região, avaliando sua conformidade com os requisitos estabelecidos pela legislação brasileira vigente. Os resultados obtidos por meio do método iodométrico, conforme a ABNT NBR 9425:2005, demonstraram que todas as amostras analisadas apresentaram teores de cloro ativo dentro da faixa exigida de 2,0% a 2,5% (p/p), permanecendo em conformidade durante todo o período de monitoramento, compreendido entre abril e julho de 2026.

Observou-se redução gradual do teor de cloro ativo em todas as marcas avaliadas, com perdas variando entre 3,20% e 7,96% em relação ao teor inicial. A análise de variância (ANOVA) indicou uma diferença entre os grupos de fabricação próxima do limiar de significância estatística ($F = 3,84$; $p = 0,066$), não atingindo o nível de significância de 5% adotado, ainda que as amostras produzidas em julho de 2025 tenham apresentado perdas médias consideravelmente superiores às observadas nas amostras fabricadas em 2026. Esse comportamento sugere, de forma preliminar, que o tempo transcorrido desde a fabricação, aliado às condições de armazenamento e ao histórico de distribuição, pode exercer influência sobre a estabilidade do hipoclorito de sódio, constituindo um uma possível relevante deste trabalho que merece confirmação em estudos futuros com maior número de marcas e replicatas por grupo.

Os resultados demonstram que os produtos comercializados na região avaliada atendem aos requisitos mínimos de qualidade estabelecidos pela legislação vigente. Entretanto, evidenciam a importância do controle das condições de armazenamento e distribuição para a manutenção da estabilidade química e da eficácia sanitizante ao longo do prazo de validade.

Por fim, estudos futuros poderão contemplar um número maior de marcas, diferentes condições de temperatura e períodos mais longos de monitoramento, além da avaliação das condições térmicas ao longo de toda a cadeia de distribuição. Tais abordagens poderão ampliar o conhecimento sobre os fatores que influenciam a estabilidade da água sanitária comercializada no Brasil e contribuir para o aperfeiçoamento das práticas de controle de qualidade do setor.

6. REFERÊNCIAS

Abiclor – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ÁLCALIS, CLORO E DERIVADOS. *Manual de hipoclorito de sódio*. São Paulo, 1993.

Abiclor. *Cloro e seus derivados*. São Paulo, 2022.

ADAM, L. C.; GORDON, G. Hypochlorite ion decomposition: effects of temperature, ionic strength, and chloride ion. *Inorganic Chemistry*, v. 38, n. 6, p. 1299–1304, 1999.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. *Water chlorination/chloramination practices and principles*. 2. ed. Denver: AWWA, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12772: Agrotóxicos e afins — Determinação do pH e/ou pOH. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9425: Hipoclorito de sódio — Determinação de cloro ativo — Método volumétrico. Rio de Janeiro, 2005.

BLOCK, S. S. *Disinfection, sterilization, and preservation*. 5. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011.

BORIN, G.; ESTRELA, C. R. A.; ESTRELA, C. Efeitos da temperatura e do tempo de armazenamento na estabilidade química de soluções de hipoclorito de sódio. *Revista de Odontologia da UNESP*, v. 35, n. 4, p. 322–328, 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 59, de 17 de dezembro de 2010. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 207, de 3 de janeiro de 2018. Dispõe sobre a rotulagem de produtos saneantes. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Saneantes*. Brasília, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/Anvisa/pt-br/assuntos/saneantes. Acesso em: 10 dez. 2025.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 89, de 25 de agosto de 1994. Aprova as normas para registro de água sanitária e alvejante. *Diário Oficial da União*, Brasília, 1994.

FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. *Saneantes: o que são?* Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: https://www.fiocruz.br. Acesso em: 10 dez. 2025.

ILO – INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION. *International Chemical Safety Cards: Sodium hypochlorite*. Geneva, 2023.

LUCCA, D. A. Avaliação da degradação de cloro ativo em hipoclorito de sódio comercial. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

MCDONNELL, G.; RUSSELL, A. D. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clinical Microbiology Reviews*, v. 12, n. 1, p. 147–179, 1999.

OCCIDENTAL CHEMICAL CORPORATION (OXYCHEM). *Sodium hypochlorite handbook*. Dallas, 2014.

OLIN CORPORATION. *Sodium hypochlorite manual*. Clayton, 2016.

PEREIRA, E. A. et al. Produção de hipoclorito de sódio. *Revista Virtual de Química*, v. 12, n. 4, p. 930–945, 2020.

MUSCETTA, M.; PORTARAPILLO, M.; DI BENEDETTO, A.; ANDREOZZI, R. Risk analysis of the sodium hypochlorite production process: focus on the chlorine line. *Chemical Engineering Journal Advances*, v. 12, p. 100381, 2022.

RSC – ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY. *Chlorine*. London, 2020. Disponível em: https://www.rsc.org. Acesso em: 10 dez. 2025.

SHREVE, R. N.; BRINK JR., J. A. *Indústrias de processos químicos*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

SU, C.-B. et al. Manufacture characteristics of metal oxide–hydroxides for the catalytic decomposition of sodium hypochlorite solution. *Chemical Engineering Journal*, v. 220, p. 52–58, 2013.

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

VOGT, H. et al. Chlorine oxides and chlorine oxygen acids. In: *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Weinheim: Wiley-VCH, 2010.

WHITE, G. C. *White's handbook of chlorination and alternative disinfectants*. 5. ed. Hoboken: Wiley, 2010.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19*. Geneva, 2021.