

Avaliação do Teor de Cloro Ativo e da Conformidade Regulatória de Águas Sanitárias Comercializadas em São Gonçalo

Evaluation of Active Chlorine Content and Regulatory Compliance of Household Bleach Commercialized in São Gonçalo

Hugo Andrade Arca,^{a,*} Lohanna Almeida Sousa,^a Lucas Antunes Pereira Muritiba^a

^a Instituto Federal do Rio de Janeiro, Campus São Gonçalo, CEP 24425-000, São Gonçalo-RJ, Brasil

*E-mail: hugo.arca@ifrrj.edu.br

Submissão: 10 de Fevereiro de 2026 – Aceite: 5 de Maio de 2026 – Publicado online: 13 de Maio de 2026

The present study aimed to evaluate the active chlorine content in clandestine and regularized household bleach samples acquired in the city of São Gonçalo, Brazil. The results revealed significant nonconformities, as all clandestine samples exhibited active chlorine contents below the minimum range established by ANVISA (2.0–2.5% w/w). Factors such as inadequate packaging, ambient storage conditions, and possible improper dilutions may contribute to sodium hypochlorite decomposition and to the reduced chlorine content observed in these products. Among the regularized samples analyzed, only two brands presented active chlorine contents within the regulatory limits. From an economic perspective, although clandestine products are sold at lower prices, they may represent a higher cost to consumers when the price per gram of active chlorine is considered. With respect to disinfection efficacy, only the regularized samples reached active chlorine levels above values commonly reported in the literature for disinfection purposes, although no direct assessment of antimicrobial efficacy was performed. Overall, the results highlight the importance of strengthened regulatory surveillance of household bleach products marketed in São Gonçalo, since clandestine samples showed inadequate active chlorine concentrations.

Keywords: Household bleach; active chlorine; iodometry; quality control; public health.

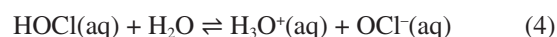
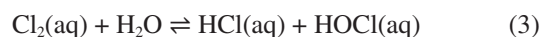
1. Introdução

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é um dos desinfetantes clorados mais utilizados, sendo o principal componente da água sanitária.¹ Sua ampla aplicação na desinfecção de sistemas hídricos e superfícies está relacionada à elevada eficácia e ao baixo custo.^{2,3} Em comparação com outros desinfetantes clorados, o NaOCl apresenta menor toxicidade e maior facilidade de manuseio, preparo e aplicação, o que favorece seu uso em unidades de saúde de pequeno porte.^{4,5}

Em aplicações domésticas, o hipoclorito de sódio é utilizado na forma de água sanitária, a qual pode ser produzida industrialmente por meio da eletrólise de uma solução de cloreto de sódio (NaCl), processo conhecido como cloro-álcali. Nesse processo, ocorre a formação de cloro gasoso (Cl₂(g)) no ânodo e hidrogênio gasoso (H₂(g)) no cátodo. Em seguida, o Cl₂(g) reage com o hidróxido de sódio (NaOH), também gerado durante o processo, resultando na formação de hipoclorito de sódio em solução (equação 1).^{6,7}



A ação desinfetante da água sanitária está diretamente relacionada a quantidade de cloro ativo presente no produto, definido como a quantidade de cloro que pode ser liberada sob a ação de um ácido diluído.⁸ Os equilíbrios químicos envolvendo as espécies provenientes da solubilização do gás cloro em água podem ser vistos nas equações 2,3 e 4.

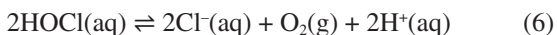
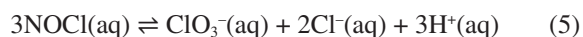


A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define a água sanitária como uma solução aquosa constituída hipoclorito de sódio (NaOCl) ou hipoclorito de cálcio (Ca(ClO)₂) com teor de cloro ativo entre 2,0 e 2,5 % (m/m).⁹ Concentrações inferiores ao limite mínimo estabelecido pela ANVISA podem comprometer a eficácia na desinfecção, ao passo que concentrações superiores ao limite máximo podem causar danos às superfícies nas quais o produto é utilizado.¹⁰

Outro fator relevante é o pH da água sanitária, que

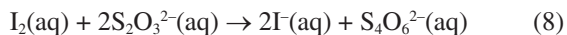
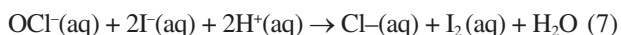
geralmente se encontra entre 11,5 e 13,5, sendo fundamental para a estabilidade e conservação do produto.¹¹ Além disso, o pH influencia diretamente a desinfecção de superfícies, uma vez que, à medida que o pH diminui, ocorre uma maior formação de ácido hipocloroso (HOCl), principal agente antimicrobiano. Assim, para aumentar a eficiência da água sanitária, recomenda-se a diluição do produto, conforme orientação indicada no rótulo. Nesse contexto, o rótulo deve apresentar claramente informações como teor de cloro ativo, instruções de diluição, data de fabricação e prazo de validade, entre outras.

Um aspecto importante é a instabilidade do hipoclorito de sódio decorrente de sua degradação progressiva durante o seu armazenamento, especialmente em condições que favorecem a formação de ácido hipocloroso (HOCl). Fatores como temperatura ambiente, luz solar, abertura frequente da embalagem e tipo de recipiente interferem significativamente na concentração de cloro ativo ao longo do tempo.^{12,13,14,15} A redução da quantidade de hipoclorito (devido a reações de decomposição), e conseqüentemente de cloro ativo, pode variar de 1,8 % a 10% ao dia, respectivamente, para recipientes opacos e transparentes.¹⁶ Algumas reações de decomposição envolvendo o HOCl podem ser vistas nas equações 5 e 6.^{17,18}



Além dessas implicações, soma-se a este problema a comercialização clandestina de água sanitária em diversos pontos de venda no Brasil, principalmente em pequenos estabelecimentos comerciais, o que reforça a necessidade de fiscalização e monitoramento desses produtos. A determinação do teor de cloro ativo presente na água sanitária pode ser feita por um método clássico de volumetria denominado de iodometria.¹⁹

A iodometria consiste em um método indireto de titulação, no qual o analito (agente oxidante) reage inicialmente com um excesso de iodeto, formando-se iodo. O iodo gerado é então titulado com uma solução padronizada de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), cujo ponto final da titulação é identificado pelo desaparecimento de um complexo azul I_2 -amido (indicador).²⁰ O agente oxidante presente na água sanitária é o hipoclorito de sódio (NaOCl), e as reações envolvidas nesta titulação podem ser vistas nas equações 7 e 8.



É importante destacar que a iodometria não necessita

de um laboratório altamente equipado para ser empregada, bastando apenas ter os reagentes com um grau de pureza adequado, uma balança analítica e vidrarias específicas, tais como bureta, pipeta volumétrica entre outras vidrarias, o que a torna bastante acessível. Há inúmeros trabalhos descritos na literatura sobre a determinação de cloro ativo em água sanitária em diversas cidades brasileiras.^{21,22} No entanto, até o presente momento, não há registro desses estudos na cidade de São Gonçalo. Diante deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo determinar o teor de cloro ativo em amostras de água sanitária comercializadas na cidade de São Gonçalo, utilizando-se o método iodométrico.

A cidade de São Gonçalo fica localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro, sendo uma das mais populosas do estado, com cerca de 900 mil habitantes, e apresentando uma atividade econômica diversificada entre comércio, prestação de serviços e indústrias.^{23,24} Apesar de sua relevância econômica e do alto número de habitantes, a cidade de São Gonçalo carece de trabalhos acadêmicos voltados para a área da química, que poderiam trazer indicativos aos órgãos competentes e, conseqüentemente, melhorias para a sociedade são gonçalense. Este é um dos motivos pelos quais surge o presente trabalho, cujo objetivo é fornecer aos órgãos competentes, por meio da análise iodométrica de amostras de águas sanitárias comercializadas na cidade de São Gonçalo, informações que possam auxiliar no controle de qualidade e fiscalização destes produtos.

2. Experimental

2.1. Medições de pH

O pH das amostras foi determinado utilizando-se um medidor de pH de bancada (Hanna Instruments), previamente calibrado com soluções tampão padrão.

2.2. Reagentes

Os reagentes utilizados na análise iodométrica, seguidos de seus fabricantes e grau de pureza, foram: iodato de potássio (KIO_3 , Neon, PA, 99,5%), iodeto de potássio (KI, Dinâmica, PA/ACS, 99%), ácido sulfúrico (H_2SO_4 , Neon, PA/ACS, 97,8%), tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, Dinâmica, PA/ACS, 99,5%), carbonato de cálcio (CaCO_3 , Proquimios, PA, 99%) e amido solúvel ($(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, Êxodo Científica, PA, 99,6%).

2.3. Titulação volumétrica (iodometria)

A solução de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) foi preparada dissolvendo-se 24,8 g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ e 0,1 g de CaCO_3 em

500 mL de água destilada, sendo posteriormente avolumada em um balão volumétrico de 1 L. Em seguida, parte da solução de tiosulfato de sódio foi inserida em uma bureta e padronizada com uma solução de KIO_3 ($0,01667 \text{ mol L}^{-1}$). Para tanto, 5,00 mL da solução de KIO_3 foram inseridos em um Erlenmeyer, ao qual foram acrescentados 10,0 mL de KI 5 % (m/v) e 10,0 mL de H_2SO_4 10% (m/v). O amido foi adicionado próximo ao ponto final da titulação (coloração levemente amarelada), tornando a solução azulada, a qual ficou descolorida no término da titulação. Todo o procedimento de padronização foi feito em triplicata. Em seguida, a solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ foi armazenada em um frasco âmbar e mantida em um local escuro.

Para a análise da água sanitária, realizou-se inicialmente uma diluição 1:10, seguida da titulação com a solução padronizada de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Para isso, 25,00 mL da amostra diluída de água sanitária foram transferidos para um Erlenmeyer e adicionaram-se 10,0 mL de KI 5 % (m/v) e 10,0 mL de H_2SO_4 10% (m/v). A titulação foi realizada conforme descrito anteriormente, realizando-se uma triplicata para cada amostra.

2.4. Amostras analisadas de água sanitárias

Foram analisadas 4 amostras regularizadas (R) e 8 amostras clandestinas (C), onde todas estas foram adquiridas em estabelecimentos comerciais da cidade de São Gonçalo.

3. Resultados e Discussão

3.1. Características dos recipientes da água sanitária

Inicialmente, é importante ressaltar que as amostras regularizadas estavam armazenadas em um recipiente opaco de plástico, o que é recomendável. Por outro lado, as amostras clandestinas estavam armazenadas em garrafas PET transparentes (polietileno tereftalato), comumente utilizadas para refrigerantes, o que já indica uma inadequação no armazenamento, visto que a água sanitária, mais precisamente o HOCl , pode se decompor sob ação da luz.^{25,26,27} À

medida que ocorre a decomposição do ácido hipocloroso, a concentração de hipoclorito também diminui, devido ao princípio de Le Chatelier, resultando em perda de cloro ativo.

Somado a isso, os rótulos presentes nas amostras clandestinas faltavam informações básicas, tais como o teor de cloro ativo, data de fabricação e validade, entre outros (Tabela 1). Esse fato, por si só, é preocupante, tornando-se necessária uma maior ação dos órgãos fiscalizadores. Outro ponto a se destacar é que as amostras clandestinas são comercializadas com o nome de *Cloro*, o que pode passar a impressão de um produto com maior concentração e alto poder de desinfecção.

3.2. Análise do teor de cloro ativo

Conforme mencionado, a ANVISA estabelece que os teores de cloro ativo da água sanitária devem estar entre 2,0 e 2,5 % (m/m). A análise por iodometria das águas sanitárias comercializadas na cidade de São Gonçalo revelou resultados preocupantes: todas as amostras clandestinas apresentaram teores abaixo do valor mínimo estabelecido. Já entre as amostras regularizadas, três amostras ficaram dentro da faixa estabelecida pela ANVISA. Tais resultados podem ser visualizados na Tabela 2.

Através da Tabela 2 observa-se que as amostras clandestinas apresentaram um teor de cloro ativo muito abaixo do estabelecido pela ANVISA. Além do fator de armazenamento dessas soluções (garrafas PET transparentes), que contribui para a decomposição do produto, pode estar ocorrendo adulteração ou diluição do produto visando maior lucro e, conseqüentemente, trazendo prejuízos ao consumidor. Em relação às amostras regularizadas, apenas a amostra R2 teve teor de cloro ativo abaixo do estabelecido pela ANVISA, demonstrando um maior rigor na fabricação destes produtos.

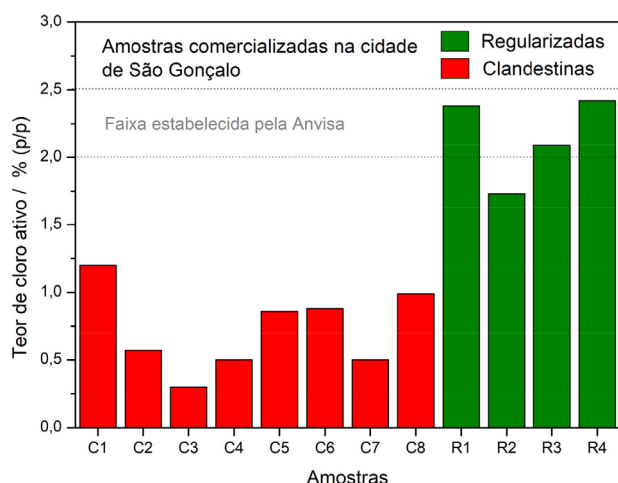
Além disso, os valores de pH mostram uma tendência de as amostras clandestinas terem um valor de pH inferior aos das amostras regularizadas. Na medida que o pH diminui, aumenta-se a concentração de ácido hipocloroso e, conseqüentemente, uma maior decomposição do produto.²⁸

Tabela 1. Embalagem e informações presentes nos rótulos das amostras clandestinas e regularizadas obtidas na cidade de São Gonçalo

Amostras	Imagem	Embalagem Adequada	Informação sobre Teor de Cloro Ativo	Data de Validade	Data de Fabricação
Clandestina					
Regularizada					

Tabela 2. Análise do teor de cloro ativo nas amostras de água sanitária adquiridas na cidade de São Gonçalo

Grupo	Identificação	% de Cloro Ativo (m/m)	pH	Tipo de Embalagem
Clandestina	C1	1,20 ± 0,04	12,80 ± 0,05	PET/Transparente
Clandestina	C2	0,57 ± 0,01	12,90 ± 0,03	PET/Transparente
Clandestina	C3	0,30 ± 0,03	11,48 ± 0,10	PET/Transparente
Clandestina	C4	0,50 ± 0,02	12,29 ± 0,06	PET/Transparente
Clandestina	C5	0,86 ± 0,04	12,50 ± 0,10	PET/Transparente
Clandestina	C6	0,88 ± 0,02	12,05 ± 0,08	PET/Transparente
Clandestina	C7	0,50 ± 0,03	11,45 ± 0,15	PET/Transparente
Clandestina	C8	0,99 ± 0,02	12,15 ± 0,09	PET/Transparente
Regularizada	R1	2,38 ± 0,01	13,50 ± 0,11	Polietileno/opaco
Regularizada	R2	1,73 ± 0,14	13,46 ± 0,15	Polietileno/opaco
Regularizada	R3	2,09 ± 0,10	13,26 ± 0,04	Polietileno/opaco
Regularizada	R4	2,42 ± 0,20	13,55 ± 0,13	Polietileno/opaco

**Figura 1.** Análise do teor de cloro ativo em águas sanitárias obtidas na cidade de São Gonçalo

Torna-se válido ressaltar que este estudo possui um caráter exploratório e não probabilístico. Sendo assim, os resultados apresentados fornecem um indicativo de qualidade das águas sanitárias comercializadas na região, sem pretensão de generalização estatística para todo o município de São Gonçalo.

3.3. Análise estatística dos teores de cloro ativo dos fabricantes

Inicialmente, os resultados do teor de cloro ativo foram comparados entre si por meio de análise de variância (ANOVA de uma via), com o objetivo de comprovar a existência de diferenças estatísticas significativas entre as amostras. Em seguida, cada amostra foi avaliada individualmente pelo teste *t* unilateral à direita, comparando-se o valor médio obtido com o limite mínimo estabelecido pela ANVISA (2,0% p/p), para averiguar se o teor de cloro ativo era estatisticamente superior ao mínimo exigido.

Ambos os testes foram realizados com nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$), e os resultados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. ANOVA e teste *t* aplicada aos teores de cloro ativo dos fabricantes

Teste Estatístico		Parâmetro	
ANOVA	Amostra	$F_{\text{calculado}}$	$F_{\text{crítico}}$
		271,96	2,22
teste <i>t</i> (uma amostra, unicaudal à direita, $gl = 2$, $\alpha = 0,05$)	Amostra	$t_{\text{calculado}}$	$t_{\text{crítico}}$
	C1	-38,02	2,92
	C2	-324,15	
	C3	-110,49	
	C4	-136,09	
	C5	-51,54	
	C6	-116,14	
	C7	-77,99	
	C8	-91,08	
	R1	86,85	
	R2	-13,64	
	R3	1,57	
	R4	3,62	

A ANOVA indicou que as amostras diferem significativamente entre si, uma vez que $F_{\text{calculado}} \gg F_{\text{crítico}}$, evidenciando que a variabilidade entre os produtos é muito maior do que a variabilidade experimental. Esse resultado é reforçado pelo valor-P extremamente baixo ($P = 2,13 \times 10^{-22}$), corroborando com a improbabilidade das amostras apresentarem a mesma média.

Em relação ao teste *t*, apenas as amostra R1 e R4 apresentaram $t_{\text{calculado}} > t_{\text{crítico}}$, revelando que apenas estes produtos possuem teor de cloro ativo estatisticamente superior ao mínimo estabelecido pela ANVISA.

Ressalta-se que a amostra R3, embora com média superior ao mínimo estabelecido pela ANVISA, estaria, estatisticamente, fora da conformidade. Portanto, apenas 2 amostras, dentre 12, estavam, adequadamente, dentro das conformidades.

Esses resultados comprovam a necessidade de fiscalização rigorosa e controle de qualidade mais efetivo, uma vez que a maioria das amostras não atende aos padrões legais, podendo comprometer a segurança e eficácia da água sanitária comercializada.

3.4. Relação custo x benefício

Diante da grande discrepância entre os teores de cloro ativo das amostras regularizadas e clandestinas, é relevante comparar o preço destes produtos por grama de cloro ativo. Essa comparação foi realizada com base nos valores descritos da Tabela 2, utilizando-se como base de cálculo 2 litros de água sanitária (volume das amostras clandestinas e regularizadas). Os preços foram obtidos a partir dos estabelecimentos de São Gonçalo, onde as amostras de águas sanitárias foram adquiridas. Estes resultados podem ser vistos na Tabela 4 e Figura 2.

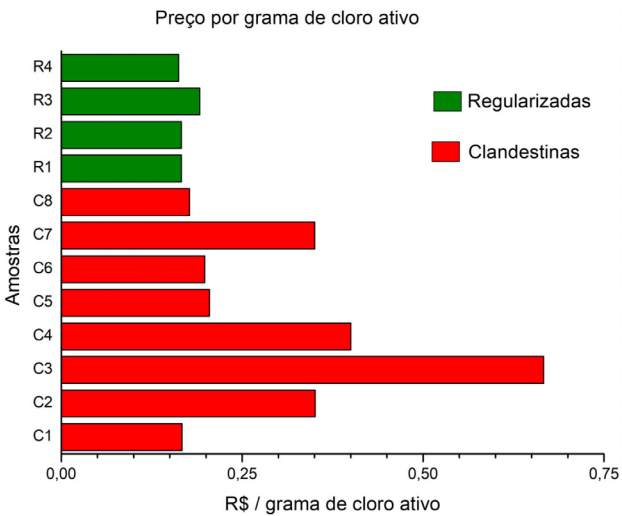


Figura 2. Comparação de preço entre as amostras de água sanitária analisadas

A partir desses resultados, observa-se que as amostras R1, R3 e R4, além de apresentarem teor de cloro ativo dentro da faixa estabelecida pela ANVISA, destacam-se como opções economicamente vantajosas, mesmo possuindo os maiores preços absolutos. Do ponto de vista econômico, não se verificam diferenças relevantes no custo por grama de cloro ativo entre as amostras regularizadas e as amostras clandestinas C1, C5, C6 e C8. É importante reforçar que de todas as amostras clandestinas e a amostra R2 possuíam teores de cloro ativo inferior a 2,0 % (p/p).

Contudo, torna-se evidente que, além de apresentarem concentrações de cloro ativo muito inferiores ao limite mínimo estabelecido pela ANVISA, as amostras clandestinas (C2, C3, C4 e C7) podem ser consideradas mais onerosas ao consumidor, uma vez que o custo por grama de cloro ativo nessas amostras foi superior ao observado nas demais amostras regularizadas.

3.5. Ação desinfetante em alimentos

Para a desinfecção de alimentos, recomenda-se a diluição da água sanitária (1 colher de sopa (8 mL) de água sanitária para 1 L de água). Tais informações são amplamente difundidas por meios de comunicação e descritas nos rótulos dos produtos regularizados.²⁹ Estudos mostram que a concentração mínima de cloro ativo necessária para se desinfetar alimentos é próxima de 0,0100% (m/m).¹³ A partir disso, pode-se estabelecer um estudo para verificar se as amostras de águas sanitárias analisadas neste trabalho poderiam ser utilizadas na desinfecção de alimentos, considerando a diluição recomendada nos rótulos das águas sanitárias regularizadas. Os resultados estão apresentados na Tabela 5.

A partir dos resultados da Tabela 5, verifica-se que as amostras clandestinas não atingem, após diluição,

Tabela 4. Comparação de preço entre as amostras de água sanitária analisadas.

Grupo	Identificação	Quantidade (g) de Cloro Ativo em 2L	Preço*/ 2L	Preço/g de Cloro Ativo
Clandestina	C1	24,00	R\$ 4,00	R\$ 0,17
Clandestina	C2	11,40	R\$ 4,00	R\$ 0,35
Clandestina	C3	6,00	R\$ 4,00	R\$ 0,67
Clandestina	C4	10,00	R\$ 4,00	R\$ 0,40
Clandestina	C5	17,10	R\$ 4,00	R\$ 0,20
Clandestina	C6	17,66	R\$ 4,00	R\$ 0,20
Clandestina	C7	10,00	R\$ 4,00	R\$ 0,35
Clandestina	C8	19,77	R\$ 4,00	R\$ 0,18
Regularizada	R1	47,60	R\$ 7,89	R\$ 0,17
Regularizada	R2	33,60	R\$ 6,00	R\$ 0,18
Regularizada	R3	41,80	R\$ 7,99	R\$ 0,19
Regularizada	R4	48,40	R\$ 7,84	R\$ 0,16

*Preço referente ao período entre 08/2025 e 04/2026 em alguns pontos comerciais de São Gonçalo.

Tabela 5. Teor de cloro ativo para uso diário das amostras analisadas, após diluição recomendada nos rótulos das amostras regularizadas

Grupo	Identificação	% de Cloro Ativo (m/m)	Concentração Após Diluição Recomendada / % (m/m)	Teor de Cloro Ativo Mínimo para Ação Antimicrobiana / % (m/m)
Clandestina	C1	1,20 ± 0,04	0,0096	0,0100
Clandestina	C2	0,57 ± 0,01	0,0046	
Clandestina	C3	0,30 ± 0,03	0,0024	
Clandestina	C4	0,50 ± 0,02	0,0040	
Clandestina	C5	0,86 ± 0,04	0,0068	
Clandestina	C6	0,88 ± 0,02	0,0071	
Clandestina	C7	0,50 ± 0,03	0,0040	
Clandestina	C8	0,99 ± 0,02	0,0079	
Regularizada	R1	2,38 ± 0,01	0,0190	
Regularizada	R2	1,73 ± 0,14	0,0138	
Regularizada	R3	2,09 ± 0,10	0,0167	
Regularizada	R4	2,42 ± 0,20	0,0194	

concentrações de cloro ativo comparáveis aos valores de referência descritos na literatura para aplicações de desinfecção, o que pode comprometer seu desempenho esperado em condições reais de uso.

4. Conclusão

Diante do que foi apresentado, pode-se concluir que se faz necessária a intensificação da fiscalização da conformidade dos produtos e dos estabelecimentos responsáveis por sua comercialização na cidade de São Gonçalo. Todas as amostras clandestinas apresentaram teor de cloro ativo inferior ao mínimo estabelecido pela ANVISA. Já dentre as amostras regularizadas analisadas, apenas 2 tiveram o teor de cloro ativo, estatisticamente comprovado, superior a 2,0 % (p/p).

Outro ponto a se destacar, é que o uso das águas sanitárias clandestinas pode trazer malefícios para a população, principalmente quando utilizadas conforme recomendações usuais de diluição para higienização de alimentos, podendo não atingir concentrações de cloro ativo compatíveis com valores de referência reportados na literatura.

Além disso, torna-se importante ressaltar que, embora as águas sanitárias clandestinas sejam mais baratas quando comparadas às regularizadas, ao analisar o valor pago por grama de cloro ativo, fica evidente que as amostras clandestinas apresentam um custo mais elevado. Somado ao fato de não respeitarem as faixas de concentração estabelecidas pela ANVISA, pode-se concluir que o consumidor paga mais caro por um que não apresenta concentração de cloro ativo compatível com os padrões recomendados.

Por fim, o presente trabalho apresenta uma visão

panorâmica do cenário de águas sanitárias comercializadas na cidade de São Gonçalo e pode contribuir para que os órgãos competentes tenham parâmetros para uma maior fiscalização desses produtos.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal do Rio de Janeiro – Campus São Gonçalo pela bolsa de monitoria destinada à aluna Lohanna Almeida Sousa, além do uso dos laboratórios e por ter disponibilizado todos os reagentes necessários para as análises.

Contribuições do Autor

Todos os autores participaram do projeto de forma efetiva, seja na elaboração dos experimentos, seja na construção e revisão do artigo.

Referências Bibliográficas

- 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* **2022**, *12*, 100381. [Crossref]
- Cheng, X.; Wang, S.; Huang, W.; Wang, F.; Fang, S.; Ge, R.; Zhang, Q.; Zhang, L.; Du, W.; Fang, F.; Feng, Q.; Cao, J.; Luo, J.; Current status of hypochlorite technology on the wastewater treatment and sludge disposal: Performance, principals and prospects. *Science of The Total Environment* **2022**, *803*, 150085. [Crossref]
- Pan, R.; Zhang, T.-Y.; He, H.; Zheng, Z.-X.; Dong, Z.-Y.; Zhao, H.-X.; Xu, M.-Y.; Luo, Z.-N.; Hu, C.-Y.; Tang, Y.-L.; El-Din, M.

- G.; Xu, B.; Mixed chlorine/chloramines in disinfected water and drinking water distribution systems (DWDs): A critical review. *Water Research* **2023**, *247*, 120736. [Crossref]
4. Wang, J.; Shen, J.; Ye, D.; Yan, X.; Zhang, Y.; Yang, W.; Li, X.; Wang, J.; Zhang, L.; Pan, L.; Disinfection technology of hospital wastes and wastewater: Suggestions for disinfection strategy during coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic in China. *Environmental Pollution* **2020**, *262*, 114665. [Crossref] [PubMed]
5. Gallandat, K.; Kolus, R. C.; Julian, T. R.; Lantagne, D. S.; A systematic review of chlorine-based surface disinfection efficacy to inform recommendations for low-resource outbreak settings. *American Journal of Infection Control* **2021**, *49*, 90. [Crossref] [PubMed]
6. Medina Collana, J. T.; Ancieta Dextre, C. A.; Rodriguez Taranco, O. J.; Azorza Guillen, K. R.; Roca Pelayo, C. L.; Hurtado, D. G.; Ramirez, D. M.; Alvarez López, S. P.; Electrosynthesis of Sodium Hypochlorite using ion Exchange Membrane. *Chemical Engineering Transactions* **2025**, *117*, 1219. [Crossref]
7. Shreeve, R. N.; Brink, J. J.; *Indústria de Processos Químicos*. Guanabara Koogan S.A.: Rio de Janeiro, 1997.
8. Rosa, G.; Gauto, M.; Gonçalves, F.; *Química Analítica: Práticas de Laboratório*. Bookman: Porto Alegre, 2013.
9. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Disponível em: <<https://anvisa.gov.br/legis/datalegis>>. Acesso em: 10 set. 2025.
10. World Health Organization, (WHO); Cleaning and Disinfection of Environmental Surfaces in the context of COVID-19: Interim guidance. *Who* **2020**, *1*.
11. Borin, G.; Oliveira, E. P. M. de; Alterações no pH e teor de cloro ativo em função da embalagem e local de armazenamento de solução de hipoclorito de sódio em diferentes concentrações. *Revista da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo* **2008**, *13*, 45. [Crossref]
12. Clarkson, R. M.; Moule, A. J.; Podlich, H. M.; The shelf-life of sodium hypochlorite irrigating solutions. *Australian Dental Journal* **2001**, *46*, 269. [Crossref] [PubMed]
13. Rutala, W. A.; Cole, E. C.; Thomann, C. A.; Weber, D. J.; Stability and Bactericidal Activity of Chlorine Solutions. *Infection Control and Hospital Epidemiology* **1998**, *19*, 323. [Crossref]
14. Türkün, M.; Stability of various sodium hypochlorite solutions. *Journal of Endodontics* **1995**, *21*, 253. [Crossref] [PubMed]
15. Gambarini, G.; Chemical stability of heated sodium hypochlorite endodontic irrigants. *Journal of Endodontics* **1998**, *24*, 432. [Crossref] [PubMed]
16. Rabah, F. K. J.; Aldalou, M. R.; Production of Sodium Hypochlorite Water Disinfectant from Seawater Desalination Brine. *Asian Journal of Chemistry* **2023**, *35*, 2767. [Crossref]
17. Namoos, B. M.; Abdul-Wahab, M. I.; Abdul-Majeed, W. S.; The Effects of Operating Variables on Efficacy of Water Disinfection by Sodium Hypochlorite Using Al-Wathba Wastewater. *Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering* **2023**, *24*, 71. [Crossref]
18. Szabó, M.; Lihi, N.; Simic, N.; Fábíán, I.; Potential catalysts for the production of NaClO₃ in the decomposition of HOCl. *Chemical Engineering Research and Design* **2021**, *169*, 97. [Crossref]
19. Skoog, D. A.; West, D. M.; Holler, J.; Crouch, S. R.; *Fundamentos de Química Analítica*, 9a. ed., São Thompson Learning: São Paulo, 2014.
20. Harris, D. C.; Lucy, C. A.; *Quantitative Chemical analysis*, 9th ed., W.H. Freeman & Company: Estados Unidos, 2016.
21. Andrade, F. P. de; Araújo, C. V. P.; Valeriano, G. V.; Silva, B. de M. e; Determinação de cloro ativo em amostras de água sanitária comercializadas em Divinópolis – MG, Brasil. *Brazilian Journal of Development* **2024**, *10*, e71264. [Crossref]
22. Freitas, B. L.; Soares, A. M. B. F.; Falcão, C. A. de M.; Ferraz, M. A. A. L.; Avaliação da estabilidade do pH e teor de cloro ativo de soluções de hipoclorito. *Revista Sul Brasileira de Odontologia* **2022**, *19*, 403. [Crossref]
23. IBGE. Cidade de São Gonçalo. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/sao-goncalo/panorama>>. Acesso em: 08 outubro 2025.
24. Prefeitura de São Gonçalo. Disponível em: <<https://www.saogoncalo.rj.gov.br/sao-goncalo/economia>>. Acesso em: 06 novembro 2025.
25. Fabian, T. M.; Walker, S. E.; Stability of sodium hypochlorite solutions. *American Journal of Health-System Pharmacy* **1982**, *39*, 1016. [Crossref]
26. Ishihara, M.; Murakami, K.; Fukuda, K.; Nakamura, S.; Kuwabara, M.; Hattori, H.; Fujita, M.; Kiyosawa, T.; Yokoe, H.; Stability of Weakly Acidic Hypochlorous Acid Solution with Microbicidal Activity. *Biocontrol Science* **2017**, *22*, 223. [Crossref] [PubMed]
27. Hua, Z.; Guo, K.; Kong, X.; Lin, S.; Wu, Z.; Wang, L.; Huang, H.; Fang, J.; PPCP degradation and DBP formation in the solar/free chlorine system: Effects of pH and dissolved oxygen. *Water Research* **2019**, *150*, 77. [Crossref] [PubMed]
28. Gordon, G.; Adam, L. C.; Bubnis, B. P.; Kuo, C.; Cushing, R. S.; Sakaji, R. H.; Predicting liquid bleach decomposition. *Journal American Water Works Association* **1997**, *89*, 142. [Crossref]
29. Ministério da Saúde do Brasil. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude>>. Acesso em: 10 novembro 2025.