

## VII-010 – ALTERNATIVA CASEIRA PARA A QUANTIFICAÇÃO DO TEOR DE CLORO LIVRE EM ÁGUA DE ABASTECIMENTO

**Rodrigo Semião e Castro**<sup>(1)</sup>

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Senac.

**Alexandre Saron**<sup>(2)</sup>

Doutor em Ensino de Ciências e Matemática, Mestre em Engenharia Civil, graduado em Engenharia Química. Professor e Pesquisador no Centro Universitário Senac atuando nos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia de Produção e Engenharia de Computação.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Califórnia, 54 – Brooklin – São Paulo – SP – CEP: 04566-060 – Brasil – Tel: (11) 97535-5042 – e-mail: [rod.sc@hotmail.com](mailto:rod.sc@hotmail.com)

**Endereço**<sup>(2)</sup>: Avenida Engenheiro Eusébio Stevaux, 823 – Santo Amaro – São Paulo – SP – CEP: 04696-000 – Brasil – Tel: (19) 99707-1885 – e-mail: [alexandre.saron@sp.senac.br](mailto:alexandre.saron@sp.senac.br)

### RESUMO

A cloração de águas de consumo é um método de tratamento que volta desde o início do Século XX, esta metodologia é prática e eficiente, pois deixa um ativo na água, o que garante a sua potabilidade pelo restante da cadeia de distribuição. Porém, o excesso de agentes cloradores na água pode causar prejuízo à saúde do consumidor. O presente estudo foca numa análise comparativa entre diferentes métodos para quantificar a concentração de Cloro Livre em água. Após as amostras serem analisadas através de uma titulação, de um disco colorímetro e por um método caseiro, os resultados foram tabelados e comparados. Para a criação de uma escala relacionando os métodos quantitativos com o qualitativo, tal escala visa a facilidade no manuseio para determinação da concentração de Cloro Livre em água. Junto com o método caseiro, a escala torna-se ideal para complementar o Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa em 2014.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cloro, Cloro Livre, Água Potável, Água de Abastecimento, Titulometria, Método Caseiro.

### INTRODUÇÃO

Segundo Amaral *et al.* (2005) a água é o principal meio de veiculação de microrganismos patogênicos de origem entérica, tanto de animais, como de humanos. Portanto, como forma de garantir a qualidade deste bem público, existem legislações que dispõem sobre os diversos parâmetros que influenciam a qualidade da água potável. No Brasil, tal controle é realizado pela Portaria Nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, a qual “Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.”.

Antes de ser consagrada como um método realmente efetivo para a purificação de água potável, a cloração foi responsável por praticamente toda a erradicação de tifo e da cólera nos países desenvolvidos da América do Norte e Europa. Atualmente o processo de cloração em águas de abastecimento é utilizado como desinfetante, ou seja, para destruir ou desativar microrganismos patogênicos (MEYER, 1994).

De acordo com Rossin (1987, apud MEYER, 1994) o processo de cloração como forma de purificação de água data de 1908, e se desenvolveu até 1958 quando foram determinadas as formas do Cloro Residual Livre (CRL), o qual se encontra presente na água na forma de ácido hipocloroso ( $\text{HOCl}$ ) ou como íon hipoclorito ( $\text{OCl}^-$ ), e do Cloro Residual Combinado (CRC), o qual se encontra na água na forma de monocloramina ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ), dicloramina ( $\text{NHCl}_2$ ) e tricloramina ( $\text{NCl}_3$ ) (ou tricloreto de nitrogênio).

De acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, que representa as técnicas de análise de água desenvolvidas e revistas por cientistas do *Standard Methods Committee*. O método de cloração de água como forma de purificação para potabilidade tem duas ações importantes: a primeira é a

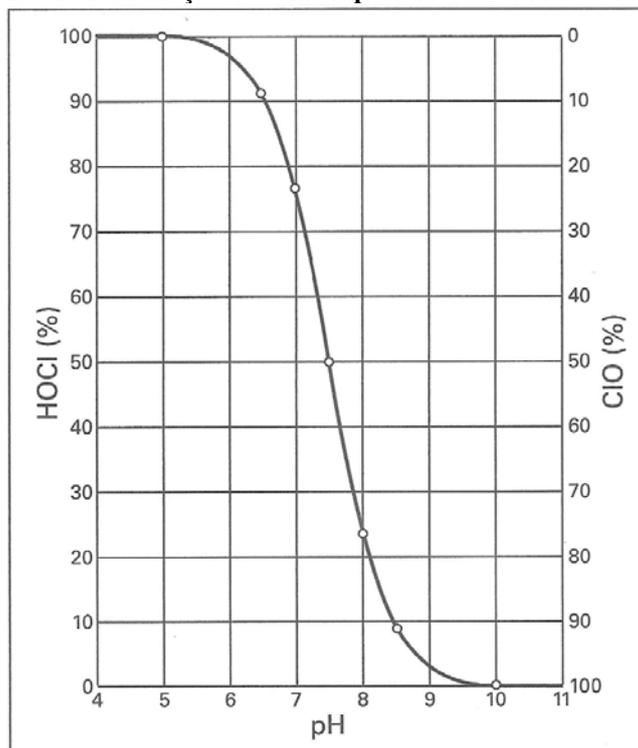


eliminação de agentes patogênicos ao atravessar rapidamente a membrana celular dos microrganismos destruindo-os; a segunda é o melhoramento das características físicas e químicas da água.

A relação do Cloro Residual Livre com a água se dá de acordo com a Equação 1, ao analisa-la percebe-se que: “em pH ácido há maior formação de ácido hipocloroso e em pH alcalino acima de 7,5 há maior formação de íon hipoclorito.” (FUNASA, 2014), esta relação está quantificada na Figura 1. Como o ácido hipocloroso é mais eficiente na desinfecção da água do que o íon hipoclorito, a FUNASA recomenda que o tratamento seja feito em um ambiente controlado com pH menor do que sete.



Gráfico 1 - Dissociação do ácido hipocloroso de acordo com o pH



Fonte: FUNASA, 2014

Já o Cloro Residual Combinado combina-se com compostos já existentes na água, formando assim as cloraminas (Equações 2 a 6), a Equação 2 mostra a formação da monocloramina, as Equações 3 e 4 mostram as duas formas diferentes de formação da dicloramina e as Equações 5 e 6 mostram as duas formas diferentes da formação da tricloramina.



O processo de cloração, contudo, possui algumas características que podem ter efeitos negativos na saúde daqueles que utilizam da rede de água. Se a água bruta tratada possuir quantidade de fenóis diluídos estes

podem reagir com os compostos clorados formando fenóis clorados, os quais são tóxicos para a saúde humana. Com o aumento da concentração do ácido hipoclorito podem causar o aparecimento do ácido dicloroacético, o qual é carcinogênico. A formação de trialometanos (THM's) também pode resultar em compostos cancerígenos, como o clorofórmio ( $CHCl_3$ ) que ataca o fígado humano, Bromodiclorometano ( $CHBrCl_2$ ), dibromoclorometano ( $CHBr_2Cl$ ), e bromofórmio ( $CHBr_3$ ).

A desinfecção por cloração é um processo barato, eficiente e menos poluidor da água bruta quando comparado à desinfecção por ozônio, UV e dióxido de carbono. Os CRC's são bons desinfetantes, principalmente as mono e diaminas, que apesar de não serem tão rápidas quanto o ácido hipoclorito possuem um maior tempo de vida, ou seja, apresentam maior tempo de proteção residual após o tratamento, e formam pequenas quantidades de THM's quando comparado ao ácido hipocloroso.

A análise da quantidade de Cloro em águas pode ser realizada através de dois métodos consagrados: a partir de uma titulação, para a qual se necessita de um alto investimento financeiro e exige materiais e conhecimentos técnicos de análises laboratoriais; ou com o auxílio de um disco colorímetro, o qual, apesar de ser relativamente simples de manusear, também necessita de um alto investimento financeiro. Como uma alternativa à estas metodologias desenvolveu-se um método caseiro, o qual pode ser realizado com pouco investimento financeiro e conhecimento técnico.

Gomes, Braz e Filho (2012) apresentaram uma proposta de aula prática de ciências utilizando um método alternativo de quantificação de Cloro Livre em água através de uma reação iodométrica. Neste método de quantificação apresentado utiliza-se como reagentes químicos um xarope expectorante contendo iodeto de potássio, vinagre para a redução do valor de pH para meio ácido e amido de milho comercial, os quais podem ser facilmente adquiridos em um supermercado comum. Skoog (2006) descreve que o teor de Cloro Livre na água baseia-se na reação de oxi-redução do íon hipoclorito com o iodo, o qual, em meio ácido, gera o íon triiodeto (como mostra a Equação 7).



A amilose presente no amido reage com a espécie  $I_3^-$  formando um complexo róseo (Equação 8). Quanto maior for a concentração de Cloro Livre na forma de íons hipoclorito, mais intensa será a formação do complexo róseo.



O método iodométrico, normalmente aplicado a águas naturais e águas tratadas, é aplicável na determinação de Cloro Residual total para concentrações superiores a 1mg/L, embora este método sofra de interferências proporcionais à adição das quantidades de iodeto de potássio ( $KI$ ) e de ácido ( $H^+$ ).

O método caseiro de análise não apresenta resultados numéricos para cada amostra analisada, mas indica, através de uma mudança de cor da solução, se a amostra possui certa quantidade de Cloro Livre.

## OBJETIVOS

### GERAL

Criar uma escala de cores através da determinação de Cloro Livre pelo método caseiro e validar esta escala com a análise referenciada pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

### ESPECÍFICOS

- Determinar as metodologias dos ensaios;
- Comparar os resultados a partir de testes estatísticos;
- Montar a tabela de quantificação do método caseiro;
- Verificar a eficiência do método caseiro de análise.

## METODOLOGIA

A criação de uma solução estoque com concentração de Cloro Livre conhecida é necessária, para em seguida, formar-se dez amostras que serão analisadas, com concentrações variando de 1 a 10ppm de Cloro livre. A fim de garantir a redução de erros experimentais, foram realizados dois experimentos quantitativos para precisar a concentração de Cloro em uma amostra, para em seguida testar a acurácia do método caseiro. Cada uma das três metodologias utilizadas foi repetida oito vezes para cada um dos volumes amostrais.

A seguir, detalham-se os materiais necessários, tanto soluções quanto equipamentos, e os procedimentos conforme realizados nos ensaios:

Amostras:

Materiais:

- i. Soluções:
  - o Água sanitária - marca: Super Cândida – 1L – solução de hipoclorito de sódio comercial à 2 – 2,5% p/p;
  - o Água destilada – 11L.
- ii. Equipamentos:
  - o 11 Balões volumétricos de 1.000mL;
  - o Pipeta de 10mL;
  - o Pera de borracha;
  - o Béquer de plástico de 1.000mL.

**Figura 1 - Materiais utilizados para preparação das amostras**



Fonte: Do autor

Procedimentos:

Com auxílio de uma pipeta de 10mL e de uma pera de borracha, coletar o seu volume total de água sanitária, passar para um balão volumétrico de 1.000mL e completar seu volume com água destilada, formando assim a Solução Estoque (SE). Em seguida, novamente com o auxílio da pipeta com a pera de borracha, coletar XmL da Solução Estoque, depositar em um segundo balão volumétrico de 1.000mL e completa-lo com água destilada, formando assim a Solução de Xppm (para cada concentração desejada deve-se coletar uma quantidade diferente da Solução Estoque, de acordo com a Tabela 1).

**Tabela 1 - Relação entre volume coletado da SE e concentração desejada.**

Solução/concentração (ppm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volume coletado (mL)	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40

Fonte: Do autor

Para cada uma das 10 soluções preparadas, repetiram-se os três experimentos a seguir, oito vezes cada. A fim de determinar a concentração com dois métodos diferentes (titulação e disco colorímetro), e de realizar o teste caseiro.

Titulação:

Materiais:

i. Reagentes:

- o Solução DPD para análise de Cloro – DM-S10A – 500mL – marca: Digimed;
- o Solução aquosa tampão pH 6,2 – 500mL – marca: Haloquímica Ind. e Com. LTDA;
- o Sulfato Ferroso Amoniacal – solução aquosa 0,1N – Fator 1,000 a 20C – 1.000mL – marca: Haloquímica Ind. e Com. LTDA.



Fonte:

<https://www.digimed.ind.br/br/>

**Figura 2 - Solução DPD**



Fonte: Do autor

**Figura 3 - Solução tampão**



Fonte: Do autor

**Figura 4 - Sulfato Ferroso Amoniacal - FAS**

ii. Equipamentos:

- o Béquero de plástico de 25mL;
- o Suporte universal;
- o Agarra de metal;
- o Bureta de 25mL;
- o Proveta de plástico de 100mL;
- o Erlenmeyer de vidro de 250mL;
- o 2 Pipetas de 10mL;
- o 2 Peras de borracha.

**Figura 5 - Materiais utilizados para a titulação**



Fonte: Do autor

**Procedimentos:**

Após montar a bureta junto à agarra de metal e ao suporte universal, completar o seu volume com a solução de Sulfato Ferroso Amoniacal (FAS). Enquanto isso, separar 100mL da solução a ser analisada em uma proveta, e passar este volume ao Erlenmeyer, em seguida, com auxílio das pipetas com as peras de borracha, acrescentar 5mL da solução tampão e 5mL da solução indicadora DPD. Neste instante, se formará um complexo róseo, o qual deve ser imediatamente titulado com o FAS.

O volume obtido na bureta, até a solução no Erlenmeyer perder sua coloração, é equivalente à concentração de Cloro na solução (em ppm).

**Figura 6 - Processo de titulação (6ppm)**



Fonte: Do autor

Disco Colorímetro:

Materiais:

- i. Reagentes:
  - o Free Chlorine Reagent Set – marca: Hanna Instruments.

**Figura 7 - Free Chlorine Reagent Set**



Fonte: <https://hannainst.com.br/>

- ii. Equipamentos:
- Chlorine (Free & Total) Color Disc Test Kit – 0-3,5mg/L – modelo: CN-66 – Cat. No.: 2231-01 – marca: Hach;
  - Pipeta de 10mL;
  - Peras de borracha.

**Figura 8 - Chlorine (Free & Total) Color Disc Test Kit**



Fonte: <https://www.hach.com/>

**Figura 9 - Cubetas.**



Fonte: <https://www.hach.com/>

**Figura 10 - Caixa comparadora de cores**



Fonte: <https://www.hach.com/>

**Figura 11 - Disco colorímetro**



Fonte: <https://www.hach.com/>

**Procedimentos:**

Encher uma das cubetas do kit com água destilada, esta funcionará como o “branco” da análise. A outra cubeta deve ser preenchida até a marca de 5mL com o volume a ser analisado, em seguida acrescenta-se três gotas de cada um dos reagentes do Free Chlorine Reagent Set, sendo primeiro o reagente A e depois o B, e agita-se a cubeta.

Após, coloca-se as duas cubetas no dispositivo, junto com o disco colorímetro, e, ao posicioná-lo contra a luz, gira-se o disco até que ambas as cubetas apresentem coloração o mais semelhante possível, a graduação em (mg/L) que aparece na base do dispositivo representa a concentração de Cloro na amostra.

**Figura 12 - Processo de aferição pelo disco colorímetro (6ppm)**



Fonte: Do autor

Caseiro:

Materiais:

- i. Reagentes:
  - o Xarope para tosse (KI - 100mg/5mL);
  - o Amido de milho;
  - o Vinagre branco.
- ii. Equipamentos:
  - o 2 Conta-gotas;
  - o Proveta de plástico de 100mL;
  - o Béquer de vidro de 250mL (o qual pode ser substituído por um copo de vidro comum).

**Figura 13 - Materiais utilizados para o método caseiro**



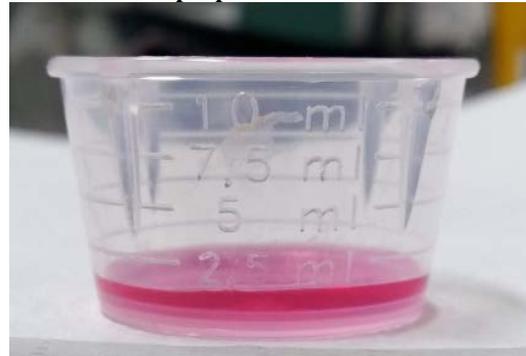
Fonte: Do autor

**Figura 14 - Quantia de amido de milho utilizada**



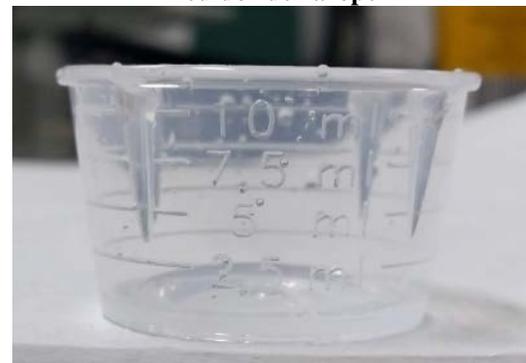
Fonte: Do autor

**Figura 15 - Quantia de xarope utilizada, no próprio medidor**



Fonte: Do autor

**Figura 16 - Quantia de vinagre utilizada, no medidor de xarope**



Fonte: Do autor

#### Procedimentos:

Transferir o xarope para tosse e o vinagre cada um para um conta gotas. Com auxílio da proveta, transferir 100mL da solução a ser analisada para o béquer, em seguida pingar 20 gotas do xarope para tosse e 10 gotas do vinagre, e depois acrescentar uma pequena pitada de amido de milho. Agitar a mistura e, após um minuto, observar a mudança de coloração e registra-la em fotografia.

#### Reações:

Ao misturar o vinagre com a amostra de água a ser analisada, cria-se um meio ácido, onde o Iodo presente no xarope expectorante pode reagir com a amilose (que é a porção mais solúvel do amido), formando um complexo róseo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos através dos métodos quantitativos (titulação e disco colorímetro) retornaram resultados em diferentes unidades de medida (ppm e mg/L), porém, os valores numéricos tornam tais resultados equivalentes. Estes resultados foram tabelados e passaram por testes estatísticos, a fim de melhorar a análise realizada.

**Tabela 2 - Dados coletados das análises de 1 e 2ppm**

Repetição	V1 = 4mL			V2 = 8mL		
	Titulação (mL)	Disco (mg/L)	Caseiro	Titulação (mL)	Disco (mg/L)	Caseiro
1	0,1	2,5	OK * 2	2,1	2,2	OK
2	0,6	0,8	OK * 2	2,0	2,0	OK
3	1,1	0,7	OK * 2	2,5	1,9	OK
4	0,7	0,7	OK * 2	2,2	1,8	OK
5	0,1	1,5	OK * 2	3,0	2,4	OK * 2
6	1,2	0,8	OK * 2	2,3	1,7	OK * 2
7	1,4	0,6	OK * 2	2,6	1,6	OK * 2
8	1,7	0,7	OK * 2	2,1	1,4	OK * 2
Média	0,863	1,038		2,350	1,875	
Desvio padrão	0,588	0,655		0,334	0,324	
Média	0,950			2,113		
Desvio padrão	0,608			0,401		

Fonte: Do autor

**Tabela 3 - Dados coletados das análises de 3 e 4ppm**

Repetição	V3 = 12mL			V4 = 16mL		
	Titulação (mL)	Disco (mg/L)	Caseiro	Titulação (mL)	Disco (mg/L)	Caseiro
1	2,9	2,5	OK	4,5	> 3,5	OK
2	3,1	2,4	OK	3,4	> 3,5	OK
3	3,1	2,3	OK	4,5	> 3,5	OK
4	3,6	2,0	OK	4,0	> 3,5	OK
5	4,2	> 3,5	OK * 2	5,0	> 3,5	OK * 2
6	2,9	2,6	OK * 2	4,1	3,5	OK * 2
7	5,0	2,7	OK * 2	3,8	> 3,5	OK * 2
8	2,9	2,5	OK * 2	4,0	> 3,5	OK * 2
Média	3,463	2,429		4,163	> 3,5	
Desvio padrão	0,769	0,229		0,493	0	
Média	2,980					
Desvio padrão	0,777					

Fonte: Do autor

**Tabela 4 - Dados coletados das análises de 5 e 6ppm**

Repetição	V5 = 20mL			V6 = 24mL		
	Titulação (mL)	Disco (mg/L)	Caseiro	Titulação (mL)	Disco (mg/L)	Caseiro
1	5,9	> 3,5	OK	6,5	> 3,5	OK
2	6,0	> 3,5	OK	6,3	> 3,5	OK
3	5,1	> 3,5	OK	6,8	> 3,5	OK
4	5,4	> 3,5	OK	6,0	> 3,5	OK
5	5,6	> 3,5	OK * 2	6,6	> 3,5	OK * 2
6	5,5	> 3,5	OK * 2	-	> 3,5	OK * 2
7	5,6	> 3,5	OK * 2	-	> 3,5	OK * 2
8	5,4	> 3,5	OK * 2	-	> 3,5	OK * 2
Média	5,563	> 3,5		6,440	> 3,5	
Desvio padrão	0,288	0		0,305	0	

Fonte: Do autor

**Tabela 5 - Dados coletados das análises de 7 e 8ppm**

Repetição	V7 = 28mL			V8 = 32mL		
	Titulação (mL)	Disco (mg/L)	Caseiro	Titulação (mL)	Disco (mg/L)	Caseiro
1	7,2	> 3,5	OK	8,0	> 3,5	OK
2	6,6	> 3,5	OK	8,6	> 3,5	OK
3	6,0	> 3,5	OK	7,8	> 3,5	OK
4	7,6	> 3,5	OK	7,9	> 3,5	OK
5	7,6	> 3,5	OK * 2	8,0	> 3,5	OK * 2
6	7,6	> 3,5	OK * 2	8,0	> 3,5	OK * 2
7	6,1	> 3,5	OK * 2	8,4	> 3,5	OK * 2
8	7,1	> 3,5	OK * 2	7,8	> 3,5	OK * 2
Média	6,975	> 3,5		8,063	> 3,5	
Desvio padrão	0,665	0		0,288	0	

Fonte: Do autor

**Tabela 6 - Dados coletados das análises de 9 e 10ppm**

Repetição	V9 = 36mL			V10 = 40mL		
	Titulação (mL)	Disco (mg/L)	Caseiro	Titulação (mL)	Disco (mg/L)	Caseiro
1	8,8	> 3,5	OK	11,6	> 3,5	OK
2	8,9	> 3,5	OK	11,4	> 3,5	OK
3	8,5	> 3,5	OK	12,2	> 3,5	OK
4	8,3	> 3,5	OK	12,2	> 3,5	OK
5	9,6	> 3,5	OK * 2	10,3	> 3,5	OK * 2
6	9,7	> 3,5	OK * 2	10,1	> 3,5	OK * 2
7	9,2	> 3,5	OK * 2	10,1	> 3,5	OK * 2
8	8,6	> 3,5	OK * 2	9,9	> 3,5	OK * 2
Média	8,950	> 3,5		10,975	> 3,5	
Desvio padrão	0,510	0		0,979	0	

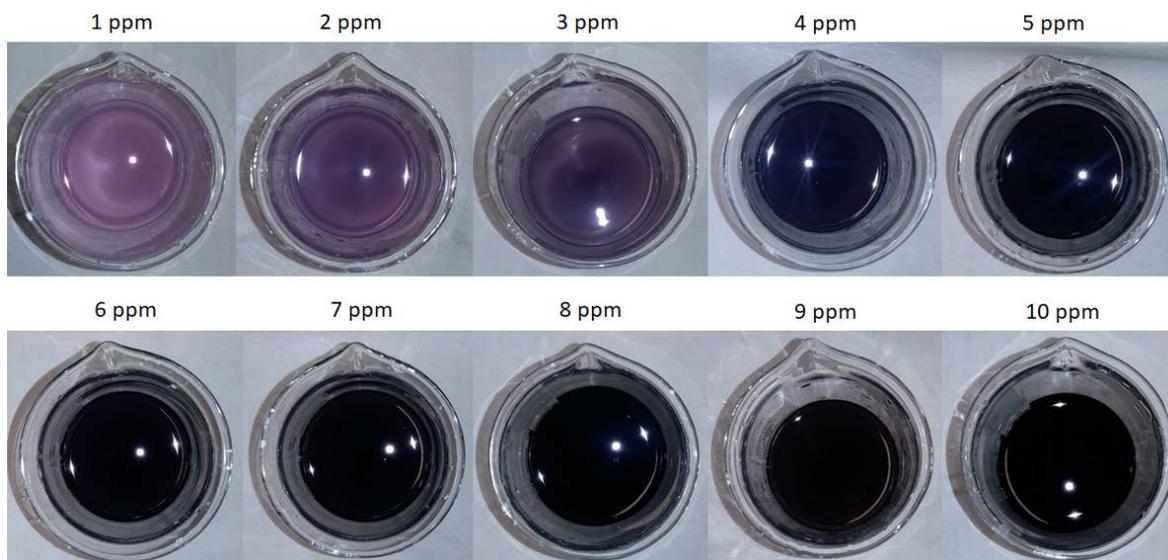
Fonte: Do autor

Por ser uma análise qualitativa, a coluna referente ao método caseiro conta com um “OK”, o que indica que a coloração da análise foi registrada em fotografia e salva. Já a coluna referente à análise do Disco Colorímetro, indica valores de até 3,5mg/L, já que esta é a graduação máxima do instrumento, os valores que se mostraram acima disto, foram classificados como “< 3,5”.

A cada coluna com resultados numéricos estes tiveram suas médias e desvios padrão calculados. Como somente as análises dos volumes de 1 a 3ppm obtiveram resultados numéricos e dentro do limite da gama do Disco Colorímetro, estes dados foram utilizados para a obtenção da média e do desvio padrão.

As fotos tiradas após a realização do método caseiro foram avaliadas quanto à sua claridade e comparadas com a tonalidade que foi observada no laboratório, até serem selecionadas as melhores fotos de cada uma das concentrações realizadas (Figura 17).

**Figura 17 - Amostra da variação de cores do método caseiro**

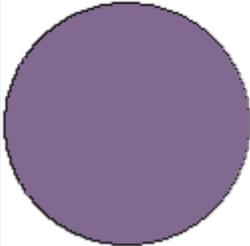
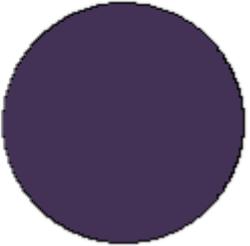


Fonte: Do autor

A Portaria 2.914 estabelece os valores-padrão em dois momentos: No Capítulo V - Do Padrão De Potabilidade, o Artigo 34 dita que a concentração mínima de Cloro Residual Livre é de 0,2mg/L, enquanto o parágrafo 2º do Artigo 39 recomenda que a concentração máxima de Cloro Residual Livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2mg/L.

A partir destes valores e em conjunto com os resultados obtidos, pode-se estabelecer uma relação entre a coloração obtida após a análise com o método caseiro, os resultados numéricos dos métodos quantitativos e o valor máximo permitido pela legislação. A Figura 18 mostra esta relação, de forma simplificada a fim de possibilitar o seu entendimento por pessoas que não possuem conhecimentos técnicos na área de análises químicas.

**Figura 18 - Tabela de quantificação do método caseiro**

Análise da concentração de Cloro			
Dentro do Padrão		Fora do Padrão	
1 mg/L	2 mg/L	3 mg/L	4 mg/L
			

Fonte: Do autor

## CONCLUSÃO

A escala da Tabela de Análise da Concentração de Cloro abrange de 1 a 4mg/L de Cloro Residual Livre, ou seja, a mesma não pode ser utilizada como referência para se obter o valor mínimo determinado pela a legislação (0,2mg/L). Sendo assim o foco da Tabela é a concentração máxima de CRL (2mg/L), e, portanto, a preocupação com a formação de agentes carcinogênicos.

A variação de cores estabelecida provou ser sensível ao ponto de poder diferenciar a gradação de 1mg/L de Cloro Residual Livre na amostra analisada. Porém, por se basear em uma mudança de coloração que pode ser subjetiva, o método não pode ser considerado para a certificação da qualidade da água, mas é útil visando uma análise de controle prévia.

A metodologia se mostrou eficaz na questão de baixo custo financeiro, poucos conhecimentos técnicos necessários e facilidade no manuseio da Tabela de Análise de Cloro, tornando-se assim ideal para o uso por comunidades em situação socioeconômica vulnerável.

A Tabela de Análise da Concentração de Cloro poderá complementar o Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa em 2014.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMARAL, Luiz Augusto do; *et al.* Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102003000400017&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102003000400017&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 23 nov. 2017.
2. BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011
3. BRASIL. Portaria MS Nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 02 dez. 2018.
4. COSTA, Antony Murillo; SILVAS, Bruno Paulucci Cianga; CASTRO, Ruan Reis Ojea. **Análise da concentração de cloro livre, cloro total, pH e temperatura em alguns pontos de consumo abastecidos pela rede pública de distribuição na cidade de Curitiba-PR** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3941/1/CT\\_EC\\_2014\\_2\\_07.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3941/1/CT_EC_2014_2_07.pdf)> Acesso em: 23 nov. 2017.
5. DIGIMED Instrumentação Analítica. Disponível em: <<https://www.digimed.ind.br/br/>>. Acesso em: 24 nov. 2018,
6. ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E SANITÁRIA LABORATÓRIO DE SANEAMENTO “PROFº LUCAS NOGUEIRA GARCEZ”. **MANUAL DE PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS LABORATORIAIS VOLTADO PARA ANÁLISES DE ÁGUAS E ESGOTOS SANITÁRIO E INDUSTRIAL**. São Paulo, 2004. Disponível em: <[http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id\\_arq=746](http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=746)>. Acesso em 23 nov. 2017.
7. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa**. Brasília, 2014. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manualdecloracaodeaguaempequenascomunidades.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualdecloracaodeaguaempequenascomunidades.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2017.
8. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília, 2014. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manualcont\\_quali\\_agua\\_tecnicos\\_trab\\_emetas.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf)>. Acesso em 23 nov. 2017.
9. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. Brasília, 2013. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manual\\_pratico\\_de\\_analise\\_de\\_agua\\_2.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2017.
10. GOMES, Anderson; BRAZ, Márcia Ribeiro; FILHO, Adilson. MÉTODO ALTERNATIVO PARA ANÁLISE DE CLORO EM ÁGUA – SUGESTÃO DE AULA PRÁTICA. In: Encontro Nacional de



- Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente, 3., 2012, Niterói. Disponível em: <<http://files.biomapa.webnode.com/200000005-6831169290/ARTIGO%20-%20M%C3%89TODOS%20ALTERNATIVOS%20PARA%20ANS%C3%81LISE%20DE%20CLORO%20EM%20C3%81GUA.pdf>> Acesso em: 23 nov. 2017.
11. HACH. Disponível em: <<https://www.hach.com/>>. Acesso em: 24 nov. 2018.
  12. HANNA Instruments. Disponível em: <<https://hannainst.com.br/>>. Acesso em: 24 nov. 2018.
  13. JAGUARIBE, E. F. THE PERFORMANCE OF ACTIVATED CARBONS FROM SUGARCANE BAGASSE, BABASSU, AND COCONUT SHELLS IN REMOVING RESIDUAL CHLORINE. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**. Paraíba, n. 1, p. 41-47, jan.-mar. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/bjce/v22n1/a05v22n1.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2017.
  14. MEYER, Sheila T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, 1994. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X1994000100011>>. Acesso em: 23 nov. 2017.
  15. PIRES, Eugénia Maria Santos Dias da Conceição do Rosário. **Comparação dos Métodos de Análise Utilizados para a Determinação de CRL na água Destinada ao consumo Humano, pelos analisadores Online, Fotômetros portáteis e Espectrofotômetro UV-VIS**. 2016. Monografia de Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas - Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016. Disponível em: <<https://estudogeral.sib.uc.pt/jspui/bitstream/10316/42461/1/Eugenia%20Pires.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2017.
  16. SKOOG, Douglas A.; et al. **Fundamentos de Química Analítica**. 8. ed. São Paulo: Thomson, 2006.
  17. SOARES, Samara Silva; et al. Avaliação de métodos para determinação de cloro residual livre em águas de abastecimento público. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 119-130, jan/jun. 2016. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/avaliacao-de-metodos-para-determinacao-de-cloro-residual-livre-em-aguas-de-abastecimento-publico/>>. Acesso em: 23 nov. 2017.
  18. STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. Disponível em: <<https://www.standardmethods.org/>>. Acesso em: 24 nov. 2018.