

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluno:

ELTON RODRIGUES DE PAULA

Título:

UM ESTUDO SOBRE A AÇÃO DO TAMPONAMENTO PROMOVIDO PELA
ALCALINIDADE NO pH EM RELAÇÃO A BASES E ÁCIDOS

CURSO DE EAD 2º MÓDULO - 40 HORAS

TRATADOR DE PISCINA

CETTAPI:

CENTRO DE TREINAMENTO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS DE PISCINAS

JULHO 2025

1- Introdução

O profissional que busca deixar uma piscina cristalina e saudável precisa ter um bom domínio sobre parâmetros da mesma. Pra isso, é essencial saber a importância de cada parâmetro, como ajustá-lo, assim como entender a interação entre eles. Os parâmetros andam de mãos dadas. Quando um parâmetro se altera, ele fatalmente irá agir na alteração de outro parâmetro na água.

A variação de temperatura, por exemplo, irá incidir no pH. A variação do pH, por exemplo, irá incidir na ação desinfetante do residual de cloro. A alcalinidade, por exemplo, irá incidir nas oscilações do pH.

Logo, pra se ter bons resultados na qualidade de uma água de piscina, o cuidador precisa ser o guardião da parceria cloro e pH, que irá garantir água livre de patógenos e ausência de matéria orgânica, ao menor custo possível na adição de produtos químicos. Aí que entra em cena, o importante papel da ALCALINIDADE.

Os níveis de alcalinidade recomendados para piscinas estão entre 80 e 120 ppm de bicarbonato de sódio.

“Os três tipos de alcalinidade possíveis de serem encontrados em uma água, são: alcalinidade a hidróxido (OH^-), a carbonato (CO_3^{2-}) e a bicarbonato (HCO_3^-) [...] Em função da faixa ideal de pH variar de 7.2 a 7.6 em águas de piscinas, só existe a alcalinidade a bicarbonatos”

(MACEDO, 2019)

Esses níveis (80 a 120ppm) de alcalinidade visam buscar um fenômeno conhecido como *Tamponamento do pH*, que consiste em deixar o pH resistente às ações de ácidos e bases na água, fazendo com que sua variação seja mais lenta e restringida. Mas será que o Tamponamento promovido pela alcalinidade age igualmente nas ações dos ácidos e das bases?

É natural que um cuidador de piscinas de diversas regiões, com diferentes tipos de revestimento, diferentes temperaturas, diferentes tipos de águas de abastecimento, diferentes intensidades de uso, etc., lide com diferentes desafios nos controles de parâmetros. Como cada água tem suas especificidades, é natural que algumas piscinas tenham naturalmente tendência de subida de pH, assim como outras que podem ter tendência de queda no pH. Daí a intenção de

se investigar se o tamponamento age igualmente tanto na incidência de ácidos e bases, pois caso haja um maior bloqueio em um dos dois lados dessa balança, essa conclusão poderá ser muito útil na tomada de decisão do profissional sobre qual melhor nível de alcalinidade pra cada tipo de piscina, buscando menor gasto de produtos com finalidade de controle de pH.

2- Revisão bibliográfica

O presente trabalho buscará testar a alteração de pH em amostras controladas de água com diferentes níveis de alcalinidade e avaliar se a adição de ácido ou base nas amostras fará com que elas subam e desçam o pH na mesma intensidade, assim como testar a intensidade do tamponamento à medida que o nível de alcalinidade está mais alto.

Como cada amostra terá um parâmetro diferente de Alcalinidade, é natural que a variação de pH, seja diferente em cada amostra, mas o intuito principal do presente trabalho é observar se as quantidades necessárias de base e ácido usadas na primeira amostra pra que ela volte ao pH inicial, fará o mesmo nas amostras seguintes. Se isso ocorrer, poderemos concluir que o tamponamento criado pela alcalinidade no pH agirá igualmente inibindo a ação da base e do ácido. Se as amostras seguintes não voltarem ao mesmo pH, poderemos concluir que o tamponamento inibe mais ácidos do que bases, ou vice versa. O que pode trazer implicações interessantes pro profissional de piscinas quanto à tomada de decisão acerca do nível de alcalinidade usar de acordo com as características específicas da água.

Com o uso de um Jar Test artesanal (imagem 01), que consiste em uma caixa de madeira com frascos dispostos em sequência, frascos estes que conterão 250ml de água destilada cada, as amostras terão seus parâmetros de pH e alcalinidade controlados por soluções diluídas de carbonato de sódio (barrilha), ácido clorídrico (redutor de pH) e bicarbonato de sódio (alcalinizante).



Fonte: AUTOR

IMAGEM 01 – Exemplo de jar test artesanal.

Os 5 frascos, com 250 mL de água destilada cada, terão seus respectivos níveis de pH, mantidos em 7,2, e seus parâmetros de alcalinidade controlados respectivamente a seguinte progressão: 0 ppm, 30 ppm, 60 ppm, 90 ppm, 120 ppm. (Imagem 02)



Fonte: AUTOR.

IMAGEM 02

Após se obter os níveis desejados de pH e alcalinidade nos frascos para nosso ponto de partida, ocorrerá a adição das soluções de carbonato de sódio e ácido clorídrico. *Haverá subida de alcalinidade pela adição de carbonato de sódio e queda na alcalinidade pela adição de ácido clorídrico*, mas essa variação será desconsiderada na execução do trabalho, sendo a alcalinidade apenas medida novamente no fim dos testes.

Segundo o blog ORENDA TECH (ORENDA, 2023):

O carbonato de sódio também aumenta a alcalinidade (ligeiramente). Ele aumentaria ainda mais a alcalinidade, mas as doses de carbonato de sódio são bem menores em comparação com o bicarbonato de sódio. Isso ocorre porque o carbonato de sódio é um produto muito mais concentrado do que o bicarbonato de sódio (ORENDA, 2023).

[...] o carbonato de sódio (pH 11,3-11,8) é aproximadamente 1000x mais básico que o bicarbonato de sódio (pH 8,3-8,6) (ORENDA, 2023).

A solução ácida adicionada também alterará a alcalinidade, podendo no fim do trabalho a alcalinidade estar próxima da inicial da amostra, não necessariamente igual.

A proposta então será que o experimento seja feito com a adição primeiro da barrilha, pra que em sequência, se encontre a quantidade de ácido respectiva que faça com que a água do frasco 01 (0 ppm de alcalinidade) retorne para o mesmo parâmetro inicial de 7,2.

Após o experimento feito no frasco com alcalinidade zerada, se analisará a margem de alcance de subida de pH. As quantidades de produto/base e produto/ácido se manterá para os frascos seguintes, a fim de possamos analisar os dados para se tirar as conclusões à respeito.

2.1 Soluções diluídas

2.1.1 Solução diluída de carbonato de sódio Na_2CO_3

A solução diluída de carbonato de sódio foi preparada em uma proporção que cada gota da solução adicionasse $1\text{g}/\text{m}^3$ na amostra.

2.1.2 Solução diluída de bicarbonato de sódio NaHCO_3

A solução diluída de bicarbonato de sódio foi preparada em uma proporção que cada gota da solução adicionasse 5 ppm de bicarbonato na amostra.

2.1.3 Solução diluída de ácido clorídrico (HCl)

Nessa solução, o autor optou por usar um redutor de pH disponível no mercado, da marca GENCO, em cuja FDS (Ficha de Dados de Segurança) traz as seguintes informações (GENCO, 2025):

COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES

Tipo de produto: Mistura

Ácido clorídrico – Sinônimo: Ácido Muriático 30 – 35%
(FDS – GENCO – PH MENOS LÍQUIDO – 28/04/2025)

A concentração indicada na FDS é na verdade a concentração de ácido clorídrico em relação ao veículo, mas não consta na mesma, a concentração de pureza do ácido clorídrico.

A solução diluída de pH MENOS GENCO foi preparada em uma proporção que cada gota da solução adicionasse 1mL/m³ na amostra. No rótulo do produto é recomendado cerca de 10ml pra baixar 0,4 pontos no pH, quando o pH constar entre 7.8 e 8.0. Como o intuito do trabalho não é avaliar a eficiência do ácido no abaixamento do pH e sim se a quantidade exigida irá se repetir nas amostras seguintes, essa falta de informações precisas não acarretará em ônus nas conclusões finais.

2.2 Testagem e resultados

Com ajuda de um pHmetro digital, obtivemos os seguintes resultados por amostra, testando com 3 quantidades diferentes de carbonato de sódio: 5 gotas, 15 gotas e por fim 30 gotas.

2.2.1 Testagem com 5 gotas da solução de carbonato de sódio na amostra 01 de pH 7.2 e alcalinidade 0 ppm.

Foram adicionados 5 gotas da solução de Na₂CO₃, fazendo com que o pH subisse para 8.3. Em seguida foram necessárias 17 gotas da solução de PH MENOS GENCO para que o medidor novamente mostrasse o pH de 7.2.

Repetidas as mesmas quantidades nas amostras seguintes obtivemos o resultado a seguir conforme a tabela:

Amostra	pH após adição de 5 gotas da solução de Na_2CO_3	pH após a adição de 17 gotas da solução de pH MENOS GENCO
Amostra 01 pH 7,2 / Alc 0 ppm	8,3	7,2
Amostra 02 pH 7,2 / Alc 30 ppm	7,6	7,2
Amostra 03 pH 7,2 / Alc 60 ppm	7,4	7,2
Amostra 04 pH 7,2 / Alc 90 ppm	7,4	7,2
Amostra 05 pH 7,2 / Alc 120 ppm	7,3	7,2

2.2.2 Testagem com 15 gotas da solução de carbonato de sódio na amostra 01 de pH 7.2 e alcalinidade 0 ppm.

Foram adicionados 15 gotas da solução de Na_2CO_3 , fazendo com que o pH subisse para 9.4. Em seguida foram necessárias 52 gotas da solução de pH MENOS GENCO para que o medidor novamente mostrasse o pH de 7,2.

Repetidas as mesmas quantidades nas amostras seguintes obtivemos o resultado a seguir conforme a tabela:

Amostra	pH após adição de 15 gotas da solução de Na_2CO_3	pH após a adição de 52 gotas da solução de PH MENOS GENCO
Amostra 01 pH 7.2 / Alc 0 ppm	9,4	7,2
Amostra 02 pH 7.2 / Alc 30 ppm	8,2	7,2
Amostra 03 pH 7.2 / Alc 60 ppm	7,5	7,2
Amostra 04 pH 7.2 / Alc 90 ppm	7,5	7,2
Amostra 05 pH 7.2 / Alc 120 ppm	7,4	7,2

2.2.2 Testagem com 30 gotas da solução de carbonato de sódio na amostra 01 de pH 7.2 e alcalinidade 0 ppm.

Foram adicionados 30 gotas da solução de Na_2CO_3 , fazendo com que o pH subisse para 9,8. Em seguida foram necessárias 104 gotas da solução de PH MENOS GENCO para que o medidor novamente mostrasse o pH de 7.2.

Repetidas as mesmas quantidades nas amostras seguintes obtivemos o resultado a seguir conforme a tabela:

Amostra	pH após adição de 30 gotas da solução de Na_2CO_3	Ph após a adição de 104 gotas da solução de pH MENOS GENCO
Amostra 01 pH 7,2 / Alc 0 ppm	9,8	7,2
Amostra 02 pH 7,2 / Alc 30 ppm	9,2	7,2
Amostra 03 pH 7,2 / Alc 60 ppm	7,8	7,2
Amostra 04 pH 7,2 / Alc 90 ppm	7,6	7,2
Amostra 05 pH 7,2 / Alc 120 ppm	7,5	7,2

2.3 Alcalinidade de cada amostra após todas as testagens

Após todas as testagens, foram coletadas das amostras 25mL para checagem de alteração da alcalinidade e os resultados constam na tabela a seguir:

Amostras antes do experimento	Amostras depois do experimento
Amostra 01 - alcalinidade a 0 ppm	Alcalinidade a 10 ppm
Amostra 02 - alcalinidade a 30 ppm	Alcalinidade a 40 ppm
Amostra 03 - alcalinidade a 60 ppm	Alcalinidade a 70 ppm
Amostra 04 - alcalinidade a 90 ppm	Alcalinidade a 100 ppm
Amostra 05 - alcalinidade a 120 ppm	Alcalinidade a 120 ppm

3 - Conclusão

Concluiu-se após o experimento que o tamponamento promovido pela alcalinidade agiu de maneira uniforme tanto em relação à base quanto em relação ao ácido. O que demonstra que o uso de uma alcalinidade mais alta (testada até 120ppm) no tratamento de uma piscina traz como benefício para o cuidador, uma segurança de que os níveis de pH regulados se mantenham com pouca variação, a fim de não causar problemas aos banhistas, assim como garantir a eficiência em relação ao residual de cloro na inativação de patógenos.

A hipótese de que o tamponamento pudesse agir de maneira diferente entre ácidos e bases foi rechaçada, logo se pode concluir que a manutenção de uma alcalinidade baixa em piscinas que já acontece uma natural variação de pH, não trará para o cuidador economia de produtos, mas sim maior número de intervenções e uma instabilidade maior no nível de pH.

Existe uma percepção por parte do autor de que piscinas que tem tendência de subida de pH, como piscinas com geração de cloro a partir de eletrólise de cloreto de sódio ou piscinas com determinados revestimentos, como por exemplo a pedra Híjau, é menor a intervenção de adição de ácido quando a alcalinidade está mais baixa, o que, caso realmente ocorra, não tem relação como tamponamento em si.

Uma hipótese pra justificar essa percepção, caso realmente seja verdadeira, é que quando a alcalinidade está mais baixa do que 80 ppm a instabilidade do pH tende a ser para baixar e quando a alcalinidade está mais alta do que 120 ppm, ele tende a aumentar, segundo consta no artigo do blog HTH (HTH, 2017):

Definida como um conjunto de sais minerais da água, a alcalinidade ajuda a manter o equilíbrio do pH, evitando grandes variações ou mudanças do pH. Já o pH é o potencial hidrogeniônico, responsável por indicar se a água está ácida (pH baixo), neutra ou básica (pH alto) (HTH, 2017).

A alcalinidade influencia diretamente o pH — ambos estão intimamente ligados (HTH, 2017).

Quando a alcalinidade está acima dos 120ppm (máximo recomendado), o pH também costuma ficar elevado. Quando a alcalinidade baixa, o pH a acompanha para abaixo (HTH, 2017).

O desajuste da alcalinidade dificulta o ajuste do pH (HTH, 2017).

Há algumas fontes de informação não citadas nesse trabalho que definem o tamponamento como “capacidade de neutralizar ácidos”, sem citar a

neutralização de bases, essas fontes se mostram equivocadas como foi demonstrado nos testes.

Em novos trabalhos, a investigação sobre o comportamento da variação do pH em alcalinidades mais baixas ou mais altas pode trazer certamente mais luz para o tema.

4 – Referências bibliográficas

MACEDO J. A. B **Piscina – Água & Tratamento & Química**. 2ª Edição – Atualizada e Revisada. Belo Horizonte: CRQ-MG. 796p. 2019.

ORENDA. **Why dos soda ash clouds up pool water?** 11/09/2023. Disponível em: <<https://blog.orendatech.com/why-does-soda-ash-cloud-up-pool-water#:~:text=Conclus%C3%A3o-,O%20que%20%C3%A9%20carbonato%20de%20s%C3%B3dio?,as%20coisas%20para%20essas%20piscinas>>. Acesso em 30 de julho de 2025.

GENCO. **FDS – Ficha de dados de segurança. pH menos**. Revisão: 017 - Data:28/04/2025. Disponível em: <<https://www.genco.com.br/imagens/produtos/produto-arquivo25.pdf>>. Acesso em 30 de julho de 2025.

HTH. **Alcalinidade e pH: como ajustar e consequências de não ajustar**. Dezembro 19, 2017. Disponível em: <<https://blog.hth.com.br/alcalinidade-e-ph-como-ajustar-e-quais-consequencias-de-deixa-los-fora-parametro-ideal/>>. Acesso em 30 de julho de 2025.