

 INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS // DEPTO. GEOCIÊNCIAS  
ELEMENTOS DE MINERALOGIA E PETROGRAFIA

**FAKE NEWS DO CONHECIMENTO EM QUÍMICA  
“DERIVADOS CLORADOS EM ÁGUAS PISCINAS”**

25 OUTUBRO DE 2018

 **JORGE MACEDO, D.Sc.**  
Bacharel em Química Tecnológica  FACULDADE METODISTA  
GRANBERY  
1899 - Colégio - Faculdade

**O MERCADO**

• **FATURAMENTO LÍQUIDO DA INDÚSTRIA QUÍMICA  
BRASILEIRA EM 2017**  
**US\$119,6 bilhões**

**PRODUTOS DE LIMPEZA E AFINS**  
**US\$7,6 bilhões**

**CLORO E ALCÁLIS US\$1,8 bilhões**

**PISCINAS US\$400-500 Milhões**

**CRESCIMENTO → 2016 / 2017 = 10,5%**

ABIQUIM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA

**NÚMERO DE PISCINAS NO  
BRASIL EM 2017**

**•2,2 milhões**

**NÚMERO DE PISCINAS QUE  
SURGEM NO BRASIL POR ANO**

**•50-60 mil**

**DERIVADOS CLORADOS**

• PARA O SETOR DE TRATAMENTO DE ÁGUA

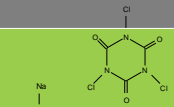
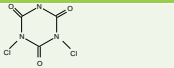
Substâncias químicas e sistemas capazes de liberar o princípio ativo **ácido hipocloroso (HClO)** no processo de hidrólise.

É importante ressaltar que não existe “**CLORO**” na natureza. A terminologia utilizada, o jargão popular “vai colocar cloro na água”, é uma afirmação totalmente equivocada do ponto de vista químico.

TIPOS DE DERIVADOS CLORADOS

- DERIVADO CLORADO INORGÂNICO
- DERIVADO CLORADO ORGÂNICO

→ A PESQUISA REALIZADA POR MACÊDO (1997) FOI A RESPONSÁVEL PELA INTRODUÇÃO NO BRASIL, DA TERMINOLOGIA “*DERIVADOS CLORADOS ORGÂNICOS*”, ATUALMENTE, USA-SE “*CLORO ORGÂNICO*”.

Compostos clorados inorgânicos	Teor máximo (%) (Princípio Ativo)	Massa Molar	Fórmulas
Hipoclorito de sódio (CAS 7681-52-9)	10-12	74,44 g/mol	NaClO
Hipoclorito de cálcio (CAS 7778-54-3)	65	142,98 g/mol	Ca(ClO) <sub>2</sub>
Gás cloro (CAS:7782-50-5)	100	70,906 g/mol	Cl <sub>2</sub>
Compostos clorados orgânicos			
Ácido tricloro isocianúrico (CAS 87-90-1)	90	232,41g/mol	
Dicloroisocianurato de sódio (CAS 51580-86-0)	56 (**) 60 (*)	255,98 g/mol (**) 219,95 g/mol (*)	

## FAKE-NEWS DO CONHECIMENTO

### FAKE NEWS:

#### A AFIRMAÇÃO DA LIBERAÇÃO DE CIANETO NAS ÁGUAS QUANDO DA UTILIZAÇÃO DOS DERIVADOS CLORADOS ORGÂNICOS

- O primeiro questionamento foi no meado dos anos 90, de que os cloros orgânicos eram tóxicos, em função de conter no nome químico a palavra “cianurato”.
- Chegaram a afirmar que essas substâncias liberariam “cianeto” nas águas, no entanto tal liberação não tinha nenhuma possibilidade de ocorrer do ponto de vista químico no processo de hidrólise.

→ A PESQUISA DE DOUTORADO DE MACÊDO (1997), COMPAROU *IN LOCU* O USO DO DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO COM O HIPOCLORITO DE SÓDIO NA DESINFECÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO.

- Em função das dúvidas geradas avaliou-se a presença de cianetos nas águas tratadas para fins potáveis.

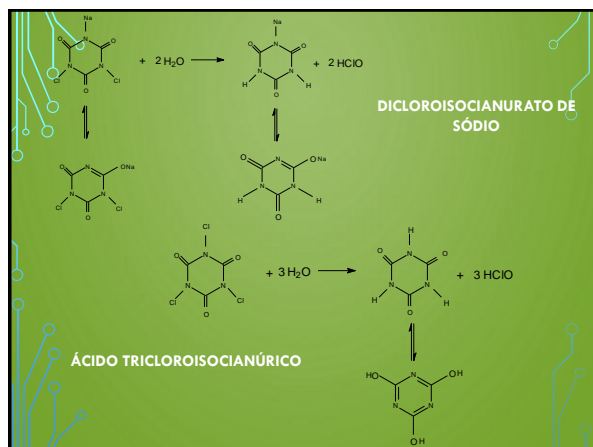
→ Os níveis tolerados pela legislação brasileira, à época, conforme a Portaria Ministério da Saúde n. 36/1990 (BRASIL, 1990), cujo nível máximo era de 0,1 mg.L<sup>-1</sup>.

PORTARIA N° 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011

Cianeto (CAS 57-12-5) 0,07 mg/L

PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO N° 5 – 11 de dezembro de 2017

Cianeto (CAS 57-12-5) 0,07 mg/L



SS (mg CRT.L <sup>-1</sup> )	pH	CRL (mg.L <sup>-1</sup> )	Cianeto (mg.L <sup>-1</sup> ) (média de 5 repetições)
<b>Pré-cloração (HPCS)</b>			
7	5,73	6,98	0,009
70	6,06	69,94	0,009
140	6,18	139,35	0,009
210	6,29	210,11	0,009
<b>Pós-cloração (HPCS)</b>			
7	5,71	7,05	0,007
70	6,08	69,25	0,007
140	6,22	139,03	0,007
210	6,29	210,46	0,007
<b>Pós-cloração (DCIS)</b>			
7	5,91	7,00	0,007
70	6,06	70,03	0,007
140	6,17	139,53	0,007
210	6,28	210,60	0,007

CRT = Cloro residual total. SS = Solução sanitizante.  
 HPCS = Hipoclorito de sódio DCIS = DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO  
 Fonte: MACÊDO, 1997.

- Em resumo, o ácido cianúrico não está relacionado ao cianeto.
- Apesar da semelhança nos nomes para leigos, o ácido cianúrico (C<sub>3</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>H<sub>3</sub>) não tem relação química com o cianeto (CN<sup>-</sup>).
- Isso é óbvio a partir da estrutura química.
- O ácido cianúrico é obtido pela pirólise da uréia e o cianeto não é usado ou formado como subproduto do fabrico de ácido cianúrico.
- Além disso, o cianeto não é um produto de degradação do ácido cianúrico ou dos isocianuratos clorados.

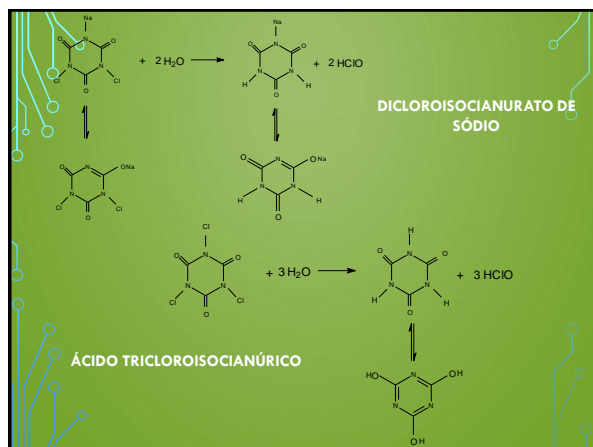
\*Se existisse o cianeto no meio ele seria rapidamente destruído/oxidado pelo cloro disponível nos isocianuratos clorados (OXYCHEM, 2018).  
 \*Os derivados clorados orgânicos não liberam cianeto na água quando utilizados no processo de desinfecção!  
 \*Não existe nenhum relato de intoxicação coletiva!

BRASIL. Resolução n 150, de 28 de maio de 1999, autoriza a inclusão da substância ácido dicloroisocianúrico e seus sais de sódio e potássio no Anexo II - item 2, como princípio ativo autorizado para uso em formulações de produtos destinados a desinfecção de água para consumo humano, da Portaria 152, de 26 de fevereiro de 1999, publicada no Diário Oficial da União em 1º de março de 1999. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 01 jun. 1999. Seção 1.

**FAKE NEWS:**

**A AFIRMAÇÃO DE QUE OS PRODUTOS RESULTANTES DA HIDRÓLISE DOS CLORADOS ORGÂNICOS, O ÁCIDO CIANÚRICO E O ÍON CIANURATO SÃO TÓXICOS.**

- Foi lançada a informação para o mercado, que os produtos resultantes da hidrólise decomposição dos clorados orgânicos na água, eram altamente tóxicos.
- Os produtos resultantes da hidrólise são o ácido hipocloroso (HClO) (responsável pela desinfecção) e o ácido cianúrico, que se decompõem em cianurato em função do pH do meio.



**QUADRO 28- Toxicidade oral e dérmica, LD em ratos e coelhos, para AC90-Plus, ACL56, ACL60 e Ácido cianúrico.**

Substância	Toxicidade oral –DL em ratos, mg /Kg	Toxicidade Dérmica –DL em coelhos, mg / Kg
ACL 90 – PLUS	600	7.600
ACL 56	700	6.000
ACL 60	600	7.600
Ácido Cianúrico	>10.000	>7.940

ACL 90 – PLUS – Trichloro(iso) cyanuric acid  
 ACL 56 - Sodium dichloro- (iso)cyanurate dihydrate  
 ACL 60 - Sodium dichloro-(iso)cyanurate  
 Fonte: Adaptado OCCIDENTAL, 1998; OCCIDENTAL, 2018.

**QUADRO 29- Toxicidade oral aguda, DL50, para ratos, coelhos, gatos e toxicidade dérmica, DL50, para coelhos, para o cianurato de sódio.**

Substância	Toxicidade oral aguda com ratos, DL 50, mg / Kg	Toxicidade oral aguda com coelhos, DL 50, mg / Kg	Toxicidade oral aguda com gatos, DL 50, mg / Kg	Toxicidade Dérmica DL 50 em coelhos, mg / kg
Dicloroisocianurato de sódio	1.670	2.000	-	5.000
Cianurato de sódio	>7.500	>20.000	21.440	>7.940

Fonte: BAYER, sd.

## INGESTÃO DE ÁGUA DE PISCINA

Na pesquisa de DUFOUR, BEHYMER, CANTÚ, MAGNUSON, WYMER (2017) a população de estudo foi 549 participantes, foi dividida uniformemente por gênero e em nadadores jovens e adultos.

As conclusões indicaram que os nadadores fizeram a ingestão de cerca de **32 ml por hora (média aritmética)** e que as crianças engoliram cerca de quatro vezes mais água do que os adultos durante as atividades de natação, correspondendo também, em média, **128 ml de água da piscina**.

Nos estudos de ALLEN, BRIGGLE, PFAFFENBERGER (1982) foram realizados uma série de experimentos para mostrar que o **ácido cianúrico** poderia ser usado para medir a ingestão de água pelos nadadores.

➔ Na pesquisa, dois nadadores voluntários, beberam água contendo uma quantidade conhecida de **ácido cianúrico**.

➔ Conseguiu-se determinar que mais de 98% de **ácido cianúrico** ingerido poderia ser recuperado em amostras de urina em 24 horas.

➔ Outros cinco voluntários que nadaram em uma piscina cuja água foi tratada com DCIS.

O acumulado de **ácido cianúrico** foi completamente excretado em cerca de 20 horas.

Além disso, a absorção dérmica do **ácido cianúrico** mostrou ser insignificante em cinco nadadores que se molharam na água da piscina por 2 horas (ALLEN, BRIGGLE, PFAFFENBERGER, 1982; SUPPES, 2013).

- O cálculo da quantidade de ácido cianúrico ingerido por cada nadador e sua extrapolação ao volume de água ingerido, indicou que os nadadores engoliram em média 161 mL de água da piscina por hora (ALLEN, BRIGGLE, PFAFFENBERGER, 1982).
- Essas descobertas sugeriram uma abordagem para determinar o volume de água engolido por frequentadores de piscinas quando participam de atividades vinculadas a natação (ALLEN, BRIGGLE, PFAFFENBERGER, 1982).
- Os pesquisadores DUFOUR, BEHYMER, CANTÚ, MAGNUSON, WYMER (2017) o ácido cianúrico é considerado um **biomarcador**, que por sua vez, sendo ingerido junto com a água da piscina, passa pelo corpo para dentro da urina de forma inalterada, confirmando que não é metabolizado.

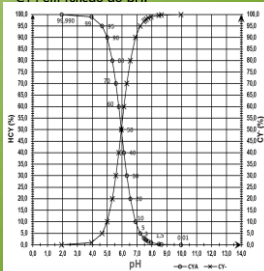
- Segundo RAKESTRAW, NELSON, FLANERY, PABST, GREGOS, PLUMRIDGE, VATTIMO (2004), muitos estudos de toxicidade abrangentes foram realizados utilizando protocolos de teste e laboratórios sancionados pela USEPA e que os resultados dos estudos são resumidos por HAMMOND, BARBEE, MOUJÉ, et al (1986) e demonstraram claramente que o ácido cianúrico:
  1. É uma molécula muito estável e não parece ser alterada no corpo humano;
  2. Não se acumula no corpo humano. Em vez disso, todo o ácido cianúrico ingerido por nadadores da água da piscina é eliminado do corpo dentro de 24 horas após a ingestão;
  3. Não exibiu nenhum efeito tóxico em um estudo humano com nadadores;
  4. Não é cancerígeno em estudos com ratos e coelhos;
  5. Não apresentaram mutagenicidade aumentada em testes de curto prazo;
  6. Não demonstrou efeitos teratogênicos ou fetotóxicos em estudos com coelhos e ratos;
  7. Não interferiu com a reprodução do rato através de três gerações;
  8. Não pareceu apresentar efeitos tóxicos significativos em estudos subcrônicos e crônicos em ratos e camundongos;
  9. Formaram depósitos insolúveis (cálculos) nos caminhos urinários de ratos machos apenas quando os ratos bebiam água contendo **5.375 ppm de ácido cianúrico**. A formação de cálculos do trato urinário não foi observada em ratos fêmeas ou em camundongos machos ou fêmeas expostas cronicamente a 5.375 ppm de ácido cianúrico na sua água potável.
- Os depósitos do trato urinário não foram observados quando os ratos machos bebiam água contendo **2.400 ppm ou menos de ácido cianúrico**.

### Equação de Henderson-Hasselbalch $pH = pK - \log \frac{[HA]}{[A^-]}$

Porcentagem da concentração Ácido Cianúrico / Cianurato, com relação ao pH.

pH	CYA	CY
1,94	99,990	0,010
2,95	99	1
4,67	95	5
4,99	90	10
5,34	80	20
5,58	70	30
5,77	60	40
5,94	50	50
6,12	40	60
6,31	30	70
6,55	20	80
6,90	10	90
7,22	5	95
7,45	3	97
7,54	2,5	97,5
7,63	2	98
7,76	1,5	98,5
7,94	1	99
8,47	0,3	99,7
8,64	0,2	99,8
9,94	0,01	99,99

Porcentagem da concentração de Ácido Cianúrico (AC = CYA) / Cianurato (C = CY) em função do pH.



**EM FUNÇÃO DA TOXICIDADE DO ÁCIDO CIANÚRICO INDICA-SE QUE NÃO É OBSERVADO NENHUM EFEITO ADVERSO QUANDO OCORRE A INGESTÃO DE 150 mg/kg/dia [OECD (1999) APUD WHO, 2008].**

**Uma criança de 3 kg poderia ingerir por dia 450 mg CYA/dia e uma criança de 10 kg poderia ingerir 1500 mg CYA/dia, sem nenhum risco a sua saúde.**

Lévando em consideração que o pH de uma água esteja em 7,45 tem-se uma porcentagem de ácido cianúrico na forma ionizada de cianurato (97%) e na forma não ionizada do CYA de apenas 3%.

Supondo uma ingestão diária de água de 2 L/pessoa/dia, com **1 mg CRL/L**, a ingestão diária de DCIS é de 3,2 mg.

Considerando que, o ácido cianúrico é o produto final da aplicação de DCIS, a ingestão de **3,2 mg por dia** indica uma estimativa de exposição ao ácido cianúrico (CYA) de aproximadamente **1,88 ≈ 1,9 mg/pessoa/dia** (KUZNESOF, 2004; Adaptado CROSSLEY, PETERSEN, BAINES, 2009).

Supondo que uma criança vá beber 2 L de água em um dia, ela estaria ingerindo 1,9 mg de ácido cianúrico, mas, apenas 3% do ácido cianúrico não estaria na forma ionizada. Logo, existe a ingestão de **0,057 mg de CYA/2 L de água** em um dia, ou **0,0285 mg de CYA / L**.

**Uma criança de 3 kg poderia ingerir por dia 450 mg CYA/dia**

$$\text{VOLUME DE ÁGUA A SER INGERIDO POR DIA} = \frac{450 \text{ mg CYA/dia}}{0,0285 \text{ mg de CYA/L}}$$

**Volume ingerido por dia = 15.789 L / dia** **É impossível alguém ingerir, em um dia, esse volume de água**

**Relação das cidades que utilizam o ácido tricloroisocianúrico no processo desinfecção, população total, população abastecida e data do início da sua utilização.**

Cidades	População	População abastecida	Início da utilização	Cidades	População	População abastecida	Início da utilização
Dumont	8.000	8.000	10 / 2002	Trebiúçu	4.000	4.000	1997
Maricápolis	23.000	23.000	06 / 2002	Itaipava	15.000	15.000	09 / 2001
Pirangiópolis	55.000	40.000	01 / 2002	Igarapé do Tietê	25.000	15.000	10 / 2002
Serrana	26.000	26.000	07 / 2001	Itaquí	12.000	6.000	10 / 2002
Brasãozinho	20.000	20.000	05 / 2002	Mogi Mirim	80.000	5.000	10 / 2002
São Simão	14.000	10.000	07 / 2001	Ribeirão	10.000	10.000	12 / 2001
Luz Arzobispo	8.000	8.000	1996	Jaci	115.000	28.000	1997
Barreiras	15.000	15.000	09 / 2001	Taliva	3.000	3.000	07 / 2002
Mauá	3.500	3.500	1997	Jardimópolis	25.000	3.000	01 / 2003
Guatapará	4.000	4.000	1997	Novo Europa	12.000	6.000	08 / 2002
Santa Adélia	13.000	13.000	08 / 2001	Genésio Peixoto	5.000	5.000	1996
Pedra Branca	18.000	13.000	03 / 2003	Adrianópolis	2.500	4.000	02 / 2003
Boa Esperança do Sul	12.000	12.000	1997	Marapoama	3.500	3.500	10 / 2002
				<b>Total</b>	<b>538.500</b>	<b>305.000</b>	

**Finalmente, pergunta-se:**

1) Como uma substância cujos produtos de sua hidrólise, no meio aquoso, **não são sequer metabolizados no organismo**, pode ser tóxica se ingerida através da água de uma piscina?

2) Como uma substância **COMO "DCIS e ATCI"** que é utilizada em diversas cidades, há muitos anos, é indicada por empresa de saneamento a sua utilização no abastecimento de água potável, é tóxica? Não existe nenhum relato de intoxicação coletiva!

**FAKE NEWS:**

**A AFIRMAÇÃO DA EXISTÊNCIA DE RESÍDUOS DE MELAMINA NA ÁGUA QUANDO NA UTILIZAÇÃO DOS DERIVADOS CLORADOS ORGÂNICOS COMO O DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO (DCIS) EM PROCESSO DE DESINFECÇÃO.**

➔ Em 2012 surge uma afirmação no mercado, de que, quando se usa clorados orgânicos no processo de desinfecção de águas aparecem resíduos de **melamina**.

\*Importante não confundir **MELAMINA** com a substância responsável pela cor da pele, a **MELANINA**.

A substância **melamina** é um composto cristalino utilizado na fabricação de resinas sintéticas. É rica em nitrogênio e foi utilizada para disfarçar leite diluído, adulterando testes por conteúdo de proteínas (quando dosadas por nitrogênio) em alguns produtos alimentícios. A melamina é adicionada para "repor" o nitrogênio da proteína, porém sem valor alimentício (MACEDO, 2012).



➔ O LEIGO OLHANDO AS FÓRMULAS ESTRUTURAIS DO DCIS (DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO), DO ÁCIDO CIANÚRICO E DA MELAMINA (MELAMINE) (FIGURA 6) PODE ATÉ ACEITAR A SEMELHANÇA, MAS QUANTO ÀS PROPRIEDADES QUÍMICAS, CLARAMENTE SÃO DOIS COMPOSTOS COMPLETAMENTE DIFERENTES.

ClC1=NC(=O)N(Cl)C1=O.[Na+]

**DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO**  
Nome IUPAC:  
1,3,5-Triazine-2,4,6-(1H,3H,5H)-trione-1,3-dichloro, sodium  
solubilidade: **250 g/L (25°C)**  
MM = 219,95

NC1=NC(=NC(=N1)N)N

**MELAMINA**  
Nome IUPAC:  
1,3,5-Triazine-2,4,6-triamine  
Solubilidade: **3,1 g/L (20°C)**  
MM = 126,12

NC1=NC(=NC(=N1)N)N

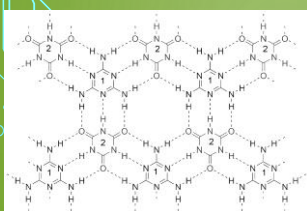
Melamine

O=C1NC(=O)NC(=O)N1

Cyanuric acid

- → A melamina não é considerada tóxica, a toxicidade oral aguda (LD50) é igual 3.161 mg/kg [em ratos] e toxicidade aguda dérmica (LD50) é >1000 mg/kg [em coelhos].
- → A melamina não é metabolizada pelos animais e é rapidamente eliminada através da urina, com meia vida de 3 horas no plasma.
- → Sendo que, mais de 90% da melamina ingerida é excretada em 24h de forma inalterada [OCDE (1998) apud WHO, 2008]

- O processo de avaliação da concentração de ácido cianúrico (CYA) pode ser realizado **com um teste turbidimétrico** (Turbidity Test) que utiliza como reagente a melamina, para precipitar o ácido cianúrico. A turbidez da amostra se altera e é proporcional a quantificação da concentração de CYA (MERCK, 2013. LA MATTER, 2018).
- Esse teste funciona porque combina **melamina com o ácido cianúrico na água, para formar um complexo que é insolúvel**, ou seja, um precipitado insolúvel branco que faz a água ficar turva, proporcionalmente à quantidade de ácido cianúrico existente.



Complexo formado da reação entre ácido cianúrico (2) e melamina (1), complexo de melamina-ácido cianúrico insolúvel.

Logo, **não é possível coexistir ácido cianúrico e melamina** em uma solução aquosa que sofreu desinfecção utilizando clorados orgânicos (dicloroisocianurato de sódio ou ácido tricloroisocianúrico), pois se assim ocorresse, haveria a formação de um **precipitado insolúvel** e a água ficaria, após a desinfecção **completamente turva**.

→ **Determinação de Trihalometanos em Águas de Abastecimento Público e de Indústria de Alimentos, MG.** 90p. Dissertação Doutorado - Universidade Federal de Viçosa. 1997.

THOMAS CLASEN; PAUL EDMONDSON

Department of Infectious and Tropical Diseases.  
London School of Hygiene & Tropical Medicine - London

CLASEN, T.; EDMONDSON, P. Sodium dichloroisocyanurate (NaDCC) tablets as an alternative to sodium hypochlorite for the routine treatment of drinking water at the household level. *International Journal of Hygiene and Environmental Health.* n. 209. pp.173-181. 2006.

MARIA-CRISTINA APREA, BRUNO BANCHI, LIANA LUNGHINI, MASSIMO PAGLIANTINI, ANTONIO PERUZZI, GIANFRANCO SCIARRA  
Laboratorio di Sanità Pubblica Area Vasta Toscana Sud Est, Azienda USL 7, Siena, Italy.

APREA, M.; BANCHI, B.; LUNGHINI, L. PAGLIANTINI, M.; PERUZZI, A.; SCIARRA, G. Disinfection of swimming pools with chlorine and derivatives: formation of organochlorinated and organobrominated compounds and exposure of pool personnel and swimmers. *Natural Science.* v.2, n.2, pp.68-78. 2010.

VITORINO DE MATOS BELEZA

Depto. de Engenharia Química – Universidade do Porto - Portugal

→ A referência BELEZA (2014), ressalta que, com o uso de DCIS a concentração de THM's é quase 4 vezes menor.

BELEZA, V. M. *História das Piscinas e das suas Condições Sanitárias.* Porto: Osminergia, Projetos, Equipamentos e Sistemas, Lda. 581p. 2014.

## FAKE NEWS:

A afirmação de que o uso dos derivados clorados orgânicos no processo de desinfecção, em meio aquoso, libera grande quantidade de ácido cianúrico que impede o processo de desinfecção, provoca a superestabilização, "Chlorine Lock" (Bloqueio de cloro)

→ A origem da teoria do "Chlorine Lock" pode ser encontrada em pesquisas realizadas por ANDERSEN (1965), FITZGERALD, DER VARTANIAN (1967) realizadas em um ambiente controlado usando água destilada e bactérias cultivadas artificialmente.

→ Em ambos existem relatos de que o ácido cianúrico reduziu a atividade bactericida do cloro.

→ Afirmando que o tempo de morte de 99% da bactéria *Streptococcus faecalis* em **0,5 ppm de cloro** a pH 7,4 e 20°C foi inferior a 15 segundos na ausência de CYA.

→ Com **25 ppm de ácido cianúrico presente, 0,5 ppm de cloro, no mesmo pH e temperatura, demorou 4 minutos** para atingir a mesma redução dos níveis de microrganismo. Com **100 ppm de CYA, o tempo aumentou para 12 minutos.**

Na Inglaterra é permitido o uso de dicloro, tricloro e ácido cianúrico, desde que o **residual de ácido cianúrico não exceda 400 ppm**, segundo carta ref. WS/330/163, de 7/02/1977, do Department of the Environment, Londres, Inglaterra [WS/330/163 (1977) apud GENCO, 2003].

A pesquisa de LINDA, HOLLENBACH (1978) apud GENCO (2003) que discutiu a eficácia bactericida dos isocianuratos incluindo inúmeros trabalhos científicos, testes de laboratório e de campo, chegou às seguintes conclusões:

- (1) o ácido cianúrico **em residuais de pelo menos 200 ppm não afetam a eficiência bactericida do cloro** e em alguns casos até a aumenta;
- (2) reduz significativamente a perda de cloro por ação da luz ultravioleta;
- (3) que os isocianuratos clorados **são biocidamente equivalentes aos cloros inorgânicos ou outros desinfetantes aceitos;**
- (4) que o ácido cianúrico diminui o efeito bactericida do cloro em água destilada, **mas que esse efeito se torna insignificante nas condições reais da água de piscinas;**

Concentração máxima aceitável de ácido cianúrico (CYA) em alguns órgãos vinculados a saúde pública.

Instituição	Nível Máximo de ácido cianúrico (mg.L <sup>-1</sup> )
WHO (World Health Organization)	100
CDC (Centers for Disease Control and Prevention)	100
Padrões de 10 estados (GREAT LAKES)	100

Fonte: WHO, 2006; CDC, 2012a; GREAT LAKES, 1996.

As referências bibliográficas POOLANDSPA (2015), POOLPLAZA (2018) e NITT (2018), afirmam que o nível recomendado para o ácido cianúrico varia de 30 a 50 ppm, com um máximo de 100 ppm e indicam um mínimo de concentração de 10 ppm, ressalta que **o efeito de concentração acima de 400 ppm de ácido cianúrico está vinculado com o excesso de sólidos totais dissolvidos (TDS) ou com o cloro combinado (cloraminas inorgânicas) e não com o efeito denominado "chlorine lock".**

"CHLORINE LOCK, A TERM GIVEN TO A CONDITION ONCE THOUGHT TO BE PRODUCED FROM HIGH CYANURIC-ACID LEVELS TYING UP FREE AVAILABLE CHLORINE, HAS BEEN PROVEN FALSE BY THE INDUSTRY. GENERALLY, HIGH CYANURIC-ACID LEVELS OF 400 PPM OR HIGHER ARE ASSOCIATED WITH EXCESSIVE TOTAL DISSOLVE SOLIDS (TDS) OR COMBINED CHLORINE OR CBLORAMINES AND NOT CHLORINE LOCK."

Fonte: EPOOLSANDSPA (2003), ATTBI (2003) apud MACEDO (2003; 2003a, 2009), POOLANDSPA (2015), POOLPLAZA (2018) e NITT (2018)

- Com base em estudos realizados a título de exemplo, para uma piscina de 75 m<sup>3</sup>, contendo uma concentração inicial de ácido isocianúrico de 50 ppm, à qual se adicionam 400 g de ácido tricloroisocianúrico por semana.
- A concentração de ácido isocianúrico só atingirá o valor máximo recomendável de 150 ppm após 10 anos.
- Como na prática, por um motivo ou outro, dificilmente uma piscina permanece uma década sem esvaziamento e troca completa de sua água, pode-se considerar altamente improvável atingir-se esses níveis (GRUBER, LI, 2003).

**CÁLCULO PARA QUE SE POSSA TER 400 mg/L DE ÁCIDO CIANÚRICO NÃO DISSOCIADO (PURO) (MACEDO, 2003, 2003A, 2009).**

100 mg AC puro ----- 3 mg de AC não dissociado na água  
 X ----- 400 mg de AC não dissociado na água

Porcentagem da concentração Ácido Cianúrico / Cianurato, com relação ao pH.

pH	CYA	CC
1,84	99,990	0,010
3,95	99	1
4,67	95	5
4,99	90	10
5,34	80	20
5,58	70	30
5,77	60	40
5,94	50	50
6,12	40	60
6,31	30	70
6,55	20	80
6,90	10	90
7,22	5	95
7,45	3	97
7,54	2,5	97,5
7,63	2	98
7,76	1,5	98,5
7,94	1	99
8,07	0,5	99,5
8,44	0,2	99,8
9,04	0,01	99,99

$X = (100 \times 400) / 3$   
 $= 13.333,33 \text{ mg de AC puro}$   
**13.333 ppm de AC**

$13.333 \text{ mg} / \text{L} = 13,333 \text{ g/L}$   
**SOLUBILIDADE DO AC = 1,6-2 g/L (20°C).**

**Se colocar 13,3 g/L a água ficará completamente turva!!**

**É impossível ocorrer o processo de superestabilização (Chlorine Lock) com o uso de derivados clorados orgânicos em águas com faixa de pH de 7,2 a 7,8!!!**

**HIPOCLORITO DE CÁLCIO [Ca(ClO)<sub>2</sub>]**

**• NÃO CONFORMIDADE EM INFORMAÇÃO CONTIDA NA FISPQ**

**SOLUBILIDADE DO HIPOCLORITO DE CÁLCIO [Ca(ClO)<sub>2</sub>]**

Gráfico comparativo entre solubilidade de hidróxidos, carbonatos e sulfatos de cálcio e sódio.

Gráfico comparativo entre solubilidade de substâncias químicas vinculadas ao processo de desinfecção que possuem cálcio ou sódio na sua estrutura química, com base nas FISPQ's de diversas empresas, de épocas diferentes.

DCIS = Dicloroisocianurato de sódio

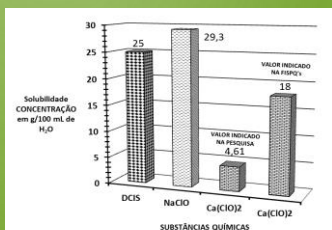
SANTOS, D. O. J.; SANTOS, R. O.; FRANÇA, A. C. Gestão dos resíduos sólidos gerados e ganhos ambientais, na etapa de preparo e aplicação da solução clorada, nas estações de tratamento de água da Embasa / Unidade Regional De Feira de Santana. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 26<sup>o</sup>. 2011. Porto Alegre/RS. Anais... Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011.

Fonte: SANTOS, SANTOS, FRANÇA, 2011.

Imagem do teste de sólidos sedimentáveis.



DCIS = Dicloroisocianurato de Sódio  
HIPO = Hipoclorito de cálcio



- MAKAROV, S. Z.; SHCHARKOVA, E. F. Solubility Isotherms (10°C) for the Ternary Calcium and Sodium Hypochlorite and Chloride Systems. *Zhurnal Neorganicheskoi Khimii*. v.14, n.1, p.3096-3099, 1969.
- Review: WOJCIOWICZ, J. A. Chlorine Monoxide, Hypochlorous Acid, and Hypochlorites, in *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, vol. 5, Wiley-Interscience, New York, 3rd ed., pp. 580-611. 1979.
- WOJCIOWICZ, J. A. Chlorine oxygen acids and salts: dichlorine monoxide, hypochlorous acid, and hypochlorites. In: *Howe-Grant, M., Ed., Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol. 5, 4th ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, p. 932-968, 1993.
- WOJCIOWICZ, J. A. Dichlorine Monoxide, Hypochlorous Acid, and Hypochlorites. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. New York, NY: John Wiley & Sons. Online Posting Date: 16 Apr 2004c.

WORLD HEALTH ORGANIZATION  
INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER

IARC MONOGRAPHS  
ON 100  
EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS

Chlorinated Drinking water; Chlorination By-products; Some Other Disinfection Compounds; Cobalt and Cobalt Compounds

VOLUME 52

This publication represents the views and expert opinions of an IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogens of the International Agency for Research on Cancer, which met in Lyon, France, from 12-19 June 1989.

IARC MONOGRAPHS VOLUME 52

Chemical and physical properties of the pure substances  
From Weast (1989) unless otherwise specified

**Calcium hypochlorite**

(a) *Description*: White powder or plates  
(b) *Melting point*: Decomposes at 233°C  
(c) *Density*: Specific gravity = 2.33  
(d) *Solubility*: Soluble in cold water, 21.4% soluble at 25°C (Wojtowicz, 1979); insoluble in ethanol  
(e) *Stability*: Solid form decomposes exothermically when heated to 175°C, releasing oxygen (Mannville Chemical Products Corp., 1987). Can react vigorously, and sometimes explosively, with organic and inorganic materials; aqueous solutions subject to decomposition which is influenced by concentration, ionic strength, pH, temperature, light and impurities (Wojtowicz, 1979).  
*Reactivity*: Strong oxidizer of organic and inorganic materials; also acts as a chlorinating agent toward some classes of organic compounds (Wojtowicz, 1979).

**Sodium hypochlorite pentahydrate**

(a) *Description*: Colorless crystals  
(b) *Melting point*: 18°C  
(c) *Solubility*: In water (g/l): 293 at 0°C; 942 at 23°C  
(d) *Stability*: Highly unstable (Budavari, 1989)  
(e) *Reactivity*: Strong oxidizer of organic and inorganic compounds (Wojtowicz, 1979)

**Sodium hypochlorite solution (aqueous)**

(a) *Description*: Clear or slightly yellow solution  
(b) *Stability*: Anhydrous hypochlorite is highly explosive; the solution is subject to decomposition, which is influenced by its concentration, ionic strength, pH, temperature, light and impurities; also susceptible to catalysis by trace metal impurities (Wojtowicz, 1979)  
(c) *Reactivity*: Strong oxidizer of many organic and inorganic substances and chlorinates some classes of organic compounds; Contact with acid releases chlorine gas (Jones Chemical, 1989). Reacts violently with ammonium salts, aziridine, methanol and phenylacetoneitrile, sometimes resulting in explosion. Reacts with primary aliphatic and aromatic amines to form explosively unstable N-chloramines. Reaction with formic acid becomes explosive at 55°C (Sigma-Aldrich Company, 1989).

Calcium Chloride Anhydrous

Sources/Use: Sodium and calcium hypochlorite are manufactured by the chlorination of sodium hydroxide or lime. Sodium and calcium hypochlorite are used primarily as oxidizing and bleaching agents or disinfectants. They are components of commercial bleaches, cleaning solutions, and disinfectants for drinking water and waste water purification systems and swimming pools (Trentham, 2001).

Standards and Guidelines: AHA WHEEL, STEEL (15-min) test

Physical Properties: Calcium Hypochlorite

*Description*: White powder, pellets or flat plates

*Appearance*: Chlorine odor; inadequate warning of hazardous concentrations

*Molecular weight*: 142.98 daltons

*Boiling point* (760 mm Hg): Decomposes at 100 °C (OESDB 2001)

*Freezing point*: Not applicable

*Specific gravity*: 1.21 (water = 1)

*Water solubility*: 21.4% at 76 °F (25 °C)

*Flammability*: Not flammable

*Incompatibilities*: Calcium or sodium hypochlorite react explosively or form explosive compounds with many common substances such as ammonia, amines, charcoal, or organic sulfides.

Sodium Hypochlorite

*Description*: Clear greenish-yellow liquid

*Appearance*: Chlorine odor; inadequate warning of hazardous concentrations

*Molecular weight*: 74.44 daltons

*Boiling point*: Decomposes above 40 °C (OESDB 2001)

*Freezing point*: 6 °C (21 °F)

*Specific gravity*: 1.21 (14.4% NaOCl solution) (water = 1)

*Water solubility*: 29.3 g/100 g at 32 °F (0 °C)

*Flammability*: Not flammable

*Incompatibilities*: Calcium or sodium hypochlorite react explosively or form explosive compounds with many common substances such as ammonia, amines, charcoal, or organic sulfides.

Fonte: ATSDR/CDCP, sd.

Imagem da página 3 do documento da ATSDR (Agency for Toxic Substances & Disease Registry).

CALCIUM HYPOCHLORITE	
PRODUCT IDENTIFICATION	
SERIES	7078-54-3
BRIDGE NO.	231-100-7
FORMULA	Ca(OCl) <sub>2</sub>
MOL. WT.	142.98
U.S. CODE	2924.10.0000
TOXICITY	See MSDS 880 mg/kg
ANONYMITY	Calcium hypochlorite, hypochlorous acid, calcium salt
DESCRIPTION	White granules, Chlorinated lime, lime crystals, Chloride of lime, Calcium hypochlorite.
SALES SPECIFICATION	
65% GRADE	
APPEARANCE	White granule (or tablet)
CHLORINE CONTENT	65% min
MOISTURE	5-10%
Fe	0.03% max
Mn	40ppm max
INSOLUBLES IN WATER	25.0% max
70% GRADE	
APPEARANCE	White granule (or tablet)
CHLORINE CONTENT	70% min
MOISTURE	5-10%
Fe	0.03% max
Mn	40ppm max
INSOLUBLES IN WATER	18.0% max
PARTICLE SIZE	90% (10 - 50 mesh)
TRANSPORTATION	
PACKING	50kgs in iron drum ( 65% Grade ), 40kgs in plastic drum ( 70% Grade )
HAZARD CLASS	5.1 (Packing group : II)
UN NO.	1743
SAFETY INFORMATION	
Hazard Symbols: O C N, Risk Phrases: 8-22-31-34-50, Safety Phrases: 26-36/37/39-45-61	

Fonte: CHEMICALLAND, 2016.

INDICAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS) SOBRE O PROCEDIMENTO INDICADO PARA PREPARAÇÃO DA SOLUÇÃO DE HIPOCLORITO DE CÁLCIO.

PALESTRA "PRINCIPLES AND PRACTICES OF DRINKING-WATER CHLORINATION: A GUIDE TO STRENGTHENING CHLORINATION PRACTICES IN SMALL- TO MEDIUM-SIZED WATER SUPPLIES" ORGANIZADA POR WORLD HEALTH ORGANIZATION - REGIONAL OFFICE FOR SOUTH-EAST ASIA EM 17 DE JULHO DE 2017 (WHO, 2017A).

Encher o tanque mais alto com água

Adicione o produto sólido

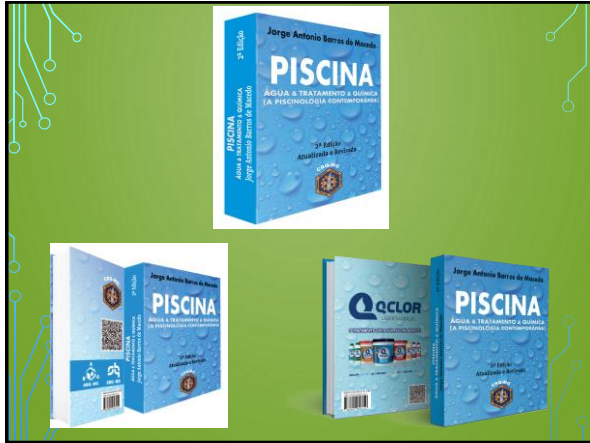
Misture

Após os sólidos depositarem.  
Drenar o líquido para o tanque mais baixo.  
Os sólidos permaneceram no fundo do tanque mais alto.

Uma publicação da **United Nations Environment Programme (UNEP)** em conjunto com a **Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)** (OECD, 2006) apresenta o **SIDS (Screening Information Dataset)** do "Calcium Hypochlorite (CAS 7778-54-3)", com base em informações fornecidas pelas **13 empresas mundiais fabricantes**.

OECD SIDS CALCIUM HYPOCHLORITE	
1. GENERAL INFORMATION	
ID: 7778-54-3	
DATE: 22.08.2006	
2.6.1 Solubility in diferente media	
Value	ca. 18 vol% at 25 degree C
pH	Value: ca. 10.5 - 11.5
Conc.:	1 vol% at 25 degree C





**MUITO OBRIGADO  
PELA ATENÇÃO!!!**

**[www.aguaseaguas.com](http://www.aguaseaguas.com)**

  
**Jorge Macedo DSc.**  
Química Tecnológica

[www.jorgemacedo.com.br](http://www.jorgemacedo.com.br)  
[www.aguaseaguasoficial.com.br](http://www.aguaseaguasoficial.com.br)  
[contato@aguaseaguas.com](mailto:contato@aguaseaguas.com)  
[contato@jorgemacedo.com.br](mailto:contato@jorgemacedo.com.br)  
[j.macedo@terra.com.br](mailto:j.macedo@terra.com.br)

(32) 98847-5364 / (32) 99987-5364