

DESO

Companhia de Saneamento de Sergipe

Desinfecção em água potável

JORGE MACÊDO, DSc.

16/06/2015



QUAIS **SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS** SÃO COMPROVADAMENTE EFICIENTES NO PROCESSO DE DESINFECÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL??

Escala de ação oxidante e bactericida das principais substâncias poder de desinfecção:



O_3 e ClO_2 → Excelentes sanitizantes.

→ BARREIRA **ENVOLVENDO O CUSTO.**

→ Mais utilizado no pré-tratamento (pré-oxidação) por exemplo, redução de cianobactérias.

→ ozonização de efluentes.

TCC DE NETO, R. – UNESC – CURSO ENG. AMBIENTAL, 2011

R\$1,24 /m³ O_3 → Pré-tratamento efluente de uma indústria de confecções.

→ **Contudo**, ressalta-se que o custo para aquisição do equipamento gerador de ozônio é elevado, limitando o uso do mesmo.

SUBSTÂNCIA E/OU PROCESSOS

LIBERADORES/GERADORES DE HClO

- Hipoclorito de sódio
- Hipoclorito de cálcio
- Cloro liquefeito – cloro gás
- Dicloroisocianurato de sódio
- Ácido Tricloroisocianúrico
- **Eletrólise da água salgada** para geração de hipoclorito de sódio (NaClO).

TRANSFERÊNCIA DE INFORMAÇÕES EQUIVOCADAS

E

INCORRETAS

SOBRE OS DERIVADOS CLORADOS

X

INTERESSES COMERCIAIS



“Um novo estudo mostra que os efeitos causados pelos produtos de desinfecção de piscina, especialmente as piscinas cobertas (fechadas), pode aumentar o risco de lesão de DNA, o que pode levar ao câncer.”

“Esses produtos de desinfecção reagem com matéria orgânica e sabemos que estudos anteriores já mostram associação entre esses produtos de limpeza da água potável e o câncer de bexiga.”

“Nesse novo estudo, cerca de 50 adultos saudáveis foram avaliados após nadarem em piscina clorada. Os pesquisadores encontraram um aumento de genotoxicidade (biomarcadores) associados com o risco de câncer.”

REVISTA IDÉIAS! POLISHOP – ANO X – nº 8 – 2012



“Os autores identificaram mais de 100 tipos de bioprodutos de desinfecção na água da piscina, alguns nunca reportados previamente em água de piscina ou água para beber.”

“O problema é que os produtos de desinfecção (DBP) formam com os materiais orgânicos, como pele, cabelo, suor, sujeira e urina.”

“Esses produtos formados são cerca de 10 mil vezes mais tóxicos do que o cloro em si e,

“Nadar cerca de 40 minutos pode causar lesão de DNA indutor de câncer.” “Os pesquisadores mensuraram as evidências de genotoxicidade (lesão do DNA que pode levar ao câncer) efeitos respiratórios nos nadadores que nadaram 40 minutos na piscina clorada.”



“Além disso, os produtos de degradação e de desinfecção são potencializadores de sinusites, dores de garganta, algo bastante frequente entre os instrutores de natação em crianças. Sem contar que o uso de piscinas cloradas aumenta a incidência de asma e outras alergias respiratórias nos pequenos.”

“A SOLUÇÃO?”

“DÊ PREFERÊNCIAS ÀS PISCINAS QUE SÃO TRATADAS COM OZÔNIO OU SALINIZAÇÃO”

Que saber mais? Conheça o site do Dr. Rondó: <http://www.drondoo.com>

Revista HYDRO – NOV/2013



“A reportagem especial que começa na página 14 mostra as opções de desinfecção hoje disponíveis.....”

Desinfecção de efluentes e esgotos sanitários

“O mercado oferece uma ampla gama de tecnologias de descontaminação além do conhecido cloro que, apesar de ter baixo custo, é ineficaz contra cistos, além de não ter ação efetiva contra hormônios ou anabolizantes.”

“Além disso, países europeus e EUA vêm restringindo o seu uso em razão de subprodutos organoclorados e dos riscos à saúde.”

“Embora as aplicações industriais respondam por grande parte do mercado de desinfecção, algumas experiências começam a surgir nas companhias de água no Brasil. É o caso da SANEPAR, no Paraná que utiliza tricloro triazina ou cloro gasoso.”

Desinfecção de efluentes e esgotos sanitários

Água limpa e desinfetada

Não é apenas a água potável que precisa ser tratada para garantir a saúde pública e não atingir a população de consumidores finais. Também a água utilizada para a irrigação de alimentos, para a produção de alimentos e para a fabricação de produtos de higiene pessoal, como sabão, precisa ser tratada e desinfetada. A água utilizada para a produção de produtos de higiene pessoal, como sabão, precisa ser tratada e desinfetada. A água utilizada para a produção de produtos de higiene pessoal, como sabão, precisa ser tratada e desinfetada.

Segundo o relatório, a água utilizada para a produção de produtos de higiene pessoal, como sabão, precisa ser tratada e desinfetada. A água utilizada para a produção de produtos de higiene pessoal, como sabão, precisa ser tratada e desinfetada. A água utilizada para a produção de produtos de higiene pessoal, como sabão, precisa ser tratada e desinfetada.

Segundo o relatório, a água utilizada para a produção de produtos de higiene pessoal, como sabão, precisa ser tratada e desinfetada. A água utilizada para a produção de produtos de higiene pessoal, como sabão, precisa ser tratada e desinfetada. A água utilizada para a produção de produtos de higiene pessoal, como sabão, precisa ser tratada e desinfetada.

Segundo o relatório, a água utilizada para a produção de produtos de higiene pessoal, como sabão, precisa ser tratada e desinfetada. A água utilizada para a produção de produtos de higiene pessoal, como sabão, precisa ser tratada e desinfetada. A água utilizada para a produção de produtos de higiene pessoal, como sabão, precisa ser tratada e desinfetada.

“Seja por meios químicos ou físicos, a desinfecção é a única forma de garantir a segurança da água, sem riscos para a saúde das pessoas ou dos processos. Países como a França exigem a aplicação de ozônio em todo esgoto gerado naquele país. O mesmo deve ocorrer na Itália, Alemanha e Inglaterra.”

Desinfecção de efluentes e esgotos sanitários

Desinfecção de efluentes e esgotos sanitários

A tecnologia de desinfecção de efluentes e esgotos sanitários é uma das mais importantes para a preservação do meio ambiente e a saúde pública. A tecnologia de desinfecção de efluentes e esgotos sanitários é uma das mais importantes para a preservação do meio ambiente e a saúde pública.

A tecnologia de desinfecção de efluentes e esgotos sanitários é uma das mais importantes para a preservação do meio ambiente e a saúde pública. A tecnologia de desinfecção de efluentes e esgotos sanitários é uma das mais importantes para a preservação do meio ambiente e a saúde pública.





Fornecedores de soluções para desinfecção de efluentes		
Empresas	Tecnologia	Site
Alcoz Nobel	Dióxido de cloro	www.alcoznobel.com.br/
Beraca	Dióxido de cloro	www.beraca.com
Brasol (Ozônio)	Ozônio	www.brasolozonio.com.br
Clariant	Dióxido de cloro	www.lahm-clariant.com
Grupo Ecotech	Foto-Fenton	www.grupoecotech.com.br
Hidrogerson	Ozônio	www.hidrogerson.com.br
Ipabraz	Ozônio	www.ipabrazonline.com.br
Man+Hummel	UV	www.man+hummel-vsl.com
Paracox	Ozônio	www.paracox.com.br
ProMinet	Dióxido de cloro	www.prominet.com.br
Treelbio	UV	www.treelbio.com.br
Uylem (Widacox)	UV e ozônio	www.uylemwater SOLUTIONS.com/usa/brasil

"O mercado está repleto de opções para desinfecção.... Naturalmente todas têm prós e contras, mas como e por que optar por uma ou outra? Durante a seleção, a questão fundamental é saber como otimizar e gastar o mínimo possível para atingir o alvo", diz o Professor da Unicamp.

FEVEREIRO/MARÇO 2014

TRATAMENTO DE EFFLUENTES

por Valéria de Aquino

AS BARREIRAS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO NO PAÍS DA COPA

Resumo do conteúdo da publicação *Tratamento de águas e efluentes* da revista *Tratamento de águas e efluentes* da Associação Brasileira de Engenharia de Saneamento Básico (ABRASAB) e da Associação Brasileira de Engenharia de Saneamento Básico (ABRASAB).

O tratamento de águas e efluentes é um dos pilares para a universalização do saneamento básico no Brasil.

O tratamento de águas e efluentes é um dos pilares para a universalização do saneamento básico no Brasil.

O tratamento de águas e efluentes é um dos pilares para a universalização do saneamento básico no Brasil.

O tratamento de águas e efluentes é um dos pilares para a universalização do saneamento básico no Brasil.

O tratamento de águas e efluentes é um dos pilares para a universalização do saneamento básico no Brasil.

Sistemas de desinfecção de efluentes: um desafio para o século XXI

Tratamento de efluentes

Tratamento de efluentes é um processo que visa a remoção de poluentes e a recuperação de recursos hídricos. O tratamento de efluentes é um processo que visa a remoção de poluentes e a recuperação de recursos hídricos. O tratamento de efluentes é um processo que visa a remoção de poluentes e a recuperação de recursos hídricos.

O tratamento de efluentes é um processo que visa a remoção de poluentes e a recuperação de recursos hídricos. O tratamento de efluentes é um processo que visa a remoção de poluentes e a recuperação de recursos hídricos. O tratamento de efluentes é um processo que visa a remoção de poluentes e a recuperação de recursos hídricos.

O tratamento de efluentes é um processo que visa a remoção de poluentes e a recuperação de recursos hídricos. O tratamento de efluentes é um processo que visa a remoção de poluentes e a recuperação de recursos hídricos. O tratamento de efluentes é um processo que visa a remoção de poluentes e a recuperação de recursos hídricos.

O tratamento de efluentes é um processo que visa a remoção de poluentes e a recuperação de recursos hídricos. O tratamento de efluentes é um processo que visa a remoção de poluentes e a recuperação de recursos hídricos. O tratamento de efluentes é um processo que visa a remoção de poluentes e a recuperação de recursos hídricos.

10

22

"...E, NESSE CASO, A EFICIÊNCIA DO PROCESSO É EXTREMAMENTE DEPENDENTE DO pH DO FLUIDO. COMO PRINCIPAIS DESVANTAGENS ESTÃO A FORMAÇÃO DE SUBPRODUTOS INDESEJÁVEIS COMO OS THM (TRÍHALOMETANOS) QUE PODEM AFETAR O SISTEMA NERVOSO CENTRAL, O FÍGADO E OS RINS, ALÉM SE SEREM CONHECIDOS COMPOSTOS CANCERÍGENOS". ALFERTA.

**ESSE MÉTODO PODE SER
SUBSTITUÍDO PELA UTILIZAÇÃO
DO DIÓXIDO DE CLORO.....”**

Artigo

Verificação da eficiência dos desinfetantes hipoclorito de sódio e dicloroisocianurato de sódio em Sala Limpa Classe 100 e Salas de Apoio.
Revista Controle da Contaminação
v.9 – n.95 – março de 2007

Artigo: Verificação da eficiência dos desinfetantes hipoclorito de sódio e dicloroisocianurato de sódio em Sala Limpa Classe 100 e Salas de Apoio.

Revista Controle da Contaminação v.9 – n.95 – março de 2007

TABELA 1- RESULTADOS DE pH DAS SOLUÇÕES HIPOCLORITO DE SÓDIO E DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO ANTES DO USO.

Monitoramento	Hipoclorito de sódio	Dicloroisocianurato de sódio
1º monitoramento	10,22	5,94
2º monitoramento	10,32	6,02
3º monitoramento	10,23	6,12
4º monitoramento	10,65	5,98
5º monitoramento	10,11	5,96

Concentração utilizada:

Dicloroisocianurato de sódio = 1000 ppm.

Hipoclorito de sódio (concentração em uso) = ???

(2,0 a 2,5% → 2000 a 2500 ppm)

TABELA 4. AVALIAÇÃO **QUALITATIVA** DOS CRESCIMENTOS MICROBIANOS ANTES E APÓS A LIMPEZA E DESINFECÇÃO COM HIPOCLORITO DE SÓDIO E DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO.

	Fungos	Hipoclorito de sódio		
		Bactérias Cocos	Bactérias Bacilos	Leveduras
Antes	18	27	29	13
Depois	4	1	4	2
% de Redução	78%	96%	86%	85%
	Fungos	Dicloroisocianurato de sódio		
		Bactérias Cocos	Bactérias Bacilos	Leveduras
Antes	19	43	34	27
Depois	6	10	6	10
% de Redução	68%	77%	82	63%

pH é um fator que interfere no processo de desinfecção com derivados clorados!!



Paracelsus – 1493 a 1541

“Todas as substâncias são venenos e não existe nenhuma que não seja. O que diferencia o medicamento de um veneno é a dose.”

→ **Hiponatremia** é quando há tanta água no corpo que dilui alguns minerais vitais, como sódio, que cai para níveis perigosos. Isso pode levar a uma confusão, dores de cabeça e um fatal inchaço cerebral.

→ Há trabalhos que propõem que os atletas restrinjam a ingestão de líquidos para valores **não superiores a 400-800 mL por hora** durante o exercício para reduzir o risco de hiponatremia.

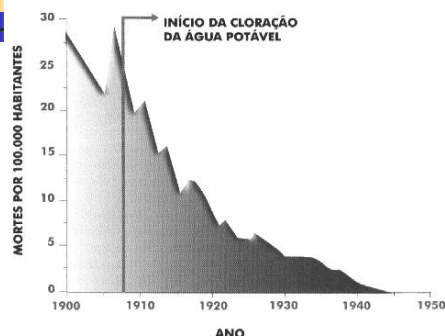
→ O afogamento é definido como a entrada de água em vias aéreas (aspiração).

→ 1 a 3 mL/Kg de peso corporal de água aspirada (1 copo d'água em adultos), para reduzir a quantidade de oxigênio no sangue em 50%.

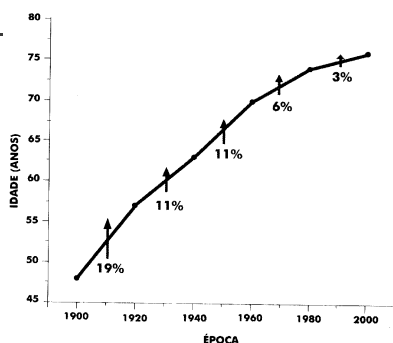
DERIVADOS CLORADOS

IMPORTÂNCIA DO USO DE DERIVADOS CLORADOS PARA MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA DA HUMANIDADE.

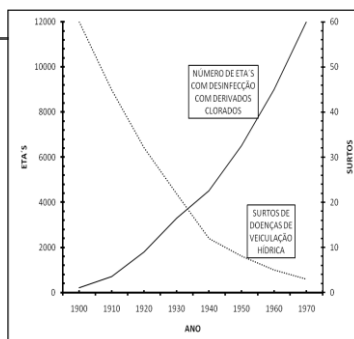
Casos fatais de febre tifóide nos Estados Unidos.



Crescimento da expectativa de vida nos USA após a utilização do processo de desinfecção de água.



Médias anuais de surtos de doenças de veiculação hídrica, entre 1920 e 1960, relacionadas ao número de ETAs com cloração, nos Estados Unidos.



Eletrólise da água salgada para geração de hipoclorito de sódio (NaClO).

→ A eletrólise da água salgada é da **década de 80**. A OPS (Organização Panamericana de Saúde), através de estudos realizados a partir de 1982, demonstrou que a mistura de oxidantes gerados "*in situ*" (no local) tem uma capacidade de desinfecção maior que o "*clord*", os pesquisadores WITT e REIFF (1996).

→ A OPS criou o termo MOGGOD (*Mixed Oxidant Gases Generated On-site for Disinfection*), a sigla em inglês que descreve de maneira genérica o processo de produção de gases oxidantes misturados "*in situ*" com a função de desinfecção, mas que, concomitantemente oxidam a matéria orgânica.

→ Com o desenvolvimento das pesquisas, foram criados **dispositivos que produzem uma solução aquosa de oxidantes misturados (MOGOD)**, cuja eficiência se mostrou semelhantes ao processo de produção de gases (MOGGOD), quando a solução produzida é injetada imediatamente na água. O termo MOGGOD foi substituído por MOGOD (REIFF e WITT, 1995; WITT e REIFF, 1996).

■ Segundo LÉON (1998) os principais equipamentos utilizados podem ser definidos como:

→ **Equipamentos que produzem uma mistura de gases oxidantes gerados *in situ*.**

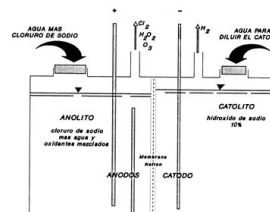
→ consistem basicamente em um recipiente com eletrodos (ânodo e cátodo) que é dividida por uma **membrana semi-permeável**, duas câmaras. Na célula do ânodo, coloca uma solução de cloreto de sódio (salmoura); e na célula do cátodo, uma solução diluída de hidróxido de sódio. Aos eletrodos, é ligada um transformador que altera a corrente alternada de 110V em uma corrente contínua de menor voltagem. Ao se estabelecer o fluxo elétrico, a solução de elétrons se movem através da membrana, os íons de cloreto deslocam-se ao ânodo, enquanto os íons de sódio deslocam para o cátodo. Como consequência produz-se radicais hidroxila, peróxido de hidrogênio, dióxido de cloro, peróxido de hidrogênio e outros gases, como ozônio.

Segundo DANIEL, BRANDÃO, GUIMARÃES, et al (2001) a **membrana semipermeável e seletiva** (em geral de nafion, co-polímero perfluorado) permite a passagem dos íons sódio, mas não dos íons cloreto. O ânodo é de titânio ou grafite; enquanto o cátodo, de aço inoxidável.

→ **Equipamentos de produtores de hipoclorito de sódio *in situ*:** é um processo semelhante ao descrito anteriormente, **em que se elimina a membrana semipermeável**, não se gerando gases oxidantes, mas sim oxidantes dissolvidos que produz ao longo do tempo de eletrólise uma solução diluída de hipoclorito de sódio e volumes pequenos de gás hidrogênio.

Os atuais equipamentos utilizados para realizar a eletrólise da água salgada: em função da retirada da membrana para redução de custo e a consequente mistura dos constituintes das duas células eletrolíticas, **ocorre a geração de uma grande quantidade de radicais livres** com alto poder oxidante, o que permite a geração de altos níveis de subprodutos, ressaltando-se que é difícil controlar a formação dessa miscelânea de oxidantes, com o agravante de que, quanto pior a qualidade do sal utilizado mais subprodutos serão formados.

→ Veja na figura a seguir o sistema indicado pela OPAS, **que possuía a membrana interna**, mas para reduzir custos retirou-se a membrana o que favorece a formação de uma **mistura de oxidantes** que sem nenhuma dúvida contribuem com a formação dos subprodutos.



FONTE: OPAS (ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE LA SALUD) /OMS (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD) citado por REIFF e WITT (1995); COLOPS, 2004.

Esquema de uma célula eletrolítica típica de MOGGOD.

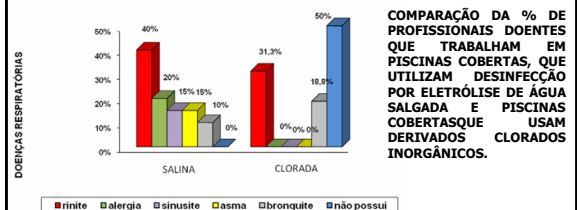
QUAL É UM DOS QUESTIONAMENTOS DA DESINFECÇÃO UTILIZANDO A OBTENÇÃO DE HIPOCLORITO DE SÓDIO POR ELETRÓLISE.

Um subproduto identificado na utilização do processo de eletrólise da água salgada para geração de NaClO são as **tricloraminas**, em função do alto poder oxidante da mistura de radicais livres.

A pesquisa RZNISKI (2008) apresenta dados muito concisos e mostra de modo muito claro que as **tricloraminas**, formam-se de maneira significativa nas piscinas salinas que utilizam o processo de desinfecção pela eletrólise de água salgada.

Demonstra a pesquisadora que as piscinas denominadas **cloradas** apresentam níveis de tricloraminas que alcança valor máximo de **2,54 ng/m^3** , enquanto as piscinas denominadas salinizadas apresentam níveis que alcança valor de **3279 ng/m^3** . A formação de tricloraminas nas piscinas que utilizam o processo de eletrólise da água salgada é **1290 vezes maior**.

A pesquisadora RZNISKI (2008) detectou que todos os profissionais (100%) da piscina salina relataram possuir algum tipo de doença respiratória enquanto que 50% dos profissionais da piscina clorada relataram não apresentar nenhum tipo de doença, ou seja, os profissionais da piscina de água salgada além da tricloramina estiveram expostos a níveis muito altos de THM's, em função disso a pesquisa mostrou que todos, ou seja, 100% dos profissionais apresentam doenças ocupacionais no sistema respiratório.



Fonte: RZNISKI, 2008.

REVISTA IDÉIAS! POLISHOP – ANO X –
nº 8 - 2012

DE WILSON RONDON JR.

PRODUTOS QUÍMICOS NA PISCINA PODER ESTAR ALIMENTANDO O MEDO DE CÂNCER

QUALQUER FRITURA, CROCANTE E SABOROSO COM ALERGIAS COUSAS DE OLEO

QUAL O IMPACTO QUE ESTES TUDO DAS BOMBAS ATÉ O CENTRO?

ARNO

MISTURA TUDO DAS BOMBAS ATÉ O CENTRO

ARNO

www.polishop.com.br/revista

“Além disso, os produtos de degradação e de desinfecção são **potencializadores de sinusites, dores de garganta, algo bastante frequente entre os instrutores de natação**, assim como aumento da **sensibilidade alérgica em crianças**. Sem contar que o uso de piscinas cloradas aumenta a incidência de asma e outras alergias respiratórias nos pequenos.”

Que saber mais?
Conheça o site do Dr.
Rondó:
<http://www.drondoo.com>

**DERIVADOS CLORADOS
ORGÂNICOS
e
DERIVADOS CLORADOS
INORGÂNICOS**

DERIVADOS CLORADOS

CLORO

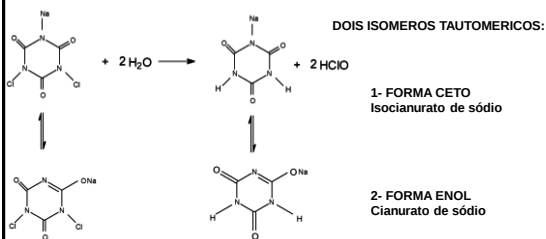
- NÃO EXISTE A SUBSTÂNCIA “**CLORO**”, NÃO EXISTE A TERMINOLOGIA NO PONTO DE VISTA QUÍMICO.
- NÃO EXISTE “**CLORO**” NA NATUREZA, EXISTEM SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS QUE POSSUEM O ELEMENTO QUÍMICO “**CLORO**” NA SUA ESTRUTURA QUÍMICA.
- POR EXEMPLO: CLORETO (Cl^-).
- NÃO EXISTE GÁS CLORO (Cl_2) NA NATUREZA, É UM PRODUTO DE REAÇÕES QUÍMICAS.

Estruturas químicas dos principais compostos clorados.

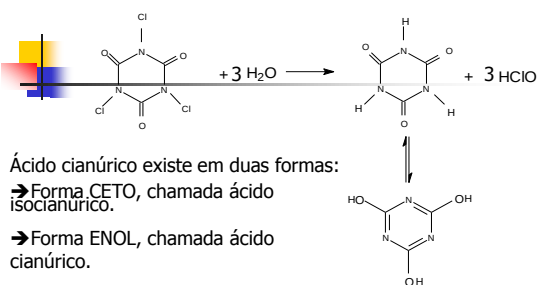
Compostos clorados inorgânicos	Teor (%)	Fórmulas
Hipoclorito de sódio	10-12	NaClO
Hipoclorito de cálcio	64	$\text{Ca}(\text{ClO})_2$
Gás cloro	100	Cl_2
Compostos clorados orgânicos		Fórmulas
Ácido tricloro isocianúrico	90	
Dicloro isocianurato de sódio	56 (**) 60 (*)	

ESTRUTURA QUÍMICA DOS CLORADOS ORGÂNICOS

DICLORO ISOCIANURATO DE SÓDIO



ESTRUTURA DO ÁCIDO TRICLOROISOCIANÚRICO



PARÂMETROS NA ESCOLHA DE USO DE UM DERIVADO CLORADO PARA PROCESSO DE DESINFECÇÃO, GERAÇÃO DE HCIO.

- **Toxicidade**
- Estabilidade
- Formação de subprodutos
- Não geração de passível ambiental
- Facilidade de manejo
- Custo

TOXICIDADE DOS DERIVADOS CLORADOS (DO PRODUTO QUÍMICO ANTES DA HIDRÓLISE PARA LIBERAÇÃO DE HCIO)

UTILIZADOS NA DOSAGEM CORRETA E SOB A RESPONSABILIDADE DE PROFISSIONAIS NÃO EXISTE RISCO NO USO DE DERIVADOS CLORADOS PARA DESINFECÇÃO.

TOXICIDADE DOS DERIVADOS CLORADOS ORGÂNICO

TOXICIDADE DO DERIVADO CLORADO ORGÂNICO

→ Estudo realizado por HAMMOND, BARBEE, INOUE, et al (1986), já relata **a baixa toxicidade do Cianurato e dos seus derivados clorados** e indicam o seu uso no processo de desinfecção de piscinas, participando deste estudo a Monsanto Company, **Olin Corporation**, Nissan Chemical Ind. Ltd., Shikoku Chemicals Corp., ICI Américas Inc. e FMC Corporation.

Substância	Toxicidade oral – DL em ratos, mg /Kg	Toxicidade Dérmica –DL em coelhos, mg / Kg
ACL 90 – PLUS	600	7600
Ácido Cianúrico	>10.000	>7.940

Fonte: ACL, 1998.

toxic
de só

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	1670	2000	-	5000
Cianurato de sódio	>7500	>20000	21440	>7940

Fonte: BAYER, sd.

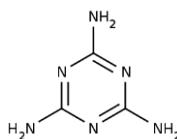
Resultados para concentração de **cianetos** em águas pré e pós-cloradas com hipoclorito de sódio e dicloroisocianurato de sódio (**MACEDO, 1997**).

SS (mg CRT.L ⁻¹)	pH	CRL (mg.L ⁻¹)	Cianeto (mg.L ⁻¹)
Pré-cloração (HPCS) Hipoclorito de sódio			
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
Pós-cloração (HPCS)			
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
Pós-cloração (DCIS) Dicloroisocianurato de sódio			
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

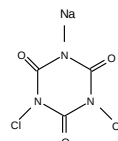
18/05/2012 - CAGECE

A NOVA FOFOCA LANCADA NO MERCADO!!!

A ÍNTIMA RELAÇÃO ENTRE CLORADOS ORGÂNICOS – DCIS E MELAMINA.

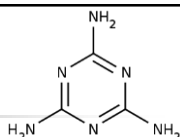


Nome IUPAC
1,3,5-Triazine-2,4,6-triamine
Solubilidade: 3,1 g/L (20°C)
MM = 126.12



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

MELAMINA



- NÃO CONFUNDIR **MELAMINA** COM SUBSTÂNCIA RESPONSÁVEL PELA COR DA PELE **MELANINA**.
- A substância é um composto cristalino utilizado na fabricação de resinas sintéticas.
- A **melamina** é rica em nitrogênio e **FOI UTILIZADA** para disfarçar leite diluído.
- É o mesmo aditivo que causou mortes de animais de estimação nos EUA no ano de 2008 em razão de rações contaminadas.

- A dose tóxica é **muito alta**, a toxicidade oral aguda (LD50) é igual **3161 mg/kg** [em ratos] e toxicidade aguda dérmica (LD50) é **>1000 mg/kg** [em coelhos] (**WHO, 2008**).
- A melamina não é metabolizada pelos animais e é rapidamente eliminada através da urina. Mais de 90% da melamina ingerida é excretada em 24h inalterada.

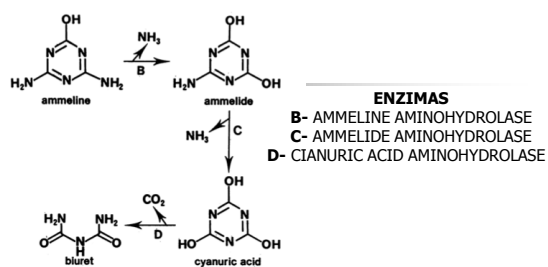


FIG. 1. Pathway for the metabolism of ammeline to biuret (3, 9). Enzymes: B, ammeline aminohydrolase; C, ammelide aminohydrolase; D, cyanuric acid amidohydrolase. The enzymes are encoded by the genes *trzB*, *trzC*, and *trzD*, respectively.

JOURNAL OF BACTERIOLOGY, Feb. 1991, p. 1215-1222 Vol. 173, No. 3
 American Society for Microbiology
Cloning and Analysis of s-Triazine Catabolic Genes from Pseudomonas sp. Strain NRRLB-12227.
 RICHARD W. EATON¹ AND JEFFREY S. KARNS²

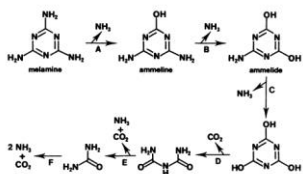
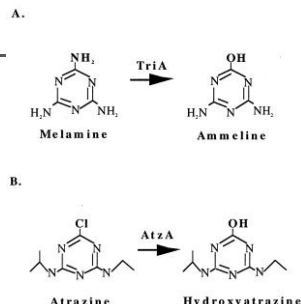


FIG. 1. Pathway for melamine catabolism in strain 12227 (7, 21). Although the involvement of water is not indicated, all steps are hydrolytic. Enzymes: A, melamine amidohydrolase; B, ammeline amidohydrolase; C, ammelide amidohydrolase; D, cyanuric amidohydrolase; E, allantoin amidohydrolase; F, urease.

Although the involvement of water is not indicated, all steps are hydrolytic.

Embora o envolvimento de água não é indicado, todas as etapas são hidrolíticas.

Comparison of the reactions catalyzed by melamine deaminase (TriA) from *Pseudomonas* sp. strain NRRL B-12227 (A) and AtzA from *Pseudomonas* sp. strain ADP (B).



Seffernick J L et al. J. Bacteriol. 2001;183:2405-2410

Journal of Bacteriology

Journals.ASM.org | Copyright © American Society for Microbiology. All Rights Reserved.

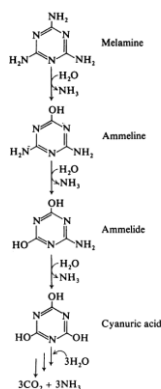


Fig. 3. The degradative pathway of melamine

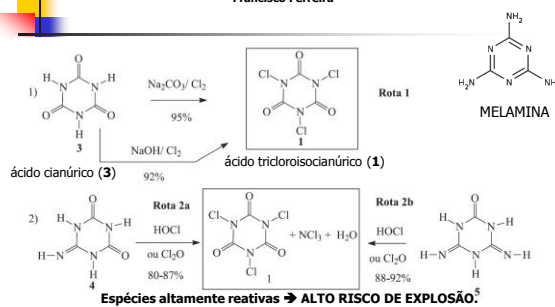
Biochem. J. (1982) 208, 679-684 679

The degradative pathway of the s-triazine melamine
 The steps to ring cleavage

Kathrin JUTZI, Alasdair M. COOK* and Ralf HUITTER
 Mikrobiologisches Institut,
 Eidgenössische Technische Hochschule,
 CH-8092 Ziirich, Switzerland.

(Received 7 June 1982/Accepted 2 September 1982)

Quim. Nova, Vol. 29, No. 3, 520-527, 2006
CLORETO ISOCIANÚRICO E CLORETO CIANÚRICO: ASPECTOS GERAIS E APLICAÇÕES EM SÍNTESE ORGÂNICA
 Anna Claudia Cunha, Fernanda Menezes da Paixão, Maria Cecília B. V. de Souza e Vitor Francisco Ferreira



Espécies altamente reativas → ALTO RISCO DE EXPLOÇÃO.⁵
 Esquema 1. Métodos de preparação do ATCI (1) por cloração

- Cyanuric acid (CAS No 108-80-5) is a structural analogue of melamine. **It may be found as an impurity of melamine.**
- **Pode ser encontrado como uma impureza de melamina.**
- Cyanuric acid is an FDA-accepted component of feed-grade biuret, a ruminant feed additive. It is also found in swimming pool water as the dissociation product of dichloroisocyanurates used for water disinfection. Consumer exposure may be through swallowing swimming pool water, through drinking water processed from surface water, and through fish which may accumulate this chemical (OECD 1999). **When used in drinking water for disinfection purposes, sodium dichloroisocyanurate is rapidly dechlorinated to cyanurate.**
- **Quando utilizado em água potável para fins de desinfecção, dicloroisocianurato de sódio perde o cloro rapidamente para cianurato.**

For comparison, the Sanlu product incriminated in the cases in China was contaminated at a level of over 2500 mg/kg powder, corresponding to approximately 350 ppm in reconstituted product (assuming a 7-fold reconstitution factor) (**WHO, 2008 – pág. 6**).

- **PARA COMPARAÇÃO O PRODUTO SANLU INCRIMINADO NOS CASOS DA CHINA ESTAVA CONTAMINADO COM 2500 mg de melamina/Kg de PRODUTO.**

PARÂMETROS NA ESCOLHA DE USO DE UM DERIVADO CLORADO PARA PROCESSO DE DESINFECÇÃO, GERAÇÃO DE HClO.

- **Toxicidade**
- **Estabilidade**
- Formação de subprodutos
- Não geração de passível ambiental
- Facilidade de manejo
- Custo

ESTABILIDADE DOS DERIVADOS CLORADOS

ESTABILIDADE DO DERIVADO CLORADO

Os derivados clorados de origem inorgânica possuem um prazo de validade máximo de 4 meses (Resolução RDC nº 77 da ANVISA, de 16 de abril de 2001), ressalta que os produtos destinados a desinfecção de água para consumo humano, que contenham como princípio ativo hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio, cujo prazo de validade seja superior a 4 (quatro meses), deverão ser reavaliados quanto a sua eficácia conforme item D.3, que preconiza a avaliação da eficiência frente a *Escherichia coli* e *Enterococcus faecium*, utilizando a metodologia empregada pelo INCQS/FIOCRUZ para desinfetantes para águas de piscinas, no tempo e concentração recomendados no rótulo do produto pelo fabricante

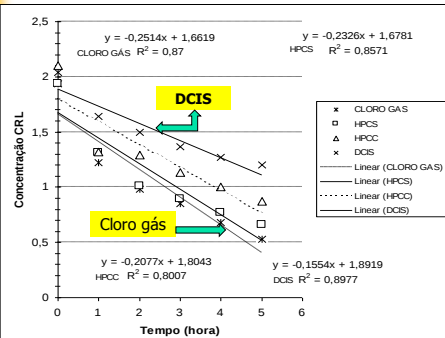
Avaliação da estabilidade de dois derivados clorados de origem inorgânica (hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio) e de origem orgânica (dicloroisocianurato de sódio).
Fonte: TROLLI, IDE NOBOYOSHI, PALHANO, MATTA, 2002.

	Desinfecção da amostra com (mg.L ⁻¹ Cl ₂)		
	Hipoclorito de Sódio (mg.L ⁻¹ Cl ₂)	Hipoclorito de cálcio (mg.L ⁻¹ Cl ₂)	Dicloroiso cianurato de sódio (mg.L ⁻¹ Cl ₂)
Tempo de contato	Amostra 22.05.02	Amostra 22.05.02	Amostra 22.05.02
Imediato	1,94	2,10	2,04
Após 1 hora	1,31	1,32	1,64
Após 2 horas	1,01	1,29	1,50
Após 3 horas	0,89	1,13	1,37
Após 4 horas	0,77	1,00	1,27
Após 5 horas	0,66	0,87	1,20

Gráfico representativo da concentração de cloro residual livre (CRL) em função do tempo, para hipoclorito de sódio (HPCS), hipoclorito de cálcio (HPCC) e dicloroisocianurato de sódio (DCIS).

Fonte: TROLLI, IDE NOBOYOSHI, PALHANO, MATTA, 2002.

Gráfico representativo da concentração de cloro residual livre (CRL) em função do tempo, para cloro gás, hipoclorito de sódio (HPCS), hipoclorito de cálcio (HPCC) e dicloroisocianurato de sódio (DCIS).



Qual o tempo (X) que CRL (Y) é igual 0 (zero)???

■ **CLORO GÁS** → $R^2 = 0,87$

- $Y = -0,2514X + 1,6619$
- $0 = -0,2514X + 1,6619 \Rightarrow 0,2514x = 1,6619$
- $X = 1,6619 / 0,2514 = 6,6105 \approx \mathbf{6,6 \text{ horas}}$

■ **HIPOCLORITO DE SÓDIO** → $R^2 = 0,86$

- $Y = -0,2326X + 1,6781$
- $0 = -0,2326X + 1,6781 \Rightarrow 0,2326x = 1,6781$
- $X = 1,6781 / 0,2326 = 7,2145 \approx \mathbf{7,2 \text{ horas}}$

■ **HIPOCLORITO DE CÁLCIO** → $R^2 = 0,80$

- $Y = -0,2077X + 1,8043$
- $0 = -0,2077X + 1,8043 \Rightarrow 0,2077X = 1,8043$
- $X = 1,8043 / 0,2077 = 8,687 \approx \mathbf{8,7 \text{ horas}}$

■ **DICLORO ISOCIANURATO** → $R^2 = 0,90$

- $Y = -0,1554X + 1,8919$
- $0 = -0,1554X + 1,8919 \Rightarrow 0,1554x = 1,8919$
- $X = 1,8919 / 0,1554 = 12,1743 \approx \mathbf{12 \text{ horas}}$

■ **CLORO GÁS** → $R^2 = 0,87 \rightarrow 6,6 \text{ horas}$

■ **HIPOCLORITO DE SÓDIO** → $R^2 = 0,86 \rightarrow 7,2 \text{ horas}$

■ **HIPOCLORITO DE CÁLCIO** → $R^2 = 0,80 \rightarrow 8,7 \text{ horas}$

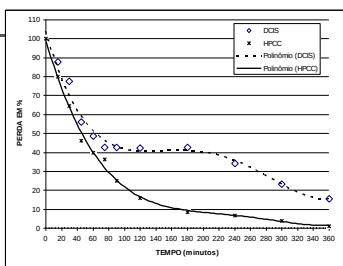
■ **DICLORO ISOCIANURATO** → $R^2 = 0,90 \rightarrow 12 \text{ horas}$

→ Pesquisa realizada pela **SAMA – Saneamento Básico do Município de Mauá**, por FERRARI (2001), denominada "ensaio de estabilidade" - compara o dicloroisocianurato de sódio (DCIS) com o hipoclorito de cálcio (HPCC).

→ O teste deixou um pedaço de tubo retirado da rede (aço com $D = 75 \text{ mm}$ que apresentava incrustações) em um becker com água onde foi colocado 5 ppm do produto clorado.

→ A cada período de tempo (15, 30, 45, 60, 75, 90, 120, 180, 240, 300 e 360 minutos), retirava-se uma alíquota de 10 mL e dosou-se o teor de cloro residual livre, a cada tempo. Em seguida calculou-se a perda, expressa em percentagem de cloro.

GRÁFICO - SAMA – Saneamento Básico do Município de Mauá, por FERRARI (2001), denominada “ensaio de estabilidade” - compara o dicloroisocianurato de sódio (DCIS) com o hipoclorito de cálcio (HPCC).



Conclusão: “Como ponto de partida e referência, a dosagem de DCIS que devemos utilizar é de 50% da dosagem de HPCC”.

I-006 - EXPERIÊNCIA COM O USO DO DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO NA EMBASA – SUPERINTENDÊNCIA SUL – O.S.

Neilton Ribeiro de Cerqueira - Coordenador de Tratamento da OST.
Aparecido Raimundo Fonseca Ferreira - Supervisor de Tratamento da Unidade de Negócios de Caetité.

Viviane Ramos Gomes - Supervisora de Tratamento da Unidade de Negócios de Santo Antônio de Jesus.

24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - 02 a 07 de setembro de 2007 - Belo Horizonte/MG.

-
- B) Estabilidade do cloro residual na rede de distribuição nos pontos mais distantes do reservatório ao longo dos dias.
- C) **Redução na dosagem de Cloro Gás** na ETA de Guanambi, de **5,4 mg/L para 2,0 mg/L, complementando com 1,0 mg/L do DICLORO.**
- D) Redução na dosagem média de cloro entre a ETA de Rio do Antônio e a recloração de Ibitira, de **6,3 mg/L para 4,0 mg/L de DICLORO.**

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

- Com a estabilidade do produto na estocagem, a sua reposição poderá ser realizada em intervalo de tempo maior, garantindo redução significativa nos custos com transporte interno;
- Com a aplicação do dicloroisocianurato, houve uma redução de custo de aproximadamente:
 - a) SIA de Guanambi = 17,6%; b) SIA de Itaparica = 23,7%; c) Na ETA Ilhéus Centro = 21,5%; d) No SIA de Jaguaquara = 26,6%; e) No SIA de Vitória da Conquista = 26,7%; f) No Âmbito da O.S. = 12,9%.
- No Âmbito da O.S. = 19,7%** sem considerar os reajustes dos preços dos produtos químicos.

I-046 - REDUÇÃO NO CUSTO DO TRATAMENTO DE ÁGUA COM A UTILIZAÇÃO DE DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO ASSOCIADO AO CLORO GÁS NA ETA CENTRO, ILHÉUS, BA.

Claudio Franco Fontes - Gerente da Divisão Regional de Operação da Unidade de Negócios de Itabuna - Bahia/EMBASA.

Jose Wellington Santos Nascimento - Técnico em Saneamento

Sandra da Silva Gomes - Engenheira Sanitária.

Ana Tereza Miranda Souza - Bióloga pelo Centro Universitário de Brasília - UNICEUB

24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - 02 a 07 de setembro de 2007 - Belo Horizonte/MG.

- Durante os meses da aplicação de dicloroisocianurato de sódio associado ao cloro gás, **27 pontos foram monitorados. 382 amostras foram coletadas** e 98,4% apresentaram o CRL de acordo com a portaria 518/04, do Ministério da Saúde.
- Os pontos localizados na parte mais alta da cidade (Conquista) apresentaram conformidade no teor de CRL em **100% das amostras**, ou seja, teor mínimo de 0,5 mg/L de CRL na rede de distribuição.

- As amostras coletadas na parte mais distante (Salobrinho) apresentaram 93,5% de conformidade com a legislação.
- Os resultados obtidos em setembro e outubro, período da diminuição na dosagem média de cloro gás associado com o dicloroisocianurato de sódio, quando comparados aos bimestres anteriores, mostraram que houve redução de até **72,3% no consumo do cloro gás**.
- • **diminuição nos custos com produtos de até 57,9%.**

I-090 - DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO, DERIVADO CLORADO DE ORIGEM ORGÂNICA UMA SOLUÇÃO ECONOMICAMENTE VIÁVEL PARA O PROCESSO DE DESINFECÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL. ESTUDO DE CASO NA USA - SISTEMA INTEGRADO PARAGUASSU MILAGRES.

D'Artagnan Gomes Nascimento.

Unidade de tratamento e controle de qualidade de água da Unidade de Negócio de Itaiparica - Santana / EMBASA (1997); Gerente do Escritório Regional de Itaiparica - BA / EMBASA.

23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 18 a 23 de setembro de 2005 - Campo Grande/MS.

- Os ensaios com dicloroisocianurato de sódio - foram realizados no período de 18.03 à 18.04 do corrente ano, mantendo as mesmas condições de operação da unidade de tratamento e de controle da qualidade da água na rede de distribuição das localidades-cloro residual ,cor, pH e turbidez, com as seguintes observações:
 - **Ausência de insolúveis** quando do preparo da solução de DCNS a uma concentração de 6%, a dissolução do produto foi imediata e sem a utilização de misturador mecânico.
 - Estabilidade do cloro residual na rede de distribuição nos pontos mais distantes do reservatório ao longo do dia:
 - Redução de consumo de cloro ativo, durante o período de realização dos testes, quando comparado com uso do cloro gasoso;
 - Extinção da recloração de Nova Itarana.

DESINFECÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO COM O USO DE ÁCIDO TRICLOROISOCIANÚRICO EM TABLETE.

Antonio Alves de Mattos (SABESP).

Engenheiro Químico pela Faculdade de Engenharia Química de Lorena (USP/São Paulo), Engenheiro Sanitarista pela Universidade de São Paulo (USP) e Faculdade de Saúde Pública (USP); e Pós - Graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade de Paulista (UNIP).

XV ENCONTRO TÉCNICO AESABESP - 30/08, 31/08 e 01/09/2004 - São Paulo- SP.

- **As vantagens e benefícios de utilização de tablete de ácido tricloroisocianúrico são:**
 - estabilidade do ácido tricloroisocianúrico por mais de dois anos.
 - concentração elevada de cloro disponível de 90,0 % de Cl_2 .
 - facilidade de transporte e armazenamento.
 - cloro residual livre em água é mais estável em caso de exposição ao sol e altas temperaturas.

Tabela - 7.2 Quadro Comparativo de Custos

Nº do Item	Descrição	Cloro Gásoso		Equipamentos		Ácido Tricloroisocianúrico	
		Nº de unidade	Custo (R\$)	Nº de unidade	Custo (R\$)	Nº de unidade	Custo (R\$)
01	Cilindros de Cloro 68,0 Kg (Operação e Entrega)	10 (680)	6.000,00	Bombona Plástica Descartável 50 Kg	14	Incluso no Produto	
02	Transporte, Carregamento, Manutenção e Estocagem (Salobrinho/Paraguassu)	10	36,00				
03	Válvulas de Cilindro de Cloro	08	520,00				
04	Gaseiro/Transporte (Bombeamento/ETA)	07 (476 Kg)	466,30				
05	Bombas de Alimentação de água	02	3.000,00	Acido Tricloroisocianúrico Transportado (Estocagem/ETA)	10 (500 Kg)	518,00	
06	Dosador de Cloro	02	2.000,00	Bombas de Alimentação de água Torre de Solubilização de Tabletes	02	Incluso no Produto	
08	Kit de Segurança para Cilindro e Válvula	02	3.000,00				
09	Detector de Cloro	01	680,00				
10	Máscara de Segurança e Aparelho Autônomo para Respiração (Dräger)	01	540,00				
11	Manutenção, Limpeza, Reparo e Inspeção de Cilindro		500,00				
12	Sistema de Lavagem de Gás (Lavagem de Gás)	01	n.c				
13	Manômetro para água	01	150,00				
14	Manômetro para cloro	01	150,00				
15	Válvulas de Entrada PVC	10	7.000,00	Válvulas de Entrada PVC	04	Incluso no Produto	
	Custo Estimado Total (R\$)		35.022,20				

CLORO GÁS = R\$35.022,20

TRICLORO = R\$518,00

PARÂMETROS NA ESCOLHA DE USO DE UM DERIVADO CLORADO PARA PROCESSO DE DESINFECÇÃO, GERAÇÃO DE HCIO.

- **Toxicidade**
- **Estabilidade**
- **Formação de subprodutos**
- Não geração de passível ambiental
- Facilidade de manejo
- Custo

FORMAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO PROCESSO DE DESINFECÇÃO

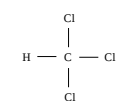
FORMAÇÃO DE THM

Cloro residual livre + Precusores $\Rightarrow$ Trihalometanos +
(Substâncias húmicas) + Outros subprodutos

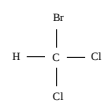
IMPORTÂNCIA DOS THM's A NÍVEL MUNDIAL

GRAY (1994) ressalta que a importância dos THM's em nível mundial prende-se ao fato de que, além serem de considerados carcinogênicos são também indicadores da possível presença de outros compostos organoclorados (**ácido acético clorado, haloacetoneitros, cloropicrin, clorofenóis, cloropropanonas**), também resultantes do processo de cloração das águas e mais perigosos que os próprios THM's,

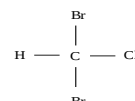
PRINCIPAIS THM's



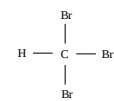
TRICLOROMETANO



DICLOROBROMOMETANO



DIBROMOCLOROMETANO



TRIBROMOMETANO

1997 – MACÊDO, defende tese de doutorado, onde compara o potencial de formação de THM utilizando um derivado clorado de origem inorgânica (hipoclorito de sódio) e um derivado clorado de origem orgânica (dicloro isocianurato de sódio).

→ Conclusão importante se prende ao fato de que uso do derivado clorado de origem orgânica não leva a formação de trihalometanos em níveis considerados significativos.

→ Foi o primeiro trabalho que compara dois derivados clorados quanto a capacidade de formação de THM.

→ A Resolução nº 150, de 28 maio de 1999, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária que autoriza a utilização do ácido dicloroisocianúrico e seus sais de sódio e potássio como princípio para desinfecção de água para consumo humano, confirma as conclusões do trabalho realizado por MACÊDO (1997).

■ **2002-** Pesquisa que chama atenção foi publicada pelo **EWG (Environmental Working Group)** e pelo **U.S. PIRG (United States Public Interest Research Group)**, ressalta os riscos para mulheres grávidas expostas a altos níveis de subprodutos da cloração, que poderá levar a abortos ou a defeitos congênitos nas crianças, a USEPA estima que CBP's causam mais 9300 casos de câncer na bexiga por ano (EWG, 1999; USPIRG, 2002; AGUAONLINE, 2002; AWWA, 2002, MACEDO, 2002).

2004- DODDS, KING, ALLEN, et al., pesquisadores de uma equipe da Dalhousie University, de Halifax (Canadá), publicaram na **Revista "Epidemiology"** uma pesquisa em que afirmou existir uma correlação dos trihalometanos com a morte intra-uterina.

→ O estudo foi realizado em Nova Escócia e Ontário Oriental, no Canadá, para examinar o efeito de exposição a THM's correlacionado com o risco de nascimento de criança morta (natimorto). Na avaliação 112 mulheres que deram à luz a natimortos, dentro de um grupo de controle; outras 398 tiveram partos de crianças saudáveis.

→ Em função do elevado número de natimortos, de imediato fizeram uma análise da água que abastecia as casas das mulheres e constataram que aquelas expostas a nível de TTHM de 80 µg/L ou mais (exposição a subprodutos de cloração por ingestão e tomando banho) em suas residências, **apresentam o risco de nascimento de criança morta 2,2 vezes maior quando comparado com mulheres sem exposição para THM's**. Esse incremento de risco, com a exposição a trihalometanos, se afirma em casos de morte fetal por asfixia e em menor medida, por causas desconhecidas.

INGESTÃO DE THM'S

→ Segundo TOMINAGA e MIDIO (1999), os THM's poderão chegar até o homem através da: i) ingestão de água; ii) Lavagem de roupas e louças; iii) Durante o banho; iv) através do uso de piscinas.

→ A inalação de clorofórmio (triclorometano) durante um banho de ducha, **por 9 minutos pode chegar a ser 6 vezes maior que a ingestão da mesma água tratada durante 24 horas** (TOMINAGA e MIDIO, 1999).

- Os Pesquisadores **Thomas Clasen e Paul Edmondson** do Department of Infectious and Tropical Diseases, da **London School of Hygiene & Tropical Medicine, Keppel St., London**.
- Publicam no final de 2006 o trabalho "***Sodium dichloroisocyanurate (NaDCC) tablets as an alternative to sodium hypochlorite for the routine treatment of drinking water at the household level***" (CLASEN, EDMONDSON, 2006) no principal periódico mundial da área de Higiene e saúde ambiental o "***International Journal of Hygiene and Environmental Health***".
- Referências bibliográfica a pesquisa realizada na Tese de Doutorado de Jorge Macedo (MACEDO, 1997) e o artigo publicado pelo em 2002 (MACEDO, BARRA, 2002),

FATORES QUE INFLUENCIAM A FORMAÇÃO DE THM's

→ Efeito da concentração dos precursores

→ **pH**: é comprovado que a taxa de formação de THMs é maior com o aumento do pH.

→ O derivado clorado

Tempo: a formação de THM em condições naturais não é instantânea, completando-se em períodos de tempo de alguns minutos até dias, pois fatores como pH e temperatura são muito significativos nessas reações químicas.

Temperatura: em geral, com o aumento da temperatura, resulta uma maior taxa de formação de THMs. Observou-se em laboratório que a concentração de clorofórmio aumenta consideravelmente com o aumento da temperatura e do tempo de reação.

→ **Efeito da concentração de brometo e iodeto**: a influência de brometos na formação de THM não é bem clara, porém tem sido aceito que os brometos sejam oxidados a bromo e ácido hipobromoso que, por sua vez, reagem com os precursores.

→ **Efeito da forma de cloro residual**: dos compostos de cloro que são formados na água, o cloro livre é o responsável principal pelo surgimento de THM. Quanto maior a dosagem de cloro maior será a formação de THM

pH

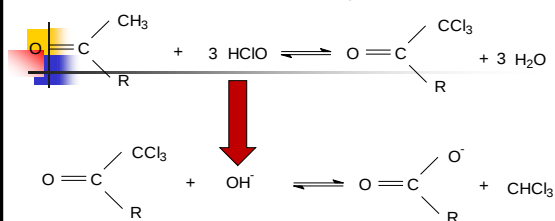
→ **pH**: é comprovado que a taxa de formação de THMs é maior com o aumento do pH.

- Estudos de **ROOK (1974)**, como pioneiro, mais recentemente **KIM et al. (2002)**, verificando a formação de Subprodutos da Desinfecção para águas superficiais concluíram que a taxa de formação de THM foi aumentada conforme foi elevado o valor do pH da amostra.

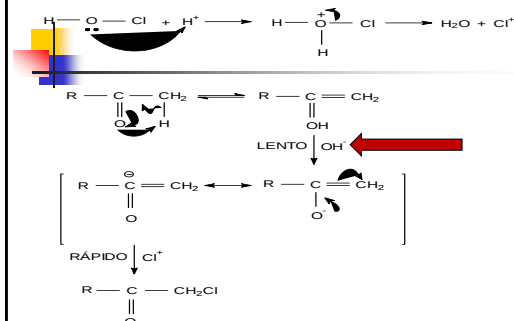
- Tese Doutorado: **MACEDO (1997)**

- Dissertação de mestrado: **MARMO (2005)**

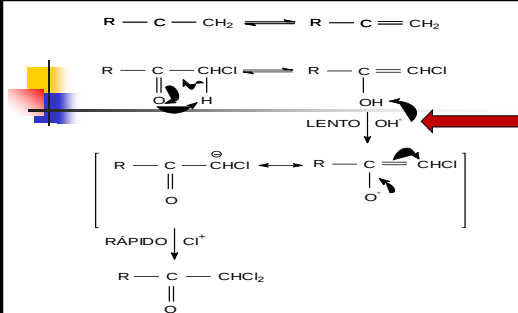
MECANISMOS DE FORMAÇÃO DE THM'S



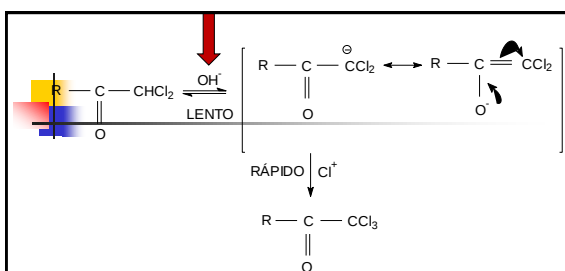
Fonte: MEYER, 1994.
Formação de THM, a partir da reação de HClO com ácidos fúlvicos e húmicos, **segundo VAN BREMEM, 1984.**



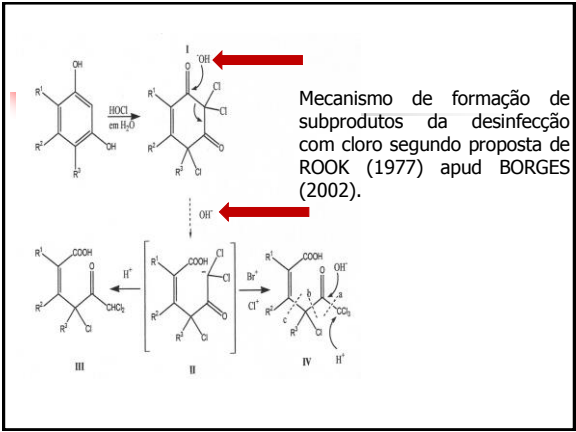
Fonte: ANDRADE e MACÊDO, 1996.
Proposta de mecanismo de formação para o monoclorado.



Fonte: ANDRADE e MACÊDO, 1996.
Proposta de mecanismo de formação do diclorado, partindo do produto monoclorado.

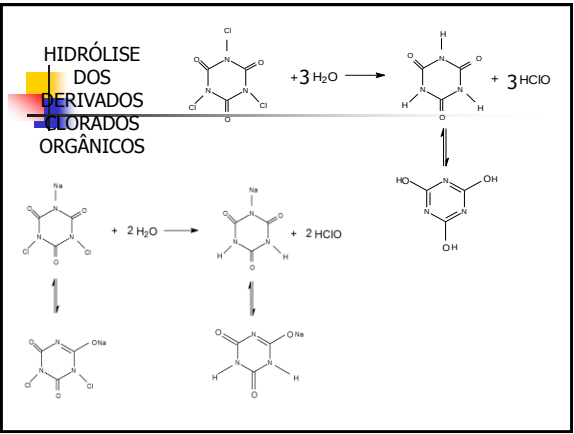
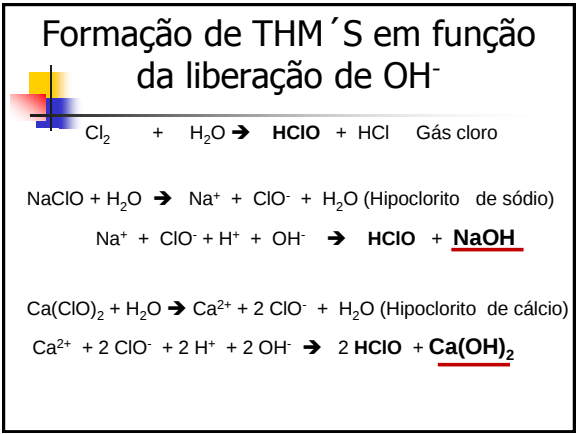


Fonte: ANDRADE e MACÊDO, 1996.
Proposta do mecanismo de formação do triclorado, partindo do composto monoclorado.



pH das soluções de derivados clorados

Derivado clorado	pH da solução a 1%
Hipoclorito de sódio	11,5 – 12,5
Hipoclorito de cálcio	10,5 – 11,5
Dicloroisocianurato de sódio	6 – 8
Ácido tricloroisocianúrico	2,7-2,9
Gás Cloro	1,8 (6,4 g/L a 20 °C)



Concentrações de clorofórmio encontradas nas amostras após desinfecção, média de duas repetições.

Substância utilizada	THM (µg/L)	Redução da % de formação	THM (µg/L)	Redução da % de formação em relação ao CaClO
	Amostra	16.05.02	Amostra	22.05.02
Hipoclorito de sódio	42,12	0%	22,79	0%
Hipoclorito de cálcio	37,70	10,49%	24,97	-
Cloro gasoso	26,09	38,05%	14,39	36,86%
Dicloroisocianurato de sódio	25,58	39,26%	16,81	26,23%

Fonte: TROLI, IDE NOBOYOSHI, PALHANO, MATTA, 2002.

Resultados obtidos para THM's na oxidação de matéria orgânica com ácido tricloroisocianúrico (10 e 20 mg/L) "com" e "sem" pré-oxidação com KMnO_4 .

Tempo de contato	Concentração de THM (µg clorofórmio/L)			
	Sem pré-oxidação com KMnO_4		Com pré-oxidação com KMnO_4 (3,5 mg/L)	
	10 mg CRL/L	20 mg CRL/L	10 mg CRL/L	20 mg CRL/L
0,5h	<5	<5	<5	<5
2 h	7,88	12,40	<5	<5
6h	15,63	16,61	<5	<5
12 h	17,09	17,36	<5	<5
24 h	18,75	18,08	<5	<5

Resultados obtidos em µg/L de subprodutos após pré-oxidação com hipoclorito de cálcio (5 mg/L) e com permanganato de potássio (3,5 mg/L), coagulação com sulfato de alumínio, filtração e pós-cloração

Tempo de contato	Concentração de THM (µg clorofórmio/L)	
	Pré-oxidação HPC (5,0 mg/L) (hipoclorito de cálcio)	Com pré-oxidação com KMnO_4 (3,5 mg/L)
	5 mg CRL/L HPC	5 mg CRL/L HPC
0,5 h	90,24	44,36
2 h	107,6	70,36
6h	117,1	53,7
12 h	135,4	80,35
24 h	172,8	76,38

Resultados de formação de THM para pré-oxidação com permanganato de potássio associado ao hipoclorito de sódio e apenas com hipoclorito de sódio, com a presença de brometos. Concentração de THM avaliada por cromatografia de fase gasosa.

Dosagens (mg/L)				THM (µg/L)			
Ácidos Húmicos	Brometos	KMnO_4	CRL	Tempo de contato (*)	1h	12 h	24 h
	0,50				179,73	399,04	X
2,5	1,00	Não aplicado	10	-	229,38	X	548,69
	3,00				X	585,75	654,50
	0,50	1,5			122,19	242,51	345,58
2,5	1,00	1,5	10	30 min	147,84	287,80	409,45
	3,00	1,5			168,67	X	456,80

Fonte: SANTOS, MARMO, JÚNIOR, 2005.

AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO DE THM X DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO.

Resultado das análises de trihalometanos na ETA Poço Dantas de 2000 a 2004.

Data da Coleta	THM's (ug/L)	Data da Coleta	THM's (ug/L)
17/05/2000	15,9	02/2002	20,4
06/07/2000	22,3	03/2002	ND
17/08/2000	ND	04/2002	11,7
21/09/2000	ND	05/2002	TRAÇOS
16/10/2000	ND	06/2002	TRAÇOS
16/11/2000	ND	08/2002	ND
14/12/2000	19,6	11/2002	12,90
11/01/2001	ND	04/2003	ND
15/03/2001	ND	07/2003	ND
18/04/2001	ND	10/2003	ND
18/05/2001	ND	01/2004	ND
12/06/2001	ND	04/2004	15,50
06/07/2001	ND		
16/08/2001	44		
13/09/2001	41,6		

Local da coleta: Caixa de partida da ETA
Meses 10, 11, 12/2001; 01, 07, 10, 12/2002 e 01/2003 a ETA estava em processo de manutenção. ug L⁻¹: microgramas por litro.
Fonte: CESAMA, 2002, CESAMA, 2004.

27 AMOSTRAS
18 amostras
NÃO DETECTOU
7 Amostras < 22,5 ug/L



ETA de POÇOS D'ANTAS - Juiz de Fora

Possui três flocos-decantadores com capacidade total de 33 L / s (2.851.200 L / dia)

Três filtros sob pressão com taxa de filtração = 475 m³ / m² / 24 h

Resultados para ácidos haloacéticos (DCAA e TCAA) e a concentração total de 5 (cinco) ácidos haloacéticos (THAA's) e os valores propostos pela EPA (MCL e MCLG), derivado clorado inorgânico, hipoclorito de sódio PA.

Local da coleta	Sistema	DCAA	TCAA	THAA's
Túnel 1 - Saída da ETA		4	< LQ	5
Túnel 2 - Borracheiro		6	< LQ	6
	Acari	9	7	18
		< LQ	< LQ	-
Rio Douro - Posto de saúde		13	9	36,9
São Pedro - Saída da ETA		21	7	30
São Pedro - Pontão Rio D'Ouro		15	15	32
Túnel 4 - Saída da ETA linha 1		19	19	40
	Ribeirão das Lajes	15	10	26
Túnel 4 - Saída da ETA linha 2		16	15	33
		15	10	26
Túnel 5 - Linha 2		9	10	20
Saída da ETA		19	8	33,1
Urucuia		23	16	47,2
Caixa Nova	Guandu	18	13	38
Elevatória da Grávea		31	19	58,5
EPA		MCLG	MCLG	MCL
		0	30	60

THAA's = soma das concentrações dos 5 ácidos haloacéticos (DCAA + TCAA + MBAA + BCAA + DBAA).

DCAA = ácido dicloroacético; TCAA = ácido tricloroacético

Fonte: MENDONÇA SILVA, 2003.

Revista Engenharia Sanitária Ambiental - Julho/Setembro 2008. Formação de Subprodutos orgânicos halogenados nas operações de pré-oxidação com cloro, ozônio e peroxônio e pós-cloração em água contendo substância húmica.

PASCHOALATO, TRIMAILOVAS, DI BERNARDO (2008)

Total de THM's, Halocetonitrilas, Halocetonas, Ácidos haloacéticos, formados na pré-oxidação (Hipoclorito de cálcio, 65%), "sem" e "com" coagulação, filtração em papel, pós cloração (Hipoclorito de cálcio) (µg/L).

Total de Subprodutos	Controle (24 horas)	Sem coagulação (24 horas)	Com coagulação (24 horas)
TAM (trialometanos)	24,66	74,46	48,32
CH (triclora acetaldéido ou cloro hidrato)	18,91	26,13	27,32
HAN (haloacetoniitrilas)	4,40	14,73	7,21
HC (halocetonas)	1,31	3,98	3,38
AHA (Ácidos haloacéticos)	15,42	116,70	86,59
TOTAL	64,70	236,00	172,82

FONTE: A daptado de PASCHOALATO, TRIMAILOVAS, DI BERNARDO (2008)

FORMAÇÃO DE TRIHALOMETANOS

A pesquisa realizada por TROLI, IDE NOBOYOSHI, PALHANO, MATTA, 2002, com o título "Trihalometanos em água tratada, após cloração com hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, cloro gasoso e dicloroisocianurato de sódio, utilizando cromatógrafo gasoso acoplado a espectrometro de massa, sistema Purge And Trap", cuja conclusão foi: "os valores obtidos apresentaram boa repetibilidade de resultados de trihalometanos nas duplicatas das amostras, sendo obtido maior formação destes com os desinfetantes hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio".

Efeito da concentração de brometo e iodeto

1980- BEECH et al., publicaram o trabalho sobre a presença de nitratos, cloratos e trihalometanos em água de piscinas, sendo que os níveis de THM variaram de acordo com o tipo de piscina, e os valores encontrados foram os seguintes: i) piscinas com água a temperatura ambiente, 125 $\mu\text{g.L}^{-1}$ como valor médio e 430 $\mu\text{g.L}^{-1}$ como valor máximo; ii) piscinas de água salgada, 657 $\mu\text{g.L}^{-1}$ como valor médio e 1287 $\mu\text{g.L}^{-1}$, como valor máximo.

Segundo BEER (2003) a ingestão de THM na prática da natação é menor que a absorção de THM pela pele.

Novamente chamo sua atenção para o estudo realizado na Dinamarca determinou que atletas da natação que treinam durante duas horas em água contaminada com 150 $\mu\text{g.L}^{-1}$ de clorofórmio (triclorometano) absorvem através da pele 5 μg desta substância (BEER, 2003).

2004 - SILVA, FERNANDES, no Capítulo 3, no livro "Água de Lastro e Bioinvasão", apresentam resultados da pesquisa realizada com a água de lastro do Navio Graneleiro Frotargetina, no Porto do Forno em Arraial do Cabo/RJ, utilizando o hipoclorito de sódio (NaClO) como derivado clorado no processo de desinfecção, as médias de concentrações de THM's são extremamente altas, segundo os autores, os resultados inviabilizam o produto para o processo de desinfecção da água de lastro, veja a conclusão da pesquisa: "... a formação do THM variou de 480 a 1600 $\mu\text{g.L}^{-1}$, inviabilizando o seu uso em tratamentos de água, mesmo em baixas concentrações de matéria orgânica".

Resultados de formação de THM para pré-oxidação com permanganato de potássio associado ao hipoclorito de sódio e apenas com hipoclorito de sódio, com a presença de brometos. Concentração de THM avaliada por cromatografia de fase gasosa.

Dosagens (mg/L)					THM ($\mu\text{g/L}$)		
Ácidos Húmicos	Brometos	KMnO_4	CRL	Tempo de contato (*)	1h	12 h	24 h
2,5	0,50	Não aplicado	10	-	179,73	399,04	X
	1,00				229,38	X	548,69
	3,00				X	585,75	654,50
2,5	0,50	1,5	10	30 min	122,19	242,51	345,58
	1,00	1,5			147,84	287,80	409,45
	3,00	1,5			168,67	X	456,80

Fonte: SANTOS, MARMO, JÚNIOR, 2005.

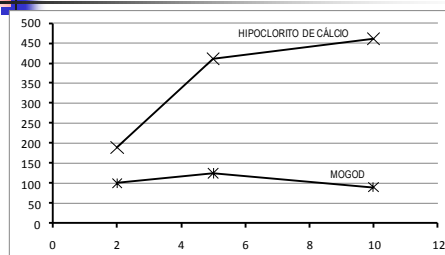
A pesquisa realizada por BRADFORD e COLEMAN (1993) apud WITT e REIFF (1996) comparou em laboratório a formação de THM's pelo hipoclorito de cálcio com uma solução de concentração equivalente de uma mistura de oxidantes obtidas por uma célula eletrolítica [Eletrolise da água salgada para geração de hipoclorito de sódio (NaClO)]

THM's formados	Concentração de sanificante					
	2 mg/L		5 mg/L		10 mg/L	
	Hipoclorito de cálcio	Oxidantes misturados	Hipoclorito de cálcio	Oxidantes misturados	Hipoclorito de cálcio	Oxidantes misturados
Bromodicloro-metano	<5	<5	4	27	23	30
Dibromocloro-Metano	21	21	123	62	164	43
Tribromo-metano	170	78	286	41	276	21
Triclorometano	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Total THM	191	99	413	130	463	94

THM em µg / L

Fonte: BRADFORD e COLEMAN (1993) apud WITT e REIFF (1996).

Comparação dos níveis de trihalometanos formados por hipoclorito de cálcio e solução de oxidantes misturados.



Fonte: WITT e REIFF, 1996

PARÂMETROS NA ESCOLHA DE USO DE UM DERIVADO CLORADO PARA PROCESSO DE DESINFECÇÃO, GERAÇÃO DE HClO.

- Toxicidade
- Estabilidade
- Formação de subprodutos
- Não geração de passível ambiental
- Facilidade de manejo
- Custo

Geração de passível ambiental

26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - 25 a 29 de setembro de **2011**
Porto Alegre/RS.

V-022 - 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.

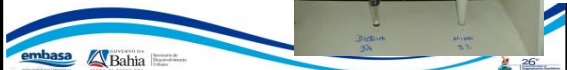
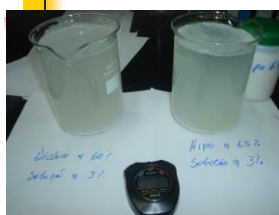
Daniele Oliveira Justos dos Santos
Renilson de Oliveira dos Santos
Aridson Canário França



Início do estudo referente a geração de resíduo com derivados clorados (Hipoclorito de Cálcio e Dicloroisocianurato de Sódio)
 - Laboratório da EMBASA – Unidade Regional de Feira de Santana



Preparo das amostras de hipoclorito de cálcio e dicloroisocianurato de sódio.
 Ensaio de sólidos.



Resultados dos ensaios realizados com os derivados clorados testados no laboratório da EMBASA/Unidade Regional de Feira de Santana.

COMPARATIVO COMPOSTOS CLORADOS - USO NA URFS

Dados		Água Tratada		Volume da solução preparada			
Alcalinidade		29,5		1.000 ml			
pH		6,74		Temp. Amostra 24C			
Dureza		91,8 mg/L					
Cloretos		105,8 mg/L					
Produto	Hipoclorito Cálcio 65%	Hipoclorito Cálcio 30%	DCSI 60%	DCSI Tablete 57%	DCSI 40%		
Conc. da solução	3%	3%	3%	3%	3%		
Tempo de mistura	10 minutos	10 minutos	10 minutos	10 minutos	10 minutos		
pH da solução clorada	11,75	11,81	5,57	6,95	8,07		
Presença de precipitado	sim	sim	não	não	não		
Aspecto	turva	turva	limpida	pouco turva	ligeiramente turva		
Tempo total de preparo	40 minutos						
Alcalinidade final (mg/L CaCO3)	1.532	2.700	0	0	0		
Após 30 minutos de mistura e 20 minutos de descanso							
Presença de insolúveis	sim	sim	não	não	não		
Presença de precipitado	elevado	elevado	não	não	não		
Aspecto	turva	turva	limpida	pouco turva	ligeiramente turva		



Ensaio do comparativo dos derivados clorados em laboratório					
Dados	Água Tratada	Volume da solução preparada			Data:
Alcalinidade	29,5	1.000 ml			02/10/08
pH	6,74	Temp. Amostra 24C			
Dureza	91,8 mg/L	Origem: Água tratada ETA Lustosa			
Cloretos	105,8 mg/L				
Produto	Hipoclorito Cálcio 65%	-	DCSI 60%	-	-
Conc. da solução	3%	-	3%	-	-
Tempo de mistura	10 minutos	Hipoclorito de Cálcio	10 minutos	DCSI	-
pH da solução clorada	11,75	peso 1 (cadinho)	5,57	peso 1 (cadinho)	-
Presença de insolúveis	sim	26,3928	Não	25,3921	-
Precipitado	sim	peso 2	Não	peso 2	-
Aspecto	turva	26,4789	limpida	25,3926	-
Sólidos Suspensos secos resultado(mg/L)	-	861	-	5	-
Tempo total de preparo	40 minutos				
Alcalinidade final (mg/L CaCO3)	981,8		0	0	-
Tempo de sedimentação	60 min.		60 min.		-
Volume de sedimentáveis (ml/L)	98		0		-
% cloro no resíduo	1,5		-	-	-

COLOR RESIDUAL NO RESÍDUO → 240,8 Kg de cloro ativo / mês

Dados obtidos do Trabalho de Pesquisa da EMBASA-Ba

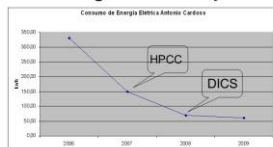
Solução 3%

- 3 g de Hipoclorito de cálcio em 100 mL de água.
- **Resíduo seco = 861 mg de CaClO = 0,861 g de CaClO**
- **3 g – 0,816 = 2,139 g de CaClO**
- Logo, solubilidade do CaClO = 2,139 g/ 100 mL.

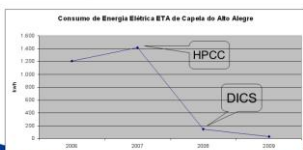
PARA COMPARAÇÃO DE SOLUBILIDADE:
 Cloreto de Sódio : 35,9 g/100 mL (25°C)
 Dicloroisocianurato de sódio: 33 g/100 mL de água (25°C)
 Ácido tricloroisocianúrico: 1,2 g/100 mL de água (25°C)
 Hipoclorito de cálcio: 2,1 g/100 mL de água (25°C)



Outros ganhos - Redução do consumo de energia elétrica



HPCC = Hipoclorito de cálcio
DICS = Dicloroisocianurato de sódio



ETA Capela A. Alegre

Uso do Hip. de Cálcio



Uso do DICS



ETA Nova Fátima

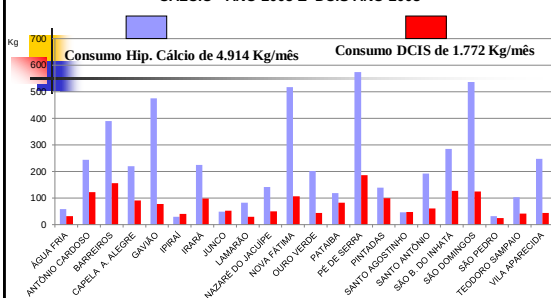
Uso do Hip. de Cálcio



Uso do DICS



COMPARATIVO ENTRE OS CONSUMOS MÉDIOS DE HIPOCLORITO DE CÁLCIO ANO 2005 E DICS ANO 2008



V-022 - 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. 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - 25 a 29 de setembro de 2011

CONCLUSÕES

- ✓ Eram preparados 163.800 litros de solução clorada (CaClO), com geração de 16.052,4 litros de resíduos (borra)/mês, impactando no meio ambiente;
- ✓ Sendo perdido 240,8 Kg de cloro ativo / mês;
- ✓ Com o uso da nova tecnologia (DCIS) deixou-se de gerar resíduos durante a etapa de preparo e aplicação da solução clorada;
- ✓ Foram obtidos ganhos ambientais, com revisão dos processos de implantação de novas unidades de tratamento e gestão energética.

embasa

Bahia

26

PARÂMETROS NA ESCOLHA DE USO DE UM DERIVADO CLORADO PARA PROCESSO DE DESINFECÇÃO, GERAÇÃO DE HClO .

- Toxicidade
- Estabilidade
- Formação de subprodutos
- Não geração de passível ambiental
- Facilidade de manejo
- Custo

FACILIDADE DE MANEJO

CUSTO

DESINFECÇÃO SECUNDÁRIA

Utiliza dois sanificantes concomitantemente
(Gás cloro + Dicloroisocianurato de sódio)

ESTABILIDADE DE DERIVADOS CLORADOS NA REDE – TRABALHOS APRESENTADOS NO 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - 20 a 25 de setembro de 2009 - Recife/PE.

→ Em dezembro de 2004, foi implantado a desinfecção secundária na ETA de Itabuna, de responsabilidade da EMASA - Companhia de Águas de Itabuna, o relatório mostra que o processo reduziu a dosagem de cloro gasoso de 6,0 mg Cl₂/L para 2,0 mg Cl₂/L, conseguindo uma redução de 66,66% da dosagem de gás cloro, e apenas foi acrescentada a dosagem de 0,5 mg Cl₂/L de dicloroisocianurato de sódio, que conseguiu manter o residual em toda rede.

→ Em setembro de 2005, foi implantado o sistema na ETA de Juazeiro/Ba, que é de responsabilidade do SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto da cidade de Juazeiro.

→ O relatório técnico mostra que o processo reduziu a dosagem de cloro gasoso de 1,8 mg Cl₂/L para 0,8 mg Cl₂/L, conseguindo uma redução de 55,55% da dosagem de gás cloro, e apenas foi acrescentada a dosagem de 0,5 mg Cl₂/L de dicloroisocianurato de sódio, que conseguiu manter o residual em toda rede. A aplicação do agente de desinfecção foi realizada através de solução de DCIS a 2,5% obtida pela dissolução de pastilhas do DCIS.

I-006 - EXPERIÊNCIA COM O USO DO DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO NA EMBASA – SUPERINTENDÊNCIA SUL – O.S.

Neilton Ribeiro de Cerqueira - Coordenador de Tratamento da OST.
Aparecido Raimundo Fonseca Ferreira - Supervisor de Tratamento da Unidade de Negócios de Caetité.

Viviane Ramos Gomes - Supervisora de Tratamento da Unidade de Negócios de Santo Antônio de Jesus.

24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - 02 a 07 de setembro de 2007 - Belo Horizonte/MG.

- Na USC, os ensaios com o DICLORO tiveram início a partir do mês 09/05 se estendendo até o mês 11/05, mantendo as mesmas condições de operação das unidades de tratamento e controle de qualidade da água na rede de distribuição das localidades, a exemplo de cloro residual, cor, pH e turbidez, com as seguintes observações:
 - A) Ausência de insolúveis quando do preparo da solução de DICLORO a uma concentração de 0,5%, a dissolução do produto foi imediata e sem utilização de misturador mecânico;
 - B) Estabilidade do cloro residual na rede de distribuição nos pontos mais distantes do reservatório ao longo dos dias.
 - C) Redução na dosagem de Cloro Gás na ETA de Guanambi, de 5,4 mg/L para 2,0 mg/L, complementando com 1,0 mg/L do DICLORO.
 - D) Redução na dosagem média de cloro entre a ETA de Rio do Antônio e a recloração de Ibitira, de 6,3 mg/L para 4,0 mg/L de DICLORO.

I-046 - REDUÇÃO NO CUSTO DO TRATAMENTO DE ÁGUA COM A UTILIZAÇÃO DE DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO ASSOCIADO AO CLORO GÁS NA ETA CENTRO, ILHÉUS, BA.

Claudio Franco Fontes - Gerente da Divisão Regional de Operação da Unidade de Negócio de Itabuna - Bahia/EMBASA.

João Wellington Santos Nascimento - Técnico em Saneamento

Sandra da Silva Gomes - Engenharia Sanitária.

Ana Tereza Miranda Souza - Bióloga pelo Centro Universitário de Brasília – UNICEUB

24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - 02 a 07 de setembro de 2007 - Belo Horizonte/MG.

- Durante os meses da aplicação de dicloroisocianurato de sódio associado ao cloro gás, 27 pontos foram monitorados, 382 amostras foram coletadas e 98,4% apresentaram o CRL de acordo com a portaria 518/04, do Ministério da Saúde.
- Os pontos localizados na parte mais alta da cidade (Conquista) apresentaram conformidade no teor de CRL em 100% das amostras, ou seja, teor mínimo de 0,5 mg/L de CRL na rede de distribuição.

- As amostras coletadas na parte mais distante (Salobrinho) apresentaram 93,5% de conformidade com a legislação.

- Os resultados obtidos em setembro e outubro, período da diminuição na dosagem média de cloro gás associado com o dicloroisocianurato de sódio, quando comparados aos bimestres anteriores, mostraram que houve redução de até 72,3% no consumo do cloro gás.

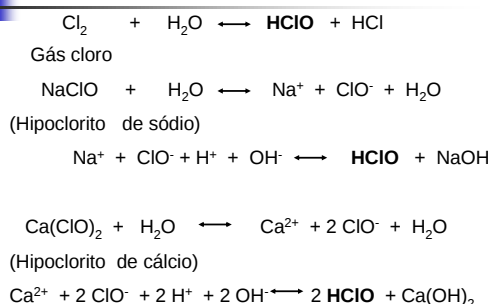
- • diminuição nos custos com produtos de até 57,9%.

ESCOLHA DO DERIVADO CLORADO

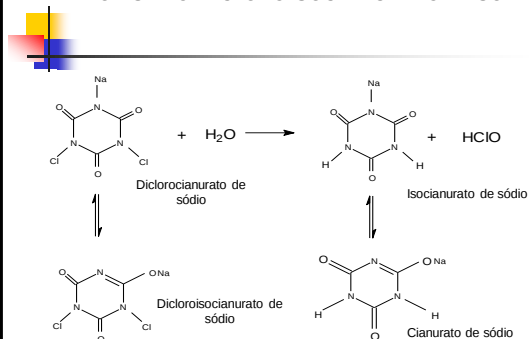
As pesquisas realizadas em laboratório (pesquisa de bancada) com águas preparadas, a situação do “laboratório” é completamente diferente da água coletada em uma ETA ou em um ponto da rede, onde existe toda uma dinâmica de fluxo e o contato entre os reagentes é mais difícil.

Reações de derivados clorados na água

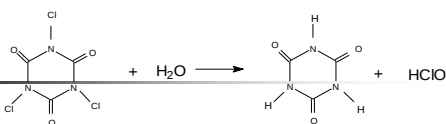
Reações de derivados clorados na água



HIDRÓLISE DO DICLOROISOCIANURATO DE SÓDIO



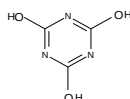
HIDRÓLISE DO ÁCIDO TRICLOROISOCIANÚRICO



Ácido cianúrico existe em duas formas:

→ Forma CETO, chamada ácido isocianúrico.

→ Forma ENOL, chamada ácido cianúrico.



A constante de dissociação do HOCN é $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$

$\text{p}K_a = -\text{Log}(1,8 \times 10^{-5}) = -(\text{Log } 1,8 + \text{Log } 10^{-5})$

$= -(0,2552 - 5) = -(-4,7448) = 4,7448$ **$\text{p}K_a = 4,7448$**

ADIÇÃO DE UM DERIVADO CLORADO EM ÁGUA



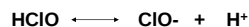
AÇÃO BACTERICIDA X DERIVADOS CLORADOS

A ação oxidante e sanificante do cloro é controlada pelo **ácido hipocloroso (HClO)**, que é um produto da hidrólise da substância clorada

O dióxido de cloro (ClO_2) é derivado clorado **que não hidrolisa** em solução aquosa, sendo que sua ação sanificante é associada somente à sua molécula

AÇÃO BACTERICIDA

→ O ácido hipocloroso é um ácido fraco, que em solução aquosa se dissocia para formar o íon hidrogênio e o íon hipoclorito



Portanto, os compostos clorados **são mais efetivos em valores de pH baixos quando a presença de ácido hipocloroso é dominante.**

Relationship between Measured Free Residual Available Chlorine (HOCl^* , OCl^-) and Bactericidally Active (HOCl)

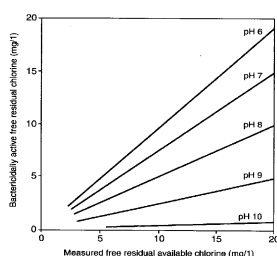


Gráfico que relaciona a **atividade bactericida do cloro residual livre (eixo Y)** com a **Concentração de Cloro Residual (eixo X)** e o pH.

Fonte: WHO, 2004.

Poder bactericida do íon ClO^-

O ácido hipocloroso HClO é o agente mais ativo na desinfecção, e o íon hipoclorito é praticamente inativo. (RICHTER, AZEVEDO NETO, 1991)

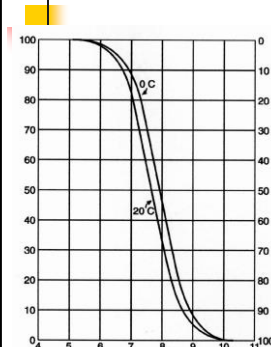
"... Tanto o ácido hipocloroso como o íon hipoclorito, denominados de cloro residual livre, são fundamentais para a inibição do crescimento bacteriano. Porém, o ácido hipocloroso possui uma ação bacteriana mais eficiente do que o OCl^- , pela sua permeabilidade à membrana celular. Em determinadas condições, o OCl^- é apenas cerca de 2% tão bactericida como o HOCl ." (CETESB, 1994)

".... HOCl is completely dissociated above pH 10 when the chlorine concentration is less than 5,000 mg/L.

*Speciation is important because the **disinfection efficiency of HOCl is approximately 80 to 200 times as strong as that of OCl^- .**"* (BLOCK, 2001)

".....Acima de 8,5 a concentração do íon hipoclorito (OCl^-) é proporcionalmente maior, sendo este cerca de 100 vezes menos eficiente na inativação de microrganismos que o HOCl "" (EPA, 1999; DI BERNARDO, 1993 apud MARNO, 2005).

GRÁFICO PORCENTAGEM " HClO X ClO^- " EM FUNÇÃO DO pH



Distribution of Hypochlorous Acid and Hypochlorite Ion in Water at Different pH Values and Temperatures.

Fonte: MORRIS (1951) apud WHO (2004)

MÉTODOS DE DESINFECÇÃO COM USO DERIVADOS CLORADOS

Há basicamente três métodos de aplicação de cloro:

- a cloração simples.
- a amônia cloração.
- cloração ao “break-point” ou “ponto de quebra”.

BLOCK, 2001 - 1481p. Disinfection, Sterilization and Preservation.

...FOR CHLORAMINES, THE CONTACT TIME IS APPROXIMATELY **100 TIMES LONGER** THAN THAT REQUIRED FOR THE SAME RESIDUAL OF FREE AVAILABLE CHLORINE TO PRODUCE THE SAME KILL...

COMPARAÇÃO ENTRE a resistência (C.t) da *E. coli* ao CRL e as Cloraminas (inativação 99%).

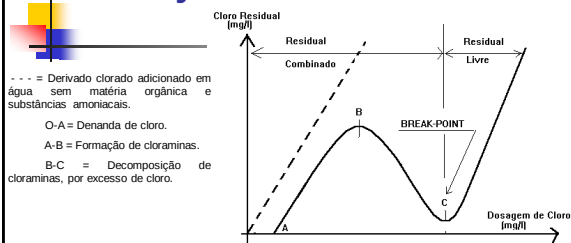
Microorganismo	CRL pH 6 a 7	Cloramina pH 8 a 9
<i>E. coli</i>	0,034 – 0,05	95 - 180

$$95 : 0,034 \cong 2794$$

$$180 : 0,05 = 3600$$

MANUAL DE DESINFECCION
ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA
SALUD
WASHINGTON, D.C – Septiembre de 1995

CLORAÇÃO AO BREAK-POINT



Escala de ação oxidante e bactericida dos principais produtos de desinfecção:



OZÔNIO

→ Por ser instável e tendo uma meia-vida muito curta, o Ozônio deve ser gerado no local em que vai ser usado.

→ Em água bidestilada, sua meia-vida é de 10h, aproximadamente.

Em água desmineralizada, com condutividade de 1,35 mS/cm, a sua meia-vida é de 80 minutos.

Em água monodestilada a meia-vida cai para 20 minutos.

Desinfecção de Máquinas de Hemodiálise com Ozônio.
Unidade de Nefrologia do Hospital Parque Belém. Porto Alegre – RS,
Clínica Nefrológica Guaíba. Guaíba – RS (2006)

DIÓXIDO DE CLORO

APLICAÇÕES DO DIÓXIDO DE CLORO DE CLORO EM SANEAMENTO BÁSICO

Prof. Dr. Sidney Seckler Ferreira Filho

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

→ Apresenta relativa estabilidade, permitindo residuais no sistema.

→ Residuais Altos de dióxido de cloro podem criar problemas de gosto e podem criar problemas de gosto e Odor.

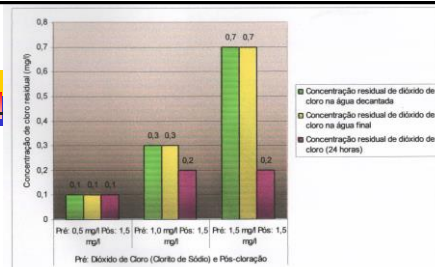


Figura 1 – Concentrações residuais de dióxido de cloro para o ensaio efetuado para a água bruta que abastece à ETA Guarulhos. Agente pré-oxidante: dióxido de cloro. Agente pós-oxidante: cloro livre

AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DO CLORO E DIÓXIDO DE CLORO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO (2001)

Sidney Seckler Ferreira Filho; Ivanildo Hespanhol; Roque Passos Pivelli.

Pré Dióxido de cloro = 1,5 mg/L + Pós Solução clorada = 1,5 mg/L

Residual de Dióxido de cloro (24h) = 0,2 mg/L

% Perda de residual = 86,66% em 24 horas.

ESTUDO DA FORMAÇÃO DE SUBPRODUTOS CLORADOS NA ETAPA DE PRÉ-OXIDAÇÃO COM DIÓXIDO DE CLORO.

Sérgio Marcos Sanches; Sandro Xavier de Campos; Eleisy Rios; Eny Maria Vieira; Luiz Di Bernardo.

XXX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2004, Porto Rico.

Conclusão

Durante as 2 h de ensaio verificou-se um residual de 0,054 mg.L⁻¹, quando aplicou-se uma dosagem 1,0 mg.L⁻¹ de ClO₂.

% PERDA DE RESIDUAL = 94,6% em 2,0 h.

I-219 - DIÓXIDO DE CLORO: ALTERNATIVA COMO PRÉ-OXIDANTE NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO.

Dalva Isolani - Consultora técnica para o SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA, SANEAMENTO BÁSICO E INFRAESTRUTURA – SEMASA de ITAJAÍ SC.

Renato Bolinelli. Consultor técnico para o SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA, SANEAMENTO BÁSICO E INFRAESTRUTURA – SEMASA de ITAJAÍ – SC.

24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - 02 a 07 de setembro de 2007 - Belo Horizonte/MG.

As dosagens utilizadas de dióxido de cloro variam de 1,0 a 3,0 mg/L, dependendo das características da água bruta, apresentando residual de dióxido livre nos decantadores na ordem de 0,1 mg/L.

% Perda de residual = 90% a 96,66%

CUSTOS APROXIMADOS

Dicloroisocianurato de sódio– R\$ 8,02 /Kg

Hipoclorito de Cálcio– R\$ 8,50 /kg

Cloro Gás - cilindro– R\$ 7,25 /kg

Cloro Gás - carreta– R\$ 4,30 /kg

Dióxido de cloro– R\$ 28,00/kg

UV – Sistema 50 L/s- **R\$ 150.000,00** (*sem custo da energia)

Fator C.t

■ **C (Concentração em ppm) x t (tempo em minutos) = 9600**

■ Exemplos:

1 ppm CRL x 9600 min (160 horas) = 9600 Ct

10 ppm CRL x 960 min (16 horas) = 9600 Ct

40 ppm CRL x 240 min (4 horas) = 9600 Ct

100 ppm CRL x 96 min (1 h 36 min) = 9600 Ct

Tempo de inativação de microrganismos pelo processo de cloração de água.

Microrganismos	Tempo
<i>E. coli</i> O157:H7 (Bactéria)	Menor que 1 minuto
Hepatite A (Vírus)	Acima de 16 minutos
<i>Giardia</i> (Parasita)	Acima de 45 minutos
<i>Cryptosporidium</i> (Parasita)	Acima de 9600 minutos (6,7 dias)

* 1ppm (1mg/L) CRL em pH 7,5 e 77°F (25°C)

Fonte: CDC, 2003.

Comparação da eficácia de diversos sanitizantes, para principais agentes patógenos com relação ao Ct.

Valores de CT

Microrganismo	CRL pH 6-7	Cloraminas inorgânicas pH 3-9	Dióxido de cloro pH 6-7	Ozônio pH 6-7
<i>Escherichia coli</i>	0,03-0,05	95-180	0,4-0,75	0,02
Poliovírus tipo 1	1,1-2,5	768-3740	0,2-6,7	0,1-0,2
Rotavírus	0,01-0,05	3806-6476	0,2-2,1	0,006-0,06
Cistos de <i>Giardia lamblia</i>	47-150	2200 ^b	26 ^b	0,5-0,6
<i>Cryptosporidium parvum</i>	7200 ^c	7200 ^b	78 ^d	5-10 ^b

Os valores de Ct correspondem a 99% de inativação a 5°C, exceto quando se indica outra informação. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) requer mais de 99% para os vírus e *Giardia*. **b** 25°C, 99,9% de inativação em pH 6-9. **c** 25°C e pH 6-9. **d** 25°C e 90% de inativação.

RISCO AO PROCESSO DE DESINFECÇÃO QUÍMICA

- RETIRADA DE RESÍDUOS DEFICIENTE
- PRESENÇA DE INCRUSTAÇÕES

FORMAÇÃO DOS BIOFILMES BACTERIANOS

Aumento da resistência dos microrganismos aos processo de desinfecção → de 150 a 3000 vezes.

CONCLUSÃO

PROCEDIMENTO-DESINFECÇÃO QUÍMICA EFETIVO REDUZ O RISCO DE CONTAMINAÇÕES BIOLÓGICAS

- PRÉ- OXIDAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA
- DESINFECÇÃO VISANDO O MICRORGANISMO MAIS RESISTENTE.

PROTOZOÁRIO MAIS RESISTENTE
Cryptosporidium

UM DOS GRANDES DESAFIOS DO FORNECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

- Florações de cianobactérias → Entre elas, a espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*
- A resistência química, a morfologia e a fluatibilidade da *Cylindrospermopsis raciborskii* permitem que ela resista às diversas etapas do tratamento convencional de água e, inclusive, encontre-se presente na água já tratada.

Fonte: (SENS; MELO FILHO; MONDARDO; PROENÇA, 2005)

(SENS; MELO FILHO; MONDARDO; PROENÇA, 2005)
Ozonização: uma alternativa para o Tratamento de água com cianobactérias, REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA - V. 13, Nº 25/26 – pp. 47-54, 2005

- A dosagem de ozônio empregada na pós-ozonização não se mostrou suficiente para atingir o desempenho dos ensaios com pré-ozonização.
- Nos ensaios que revelaram **saxitoxina** na água bruta, verificou-se que a concentração dessa toxina na **água tratada não foi detectada**.
- No entanto, a **neosaxitoxina** sempre foi percebida na água produzida nas duas composições de tratamento investigadas.
- Esse resultado pode indicar uma maior resistência da neosaxitoxina à oxidação por ozônio.
- A completa remoção das cianobactérias poderá ser alcançada com dosagens de ozônio e tempo de contato no reator de transferência adaptados **às características das espécies presentes na água**.
- A completa remoção das cianobactérias poderá ser alcançada com dosagens de ozônio e tempo de contato no reator de transferência adaptados às características **das espécies presentes na água**.

PARA FAZER DOWNLOAD DA PALESTRA

www.jorgemacedo.pro.br

Clicar no Link: PALESTRAS, ARTIGOS CIENTÍFICOS, ETC.

Clicar no Link: ARTIGOS, PALESTRAS, ETC.... A PARTIR DO ANO DE 2005

Clicar no Link: DO ARQUIVO COM O NOME DO EVENTO

PETER GLEICK
PRESIDENTE DA PACÍFIC INSTITUTE
NA CALIFÓRNIA

15/09/2014

■ EXISTE ALTERNATIVA
PARA O PETRÓLEO,
NÃO PARA A ÁGUA.

OBRIGADO PELA ATENÇÃO !!
PROF. JORGE MACÊDO

j.macedo@terra.com.br
barrosdemacedo@gmail.com
www.jorgemacedo.pro.br