



I-077 - DIÓXIDO DE CLORO: SUAS CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÃO NA DESINFECÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS.

Leda Freitas Ribeiro⁽¹⁾

Bióloga da Divisão de Tecnologias de Tratamento de Águas e Esgoto da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN. Pós-Graduação a nível de Especialização: Utilização de Recursos Naturais e Hidroecologia - UFSC. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - UFSC.

Roberto Fasanaro

Engenheiro da Gerência de Meio Ambiente da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN. Pós-Graduação a nível de Especialização: Engenharia Sanitária - Faculdade de Saúde Pública - USP. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - UFSC.

Flávio Rubens Lapoli

Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária-Ambiental - UFSC. Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Hidráulica e Saneamento - USP - São Carlos e Universidade de Montpellier II - França.

**FOTOGRAFIA
NÃO
DISPONÍVEL**

Endereço⁽¹⁾: Rua Des. Pedro Silva, 2202, Bloco 17 - apto. 21 - Coqueiros - Florianópolis - SC - CEP: 88080-700 - Brasil - Tel: (48) 221-5111 - e-mail: lfreitas@casan.com.br.

RESUMO

O dióxido de cloro é um poderoso agente oxidante e desinfetante utilizado na indústria, no tratamento de águas para abastecimento público e em águas residuárias oriundas de despejos domésticos. A utilização deste desinfetante ainda é restrita no Brasil devido a uma de suas propriedades, a facilidade de explosão, a sua produção *in situ* como também o seu custo operacional, que é mais elevado do que a cloração por cloro gás e os hipocloritos mas com vantagem de não formar subprodutos como os THMs. O dióxido de cloro (ClO₂) foi uma alternativa encontrada para desinfecção do efluente tratado através de lagoas de estabilização da cidade de Balneário Camboriú (SC) onde os índices de coliformes fecais removidos estavam acima do permitido para lançamento no corpo receptor, o rio Camboriú, enquadrado na legislação vigente como classe 2 sem a formação de outros subprodutos prejudiciais ao meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Dióxido de Cloro, Desinfecção, Trihalometanos, Efluente .

INTRODUÇÃO

Os processos de tratamento de esgotos, principalmente os de depuração biológica, além de realizarem a oxidação dos poluentes orgânicos, também, efetuam uma redução nos índices de organismos patogênicos de origem fecal existentes nas águas residuárias domésticas.

Nem sempre a redução deste germes nas etapas do tratamento é suficiente para manter as condições sanitárias do corpo d'água receptor após o despejo do efluente tratado, já que ele pode incorporar toda uma gama de agentes transmissores de doenças, principalmente se à jusante do lançamento for utilizado como fonte de abastecimento de água para o consumo humano, ou ainda para outros propósitos, tais como recreação de contato primário, irrigação e uso industrial.

Com relação as doenças, no Brasil, cerca de 65% das internações hospitalares são resultantes de veiculação hídrica (ABES,1994), ocasionando o agravamento dos quadros de saúde pública com o aumento dos índices de mortalidade infantil e de morbidade. Por estas razões, em muitos casos, é necessário que a remoção destes patogênicos (remanescentes dos processos de tratamento), seja feita através dos processos de desinfecção, cujo principal objetivo é destruir os microorganismos disseminadores das doenças por veiculação hídrica.

O agente químico mais comum utilizado no processo de desinfecção de águas de abastecimento e residuárias é o cloro, que por questões tecnológicas de produção, de custo, armazenamento, transporte e facilidade na aplicação é largamente empregado tanto na sua forma gasosa ou na de hipocloritos como o de sódio ou de cálcio.



O cloro ao ser misturado no efluente tratado, se combina com várias substâncias remanescentes do tratamento, como a amônia, nitratos e que podem gerar subprodutos potencialmente cancerígenos denominados de trihalometanos - THMs ou outros subprodutos como haloacetnitrilas, haloacetonas, haloácido, aldeídos de baixa massa molecular, etc.

Por esta razão várias pesquisas vem sendo realizadas com o objetivo de encontrar outras alternativas que minimizem os prejuízos que estes compostos causam aos organismos habitantes dos corpos receptores. Dessa forma, este trabalho tem como principal objetivo estudar o uso do dióxido de cloro (ClO_2), poderoso oxidante e desinfetante na desinfecção de águas residuárias.

Este agente oxidante e desinfetante vem sendo considerado uma excelente alternativa para desinfecção de águas para abastecimento público e também de águas residuárias, que após submetida a este processo poderá ser reaproveitada para diversos fins.

O Dióxido de Cloro (ClO_2) é um gás sintético, de cor amarelo esverdeado a 100°C , abaixo desta temperatura, condensa-se tornando-se vermelho e cerca de 2,4 vezes mais pesado do que o ar. A aplicação do dióxido de cloro para desinfecção de águas potáveis segundo AIETA et al. (1986), ocorreu em 1944 nas Cataratas do Niágara, para o tratamento de águas para abastecimento público. Segundo CONDIE (1986), desde 1974 que a cloração de águas para o tratamento primário através do cloro gasoso vem sendo questionada nos Estados Unidos, pois foram detectados valores acima dos permissíveis para a saúde humana de trihalometanos (THMs) em águas para abastecimento público. Preocupações adicionais tinham sido levantadas pelo National Cancer Institute quando as pesquisas confirmaram que o clorofórmio, subproduto da cloração, tinha causado o aumento da incidência de tumores em duas espécies de animais. Como os trihalometanos são compostos organoclorados formados através da reação do cloro com certos compostos orgânicos como os ácidos húmicos (matéria orgânica) e fúlvicos naturalmente presentes na água, procurou-se outras alternativas para desinfecção a fim de evitar este problema.

No Brasil ainda é largamente difundida a desinfecção de águas para o abastecimento público com cloro gasoso e hipocloritos, mas começam a surgir novas alternativas e dentre elas o dióxido de cloro. Os primeiros geradores para produção deste poderoso oxidante e desinfetante já começam a ser instalados no país, tendo a cidade de Brusque, Santa Catarina, como a pioneira na aplicação deste agente químico.

Uma das vantagens da aplicação do ClO_2 como desinfetante em efluentes domésticos tratados é que as concentrações de trihalometanos (THMs) formadas são realmente muito baixas. Segundo AMBERGER et al, (1995), o dióxido de cloro não reage com a amônia, portanto não forma compostos diminuindo o consumo de desinfetante. Segundo RICHARDSON et al, (1994) também não gera grandes quantidades de produtos halogenados que são comuns com a cloração, e reduz significativamente a cor e o odor dos efluentes. Numerosas pesquisas já realizadas indicam que concentrações de cloro livre e cloraminas superiores a 0,1 mg/L são nocivas a diversos organismos aquáticos principalmente a ictiofauna. Em efluentes nitrificados de unidades depuradoras secundárias, as aplicações de 8mg/L de cloro e com 20 minutos de contato resultam em concentrações de 1,44 mg/L de cloro livre e 0,48 mg/L de cloraminas (LIMA, 1993). Águas residuárias que apresentam fenóis em presença de cloro produzem clorofenóis que também não serão formados com dióxido de cloro.

Segundo NARKIS, (1987), o comportamento do dióxido de cloro investigado em efluentes tratados com processos físico-químicos avançados pode ser recomendado como um eficiente desinfetante. Com a melhoria da qualidade do efluente, diminui-se a dosagem de desinfetante e conseqüentemente quantidade de íons de clorito formados, suspeitos como tóxicos. CONDIE, (1986) e RICHARDSON et al (1994), afirmam que o dióxido de cloro poderá interferir com as funções da tireóide e produzir alto colesterol em animais alimentados com baixos teores de cálcio e rico em lipídios. Os dois subprodutos inorgânicos o ClO_2 (clorito) e ClO_3 (clorato) formados do dióxido de cloro poderão interferir na saúde humana; ambos poderão combinar com a hemoglobina e causar a metemoglobinemia.

Estudos de NARKIS (1986) mostram que os efeitos do ClO_2 em efluentes tratados de estação de tratamento de esgotos de Haifa, Israel, são altamente eficientes na remoção de microorganismos, principalmente, entre as faixas de pH 4,4 a 6,7. Esta remoção é necessária já que o reuso águas residuárias é largamente praticado neste país para irrigação e, dependendo das culturas a serem irrigadas as exigências com relação a microorganismos são severas. O Ministério da Saúde de Israel recomenda desinfecção dos efluentes biologicamente tratados para reuso em irrigação. Dependendo do tipo de cultura para o consumo humano, o efluente reutilizado deve apresentar cloro residual após



uma hora de contato (NARKIS, 1986). Conforme RICHARDSON et al, (1994), a ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS) sugeriu critérios para reuso de águas residuárias na irrigação, principalmente para culturas de alimentos que serão consumidos crus. As águas reutilizadas não poderão conter mais que 100 coliformes /100 ml em 80% das amostras analisadas.

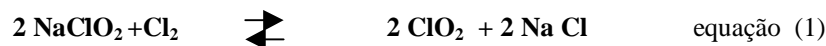
Em Balneário Camboriú, SC o efluente tratado da estação de tratamento de esgotos que é do tipo lagoas de estabilização e, portanto grande produtora de sólidos em suspensão, foi adotado a desinfecção por dióxido de cloro que, apesar de mais onerosa que o outro processo tradicionalmente utilizado tem poder de desinfecção maior, o tempo de contato e dosagem menores e não forma concentrações elevadas de compostos organoclorados como os THMs tão prejudiciais à saúde.

PROPRIEDADES QUÍMICAS DO DIÓXIDO DE CLORO

O Dióxido de Cloro (ClO_2) foi descoberto em 1811 por Sir HUMPHREY DAVY, que o chamava de “*the green-yellow gas euchlorine*”. DAVY produzia o gás acidificando clorato de potássio com ácido sulfúrico, e a primeira referência na literatura foi de MILLON, que obteve o gás verde-amarelo acidificando o clorato de potássio com ácido clorídrico. Ele absorvia o gás em solução alcalina e obtinha o clorito (e o clorato). O *Gás de Millon* como era chamado não era identificado como contendo dióxido de cloro até que, em 1881 GARZAROLLI-THURNLACKH identificaram o gás (AIETA et al 1986).

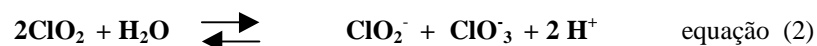
Em 1940 TAYLOR et al relataram a descoberta de um novo produto químico comercial utilizado para branqueamento, com característica superior aos até então utilizados, o clorito de sódio. Eles ainda discutiram a liberação do dióxido de cloro sob acidificação ou seja, reação com cloro. A partir desta época a aplicação do dióxido de cloro para tratamento de água foi possível, através da disponibilidade comercial do clorito de sódio (AIETA et al 1986).

O Dióxido de Cloro (ClO_2) é um gás sintético, de cor amarelo esverdeado a 10^0 C, abaixo desta temperatura condensa-se, tornando-se vermelho e é cerca de 2,4 vezes mais pesado do que o ar. A sua produção e a taxa de formação depende do pH. A partir do pH 2 e 5 respectivamente são formados 70 a 85% do gás, já em pH alto a taxa de formação é bem menor. Segundo GANSTRON and LEE (1958), citado por BITTON (1994), o processo ocorre através da seguinte reação química:



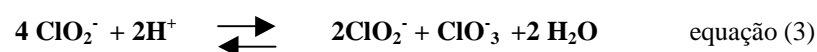
Ao ser aquecido sob pressão ou sob influência de raios UV desintegra-se e, eventualmente de maneira explosiva. O dióxido de cloro torna-se explosivo a partir de uma concentração superior a 300 g/m^3 , mas seu comportamento em solução aquosa pode ser estável durante muito tempo se houver condições as adequadas como a pureza da solução aquosa, o pH da solução inferior a 7, a temperatura inferior a 25^0C e o ambiente sem a presença de luz. Se as condições acima citadas não forem obedecidas haverá uma aceleração na decomposição do mesmo.

Nesta decomposição são produzidos primeiro o clorito (ClO_2^-) e depois o clorato (ClO_3^-) e podem ser mostradas através das seguintes reações:



A velocidade desta reação aumenta em função do aumento do valor do pH,

O clorito formado pode continuar se desintegrar formando o clorato, de acordo com a reação:



A velocidade desta reação também aumenta mas em função da diminuição do valor do pH.



Finalmente do dióxido de cloro resultam o clorito e o clorato

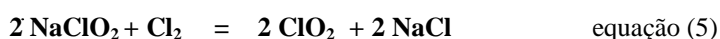


Como ClO_2 não pode ser armazenado ou transportado em forma concentrada de gás ou como solução aquosa, deve ser produzido somente o que for consumido e no local onde for aplicado.

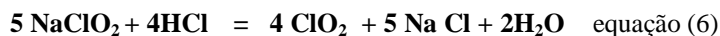
Para a utilização na indústria ou nos processos de tratamento de águas potáveis ou residuárias, o ClO_2 poderá ser obtido de várias maneiras utilizando-se o clorito de sódio com os seguintes reagentes: cloro dissolvido, ácido clorídrico, cloro gasoso, ácidos orgânicos e reações eletroquímicas.

O dois procedimentos mais comuns são:

- **Clorito de Sódio e Cloro:** Neste procedimento o clorito é oxidado através de Cl_2 para ClO_2 através da seguinte reação:

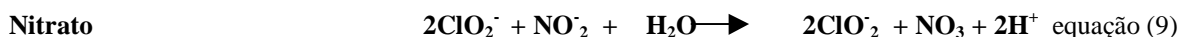
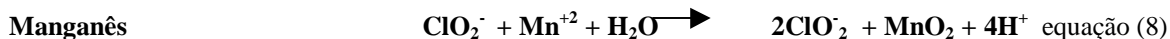
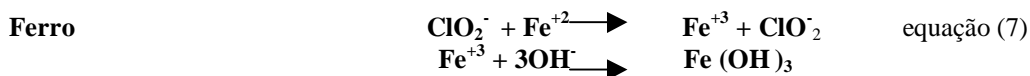


- **Clorito de Sódio e Ácido Clorídrico:** No segundo procedimento, para produzir solução aquosa de ClO_2 tem-se a seguinte reação:



Para obtenção de um rendimento superior a 90% utiliza-se de 0,9 a 1,1 a mais de HCl em relação ao NaClO_2 . Além de desinfetante o dióxido de cloro é um poderoso oxidante e tem sido utilizado para oxidar ferro, manganês, nitritos e algumas vezes também usado para oxidação de sulfetos, entretanto não oxida a amônia e o brometo.

As reações químicas são as seguintes:



APLICAÇÕES DO DIÓXIDO DE CLORO

A aplicação do dióxido de cloro para desinfecção de águas potáveis segundo AIETA et al (1986) ocorreu em 1944 nas Cataratas do Niágara, NY para o tratamento de águas para abastecimento público.

Em 1977, SYMONS et al citado por AIETA et al (1986) identificaram 103 instalações nos Estados Unidos e 10 no Canadá que estavam utilizando o dióxido de cloro para desinfecção de águas potáveis. Atualmente este número aumentou para 300 a 400 instalações com o mesmo fim. Na Europa estima-se em mais de mil. Na Itália o ClO_2 é segundo agente químico mais utilizado para desinfecção de sistemas de abastecimento de água. Em Israel já é utilizado para desinfecção de esgotos domésticos.

Segundo CONDIE (1986), desde 1974 que a cloração de águas para o tratamento primário através do cloro gasoso vem sendo questionada nos Estados Unidos, quando foram detectados valores acima dos permissíveis de Trihalometanos (THMs) para a saúde humana em águas para abastecimento público deste país. Preocupações adicionais tinham sido levantadas pelo **National Cancer Institute** quando as pesquisas confirmaram que o clorofórmio, subproduto da cloração, tinha causado o aumento da incidência de tumores em duas espécies de animais.

Assim foram desenvolvidos inúmeros estudos a respeito, levando a EPA (Environmental Protection Agency) tomar providências como fixar limites de 100 $\mu\text{g/L}$ em águas de abastecimento humano, mesmo com provas cabais que o THMs era maléfico para saúde.



Como os trihalometanos são compostos organoclorados formados através da reação do cloro com certos compostos orgânicos como os ácidos húmicos (matéria orgânica) e fúlvicos naturalmente presentes na água, procurou-se outras alternativas para desinfecção a fim de evitar este problema.

No Brasil ainda é largamente difundida a desinfecção de águas para o abastecimento público com cloro gasoso e hipocloritos, mas começam a surgir novas alternativas e dentre elas o dióxido de cloro. Os primeiros geradores para produção deste poderoso oxidante e desinfetante já começam a ser instalados no país, tendo a cidade de Brusque, SC, como a pioneira na aplicação deste agente químico.

O uso deste desinfetante para o tratamento de águas residuárias está sendo adotado em países onde os recursos de água potável estão escassos e o reuso das águas residuárias é praticado com intensidade.

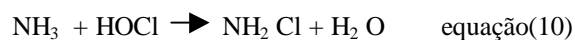
Uma das principais características de efluentes tratados é a presença de compostos que não foram completamente removidos no tratamento. Estes, dependendo do desinfetante utilizado, poderão produzir outros subprodutos, principalmente os THMs.

Uma das vantagens da aplicação do ClO_2 como desinfetante em efluentes domésticos tratados é que não forma concentrações mensuráveis de trihalometanos (THMs). Segundo AMBERGER et al (1995), o dióxido de cloro não reage com a amônia, portanto não forma compostos, diminuindo o consumo de desinfetante.

Segundo RICHARDSON et al, (1994) também não gera grandes quantidades de produtos halogenados que são comuns com a cloração, e reduz significativamente a cor e o odor dos efluentes.

A presença de amônia livre - NH_3 e ionizada - NH_4^+ nos efluentes tratados formam as cloraminas durante a desinfecção com cloração. Dependendo dos valores de pH, são formadas os seguintes produtos:

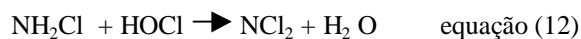
- Monocloraminas (NH_2Cl) predominância do $\text{pH} > 8,5$.



- Dicloraminas (NHCl_2) entre $\text{pH} 4,5$ a $8,5$.



- Tricloraminas (NCl_3) $\text{pH} < 4,5$.



Numerosas pesquisas já realizadas indicam que concentrações de cloro livre e cloraminas superiores a $0,1 \text{ mg/L}$ são nocivas a diversos organismos aquáticos principalmente a ictiofauna. Em efluentes nitrificados de unidades de depuradoras secundárias, as aplicações de 8 mg/L de cloro e com 20 min de contato resulta em concentrações de $1,44 \text{ mg/L}$ de cloro livre e $0,48 \text{ mg/L}$ de cloraminas (LIMA 1993).

Águas residuárias que apresentam fenóis em presença de cloro produzem clorofenóis que também não serão formados com dióxido de cloro.

Segundo NARKIS (1987), o comportamento do dióxido de cloro investigado em efluentes tratados com processos físico-químicos avançados pode ser recomendado como um eficiente desinfetante. Com a melhoria da qualidade do efluente, diminui-se a dosagem de desinfetante e conseqüentemente quantidade de íons de clorito formados, suspeitos como sendo tóxicos para os organismos vivos.

CONDIE (1986) e RICHARDSON, et al (1994), afirmam que o dióxido de cloro poderá interferir com as funções da tireóide e produzir alto colesterol em animais alimentados com baixos teores de cálcio e rico em lipídios. Os dois subprodutos inorgânicos o ClO_2 (clorito) e ClO_3 formados do dióxido de cloro poderão interferir na saúde humana, ambos poderão combinar com a hemoglobina e causar a metemoglobinemia.



MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização do Sistema de Tratamento

O esgoto doméstico de Balneário Camboriú é tratado através de Lagoas de Estabilização. O sistema foi projetado para atender população fixa de 33000 habitantes e flutuante de 99.484 com vazão de 29845 m³/dia conforme os parâmetros de projeto da TECNOSAN ENGENHARIA S/A, 1980.

O sistema de tratamento é composto de dois módulos de lagoas anaeróbias seguida de duas lagoas facultativas denominadas de Módulo I e Módulo II, conhecido também como Sistema Australiano.

As áreas das Lagoa Anaeróbia I e Lagoa Anaeróbia II são 1,56 e 1,69 ha respectivamente, sendo que as outras duas lagoas, a Lagoa Facultativa I e Lagoa Facultativa II tem áreas de 6,32 e 8,75 ha. Este sistema possui uma lagoa intermediária com 1,60 ha considerada como facultativa e que recebe parte do efluente da Lagoa Anaeróbia II reaproveitada quando foi implantado o Sistema atual. Estes dois módulos foram construídos para operarem em paralelo mas apresentam dispositivos de interligação entre os dois módulos que permite opera-los também em série.

O efluente bruto após ser medido em macro-medidor eletromagnético, chega às lagoas anaeróbias através de uma caixa de distribuição constituída de três câmaras: a primeira recebe as tubulações do emissário com o efluente bruto que segue para a segunda que alimenta os vertedouros e, finalmente vai para terceira câmara, onde o mesmo será encaminhado para as lagoas anaeróbias através de duas tubulações paralelas de ferro fundido que alimenta as mesmas pelo fundo. O regime de vazão é intermitente e a distribuição do efluente é uniforme para as duas lagoas anaeróbias.

Após tempo de detenção de cinco dias o efluente anaerobicamente tratado é enviado através de caixas extravasadoras às lagoas facultativas onde, através de processos anaeróbios e aeróbios o efluente é tratado e extravasado para uma tubulação de 900 mm de diâmetro, onde recebe uma dosagem de dióxido de cloro produzido no próprio local e que tem como objetivo a desinfecção.

O Gerador de dióxido de cloro utilizado é BI-O-CHLOR construído pela SODI SCIENTÍFICA S.p.A. com capacidade de dosagem para 10.000kg/h. A geração de dióxido de cloro ocorre pela reação química em ambiente controlado dos reagentes químicos clorito de sódio 25% e ácido clorídrico 32% e água de arraste.

A dosagem média aplicada para remoção de coliformes fecais é de 0,3 ppm de dióxido de cloro.

Nos meses de janeiro, fevereiro e março ocorre um incremento populacional na cidade devido ao período de veraneio e vazão do efluente bruto no sistema aumenta, sendo necessário durante este período a utilização do coagulante cloreto férrico para tratar a vazão excedente.

Avaliação do desempenho do Sistema de Tratamento

A estação de tratamento de esgotos é monitorada diariamente através dos parâmetros básicos como o pH, oxigênio dissolvido e temperatura do ar e do efluente e semanalmente, através dos parâmetros DBO, DQO, alcalinidade total, cloretos, coliformes totais e coliformes fecais. Ocasionalmente é avaliado os Sólidos, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Nitrito e Nitrogênio Nitrato.

As amostras foram coletadas pontualmente e analisadas no laboratório da CASAN, de acordo com o STANDARD METHODS FOR DE EXAMINATION FOR WATER AND WASTEWATER 19^a Edition -1995.

Durante os meses de novembro e dezembro de 1999 e janeiro, fevereiro e março de 2000 foi feito monitoramento especial no efluente final para a avaliar o potencial de formação de THMs, após o tratamento de desinfecção final com dióxido de cloro.

As amostras foram coletadas em frascos especiais para este fim, fixadas com ácido ascorbico "in loco", refrigeradas e transportadas ao laboratório da SANEPAR onde foram analisadas através da Técnica 6210-D Purge and Trap Capillary-Column Gas Chromatographic/Mass Spectrometric Method, de acordo com o STANDARD METHODS FOR DE EXAMINATION FOR WATER AND WASTEWATER 19^a Edition -1995.



RESULTADOS

A Tabela 1 e 2 apresentam os resultados obtidos nas análises físico-químicas e de THMs dos efluentes brutos e efluentes tratados através das lagoas de estabilização e cloreto férrico depois desinfetados com o agente químico dióxido de cloro e que corresponde ao mesmo período em que foram analisadas as amostras de THMs no laboratório da SANEPAR

Tabela 1: Características do efluente bruto verificado na ETE - Balneário Camboriú.

Parâmetros	30/11/99	17/12/99	28/12/99	23/02/00	02/03/00
T. Ar °C	22,0	26,5	28,0	26,5	27,0
T. Amostra °C	24,7	25,5	29,0	27,0	28,0
PH	7,3	7,39	7,6	7,35	7,30
Alcal.Total mg/L CaCO ₃	208,5	239,0	312,7	369,0	283,0
Cloretos mg/L Cl ⁻	58,5	99,0	83,5	127,0	60,0
DBO mg/L O ₂	-	297,3	438,0	246,2	245,1
DQO mg/L O ₂	129	377,0	614,0	381,0	374,0
SSTV mg/L	44,0	-	47,0	-	-
N-NH ₃ mg/L N	35,29	-	29,4	-	-
N-NO ₂ mg/L N	0,04	-	0,0	-	-
N-NO ₃ mg/L N	4,48	-	2,86	-	-
THMs µg/l clorofórmio	-	-	-	-	-

Tabela 2: Características do efluente desinfetado com dióxido de cloro (ClO₂) verificado na ETE - Balneário na Camboriú.

Parâmetros	30/11/99	17/12/99	28/12/99	23/02/00	02/03/00
T. Ar °C	22,0	26,5	28,0	26,5	27
T. Amostra °C	26,1	25,5	27,0	27,0	28
PH	7,5	7,16	7,6	6,87	6,84
Alcal.Total mg/L CaCO ₃	180	185,0	197,5	159,0	193,0
Cloretos mg/L Cl ⁻	72	93,0	110,0	133,0	134,0
DBO mg/L O ₂	-	66,5	88,00	37,4	49,30
DQO mg/L O ₂	178	122,0	253,0	107,0	135,0
SSTV mg/L	154,0	-	47,0	-	-
N-NH ₃ mg/L N	15,78	-	11,6	-	-
N-NO ₂ mg/L N	0,11	-	0,04	-	-
N-NO ₃ mg/L N	0,66	-	0,26	-	-
THMs µg/l clorofórmio	0,911	0,665	1,655	0,697	0,589

CONCLUSÃO

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O desinfetante Dióxido de Cloro utilizado em Balneário Camboriú no efluente tratado por lagoas de estabilização demonstrou ser eficiente com relação a baixa formação de Trihalometanos (THMs), não comprometendo o equilíbrio ecológico com relação a estes compostos.

A Portaria 36/90 do Ministério da Saúde limita em 100 µg/L a concentração máxima em água potável para consumo humano. Os valores encontrados no efluente tratado tiveram como média 0,9034 µg/L portanto bem inferiores aos recomendados para águas de abastecimento.

Com o desinfetante dióxido de cloro foi possível manter os níveis de coliformes fecais, dentro dos padrões de lançamento no corpo receptor, o Rio Camboriú, enquadrado na Legislação Estadual de SC como classe II.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ABES (1997) - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIAL AMBIENTAL Revista Engenharia Sanitária e Ambiental V2 - N.º 3 jul/set/97 - Rio de Janeiro
2. AMBERGER, K. AND BAUMGÄRTNER, B (1995). Generation and Metering of Chlorine Dioxide Drinking Water and Industrial water Treatment Applications. ProMinent Dosiertechnik GmbH, Heidelberg, 1991. Originally published in wägen = dosieren 1/1995.
3. AIETA, MARCO AND BERG, J., (1986). A Review of Chlorine Dioxide in Drinking Water Treatment. Journal of the Water Works Association - Research e Tecnologia -pg 62-72, June, 1996.
4. AIETA, MARCO AND ROBERTS, PAUL, V. (1984). Determination of Chlorine Dioxide, Chlorite and Chlorate in Water. Journal of the Water Works Association - Research e Tecnologia -pg 64-69, January, 1984.
5. BITTON, G; (1994) . Wastewater Microbiology. Wiley-Liss Inc. Publication New York- 1994.
6. CHEN, Y,R,L.; SPROUL, O, J & RUBIN (1985) - Inativacion of Naeglia gruberi Cistis by Chlorine Dioxide. Water Rers. 19 : 783-789.
7. CONDIE, W. LYMAN (1986). Toxicological Problems Associed with Chlorine Dioxide. Journal of the Water Works Association. Research e Tecnologia -pg 73-78, June, 1986.
8. DANIEL, L. A.; E CAMPOS, J. R; (1993). Influência dos Sólidos em Suspensão em Processos de Desinfecção de esgotos Sanitários com Radiação Ultravioleta - Anais do 170 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (17. : 1993 : Natal, RN), Vol. 2 Tomo I, 1993.
9. DENART, M. AND POUILLIOT, M. (1992). Theoretical and Practical Approach to the Desinfeccion of Municipal Wastewater Using Chlorine. Wat. Sci. Tech. Vol. 25, N0 12, pp.145-154, 1992. Printed in Grat Britain.
10. GORDON, GILBERT; SLOOTMAEKERS; TACHIYASHYKI, AND WOOD III, DELMER W (1990). Minimizing Chlorite Ion and Chlorate Ion in Water Treated with Chlorine Dioxide. Journal of the Water Works Association - Research e Tecnologia -pg 160-165, April, 1990.
11. LIMA, ANTÔNIO FIGUEIREDO, 1993 - Problemas da Engenharia Sanitária, Ed. Universitária UFPE, Recife, PE. Cap. 25, pp 272-279.
12. NARKIS, NAVA (1986). Chlorine Dióxide Disinfection at Each Stage of Advanced Physico-Chemical Treatment of Effluents. Environmental and Water Resources Engineering, Technion Israle Institute of Technology, Technion City, Haifa , Israel - 1986.
13. NARKIS, NAVA (1987). The use of Chlorine Dióxide Disinfection of Wastewater . in Water Chorination, Chemistry Environmental Impact and Health Effects. R.E. Jolly, ed Lewis Publ. Vol. 6, Chap.73, 955-966.
14. RICHARDSON, S. D.; THRUSTON, JR. And COELLETTE, T. (1994). Multispectral Identification of Chlorine Dióxide Disinfection Byproducts in Drinking Water. Environmental Science e Tecnologia, vol. 28, N0 4, 1994.