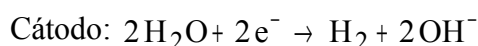
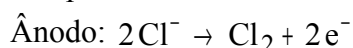


|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Evento</b>     | XXI FEIRA DE INICIAÇÃO À INOVAÇÃO E AO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO – FINOVA/2012   |
| <b>Ano</b>        | 2012   |
| <b>Local</b>      | Porto Alegre - RS  |
| <b>Título</b>     | Produção de cloro por eletrólise para desinfecção de água em locais atingidos por desastres naturais ou não servidos por sistema de água potável |
| <b>Autores</b>    | WILLIAM BERGOLD MARTINS<br>Marcus Martinello Wollenschläger  |
| <b>Orientador</b> | ANTONIO DOMINGUES BENETTI  |

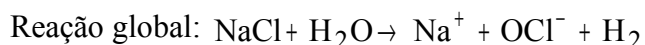
O abastecimento de água potável é um dos grandes desafios da humanidade no século 21. De acordo com a UNICEF e a Organização Mundial da Saúde, 800 milhões de pessoas não têm acesso à água potável, estando expostas as diversas doenças transmitidas por bactérias, vírus e protozoários patogênicos presentes em águas contaminadas (UNICEF e WHO, 2012). Na estiagem de 2012, mais de dois terços dos municípios gaúchos decretaram situação de emergência devido a falta de água; no nordeste do Brasil, a população atingida chega a 22 milhões de pessoas. Nestas ocasiões, a população chega a usar água contaminada para bebida porque não existem outras opções. Este projeto foi desenvolvido dentro deste contexto. Que tipo de tratamento simplificado pode ser usado a nível domiciliar ou comunitário para destruir microrganismos patogênicos da água?

O hipoclorito de sódio é um conhecido agente desinfetante utilizado no tratamento de água para consumo humano. Sua geração *in loco* através da eletrólise, um processo de oxirredução no qual substâncias podem ser decompostas ou sintetizadas através da passagem de eletricidade, é considerada uma boa alternativa para tratamento em ponto-de-uso para comunidades não abastecidas com rede de distribuição de água tratada ou submetidas a desastres ambientais que comprometam a qualidade da mesma. Esta pesquisa tem como objetivo avaliar a produção de hipoclorito de sódio pelo processo de eletrólise a partir de uma solução de sal de cozinha (NaCl) e seu potencial de desinfecção através da remoção de agentes patogênicos.

Para a geração do hipoclorito de sódio, primeiramente foi preparada uma solução de 30g/L de sal de cozinha. Na solução, o sal se dissocia integralmente no cátion (Na<sup>+</sup>) e no ânion (Cl<sup>-</sup>). A seguir é inserida uma célula eletrolítica ligada a uma fonte de corrente contínua, iniciando o processo de eletrólise. As seguintes reações ocorrem no ânodo e no cátodo:



Na solução ocorre a reação do gás cloro (Cl<sub>2</sub>) com íons hidroxila (OH<sup>-</sup>) gerando o íon hipoclorito (OCl<sup>-</sup>). A reação global de geração do íon hipoclorito é expressa a seguir:



As condições limitantes do processo de geração de hipoclorito são a corrente elétrica, a temperatura, o pH, o tempo de reação, as dimensões, o material e a distância entre os eletrodos, assim como as concentrações iniciais do sal e de cloretos. Para estes ensaios foram utilizados como células duas placas de titânio recobertos com RuO<sub>2</sub> de 15,4cm<sup>2</sup>, separadas por uma distância de 0,5cm. A concentração inicial de NaCl foi de 30 gL<sup>-1</sup>. O pH não foi modificado e a temperatura ambiente foi mantida. Até o momento foram utilizados, como fonte de energia, um carregador de bateria de celular comum (corrente de 0,8A e tensão elétrica entre 4~12V) e uma fonte de corrente contínua ajustável, de 0~30V e 0~5A (Dazheng DC Power Supply PS-305D). A concentração de cloro ao final da reação foi medida através do método analítico titrimétrico DPD (N,N-dietil-p-fenilenodiamina) com titulação com sulfato ferroso amoniacal (FAS) (APHA, 2005).

Na Tabela 1 são apresentadas as concentrações de Cl<sub>2</sub> produzidas com o carregador de bateria de celular para diferentes tempos de reação.

**Tabela 1:** Concentrações de Cl<sub>2</sub> em função do tempo usando carregador de celular

| Tempo (min) | Concentração (mgL <sup>-1</sup> ) |
|-------------|-----------------------------------|
| 60          | 1600                              |
| 120         | 2150                              |
| 240         | 4300                              |

Com a fonte de corrente contínua, os testes foram feitos utilizando duas correntes

elétricas, 1,5A e 5,0A. A Tabela 2 apresenta as concentrações de cloro medidas para cada corrente em função do tempo. A concentração inicial de NaCl (30g/L) e a configuração das células foram iguais para os dois experimentos.

**Tabela 2:** Concentrações de Cl<sub>2</sub> em função do tempo usando a fonte de corrente contínua

| Tempo (min) | Concentração (mgL <sup>-1</sup> ) |          |
|-------------|-----------------------------------|----------|
|             | I = 1,5A                          | I = 5,0A |
| 0           | 0                                 | 0        |
| 10          | 540                               | 950      |
| 20          | 810                               | 7000     |
| 30          | 960                               | 8000     |
| 40          | 2000                              | 12000    |
| 50          | 2000                              | 12000    |
| 60          | 2000                              | 12000    |

Em outro teste com a fonte de corrente contínua, sob as mesmas configurações da célula e utilizando uma corrente elétrica de 3,0A chegou-se, após duas horas de reação, a produção de 10200mg/L de Cl<sub>2</sub>.

O cloro assim produzido foi testado para desinfetar água constituída em 5% por sobrenadante do tanque de lodos ativados da estação de tratamento de esgotos do Campus do Vale da UFRGS. Outros 95% eram formados por água destilada. Foram testadas concentrações variáveis de Cl<sub>2</sub> entre 2,0 e 10,0 mgL<sup>-1</sup>. As amostras de água e cloro foram misturadas e deixadas reagir por 30 min. Ao final deste tempo, tiosulfato de sódio foi adicionado para cessar a reação do cloro. As concentrações de coliformes totais e *Escherichia coli* (bactéria presente nas fezes humanas) foram medidas com o método enzimático Colilert®. As concentrações iniciais de coliformes e *Escherichia* nas amostras contaminadas eram de 9,2x10<sup>4</sup> NMP/100 mL e 2,7x10<sup>4</sup> NMP/100 mL, respectivamente. (NMP significa Número Mais Provável). Após 30 minutos de contato entre o cloro e a água contaminada, não foram detectados coliformes e *Escherichia*.

O método pode ser aperfeiçoado com o uso de células fotovoltaicas como fonte de energia para a eletrólise. Neste caso, a geração de cloro poderia ser feita mesmo na ausência de energia elétrica, o que ocorre com frequência durante desastres produzidos por enchentes e tempestades, com quedas da rede de distribuição elétrica.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21<sup>st</sup> ed. New York: APHA, 2005.

UNICEF; WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Progress in drinking water and sanitation**. 2012 update. New York: UNICEF, 2012.

## AGRADECIMENTOS

Este projeto foi desenvolvido com recursos do Programa de Pesquisa para o Sistema Único de Saúde (PPSUS), Edital FAPERGS/MS/CNPq/SESRS 002/2009 Pesquisa para o SUS: Gestão Compartilhada em Saúde PPSUS – 2008/2009.