

APOIO AO DOCENTE



ENSINO DE ELETRÓLISE

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Ana Laura da Silva Martins
Elane Chaveiro Soares

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS
LABORATÓRIO DE PESQUISA EM ENSINO DE
QUÍMICA

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA
PARA O ENSINO DE ELETRÓLISE NA
EDUCAÇÃO BÁSICA



Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Ciências Naturais

Universidade Federal de Mato-Grosso



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
INTRODUÇÃO	5
ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	7
MOMENTO PEDAGÓGICO INICIAL	13
Plano de aula.....	14
Problematização inicial	17
Roteiro de atividade experimental	18
MOMENTO PEDAGÓGICO INTERMEDIÁRIO	19
Plano de aula.....	20
Exercícios complementares.....	21
MOMENTO PEDAGÓGICO FINAL	25
Plano de aula	26
Problematização final.....	27
MATERIAL COMPLEMENTAR	28
Textos com abordagem contextualizada	29
REFERÊNCIAS	38

APRESENTAÇÃO

Estimado professor (a),

Esta publicação é resultado de pesquisas desenvolvidas a partir do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso (PPGECN/UFMT) em parceria com o Laboratório de Pesquisa e Ensino de Química (LabPEQ/UFMT).

Este recurso didático elaborado na forma de um *Guia*, objetiva facilitar a condução de atividades experimentais no ensino do conceito de Eletrólise na educação básica.

Procuramos neste material, apresentar algumas atividades experimentais com propostas contextualizadas visando a aproximação da realidade do estudante, permitindo maior envolvimento com o conteúdo apresentado reforçando o elo cotidiano e conceitos científicos.

Nessa perspectiva, vislumbramos que este material didático possa servir como suporte para o seu trabalho didático-pedagógico desenvolvido em sala de aula.

Acreditamos no potencial dessa proposta como forma de melhorar o ensino de Química na educação básica, em especial para o ensino de Eletrólise.

Atenciosamente,

**ANA LAURA DA SILVA MARTINS
ELANE CHAVEIRO SOARES**

INTRODUÇÃO

O contexto do mundo globalizado exige do estudante a capacidade de analisar, julgar, se posicionar e tomar decisões pelas quais ele se sinta responsável e possa ser responsabilizado. Não é mais cabível um ensino de Química que apenas treina o aluno a dar respostas prontas e acabadas. Além disso, a grande complexidade do contexto mundial não admite mais um ensino que apenas prepara o estudante para exames de ingresso no ensino superior. Mas, que venha a contribuir para um processo educativo relevante, motivador, que auxilie na interação com si mesmo e com o outro.

Diante do pressuposto de que a Química é considerada um componente curricular que apresentam conceitos difíceis de serem entendidos pelos estudantes, o professor pode procurar meios diferenciados de ensinar, facultando aos alunos maneiras diferentes de aprender. Nesse sentido, propusemo-nos a elaborar um produto educacional que auxilie o professor, de modo que, durante as atividades experimentais, seja oportunizado aos alunos, a relação desses conceitos com situações cotidianas e como sujeitos ativos no processo de ensino-aprendizagem.

Comumente, em grande parte das aulas propostas em laboratório, os alunos seguem instruções de um roteiro pré-estabelecido, não fazendo uso de reflexão ou argumentação sobre o conceito que está sendo estudado. Para que esse contexto se altere de maneira evolutiva é preciso que o professor faça reflexões sobre como está ensinando e, ainda, se o aluno está aprendendo. A experimentação precisa deixar de ser meramente a utilização de roteiros para se transformar em uma alternativa inovadora e eficaz para o ensino.

Para a construção desta Sequência didática foi necessária uma pesquisa bibliográfica sobre o tema em artigos científicos, dissertações, teses e livros publicados. E, ainda, procuramos entender como as atividades experimentais eram apresentadas nos livros didáticos, pois como sabemos, o livro didático é um recurso muito utilizado em sala de aula e, por vezes, determina o planejamento dos conteúdos e experimentos a serem realizados. A partir disso, passamos a verificar a viabilidade da Sequência didática para o ensino experimental de Química da segunda série do ensino médio.

Assim, a proposta de ensino apresentada aqui, não se limita a ser uma mera aplicação mecânica de procedimentos, mas expressa a ideia de que é possível construir algo que contribua com o processo de ensino e aprendizagem e que certamente não se esgota nesse contexto (Vasconcellos, 2011).

Em linhas gerais, pretendemos oportunizar a reflexão no planejamento das aulas e por meio das atividades experimentais propostas enriquecendo a prática pedagógica no ensino de conceitos químicos.

ESTRUTURA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As atividades propostas nesse Guia didático foram desenvolvidas a partir de do desenvolvimento de uma sequência didática para o Ensino do conceito de Eletrólise através da experimentação com materiais alternativos e abordagem contextualizada. Pois, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) afirmam a necessidade de se trabalhar os conteúdos de forma contextualizada, capaz de fazer com que os alunos vivenciem esses conteúdos, não só na sala de aula, mas também na sua vida (OLIVEIRA, LUCENA e SANTOS, 2012).

Das muitas possibilidades de pesquisas desenvolvidas no ensino de Química para contribuir com a prática pedagógica do professor, destacamos o papel da experimentação na construção do conhecimento científico. E, nos apoiamos em Giordan (1999, p. 43) para dizer que:

É de conhecimento dos professores de Ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, os alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa de que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas em pauta.

Motivados pelos referenciais que destacam o uso crítico e intencional da experimentação, elaboramos um produto educacional com sequência de atividades para o ensino de Eletrólise, de modo a auxiliar professores e futuros professores no desenvolvimento das aulas na educação básica a partir desse conceito.

A metodologia proposta visa contribuir com a prática pedagógica dos professores no ensino experimental de Química de maneira a contemplar uma abordagem inovadora, contextualizada e de fácil aplicação nas aulas.

A escolha do conceito partiu da importância da Eletrólise em situações cotidianas tais como: nas indústrias de extração de minerais, em processos para obtenção de vários elementos químicos; na galvanoplastia, utilizados em

procedimentos estéticos; na extração comercial do alumínio e em aplicação nas diversas áreas (Odontologia, Engenharias Elétrica e Mecânica, Tecnologia Nuclear).

Vale destacar que a Eletrólise é definida como um processo que separa os elementos químicos de um composto através do uso da eletricidade, ou seja, uma reação de oxirredução oposta àquela que ocorre numa célula eletrolítica.

De maneira sumária, procede-se primeiro à decomposição (ionização ou dissociação) do composto em íons e, posteriormente, com a passagem de uma corrente contínua através destes íons, são obtidas as substâncias simples (FRANÇA et al., 2012, p. 3).

Com essas pretensões, partimos primeiramente para uma pesquisa bibliográfica sobre o tema em livros didáticos e pesquisas publicadas na Revista Química Nova na escola (QNesc, disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/>) mais especificamente na seção “Experimentação no Ensino de Química” e o banco de dissertações e teses da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES). Nesse sentido, também investigamos a abordagem do conceito de Eletrólise nas atividades experimentais dos Livros Didáticos de Química (LDQs) aprovados no Programa Nacional do Livro Didático ano 2015 (PNLD-2015).

A investigação realizada em livros didáticos (LD) justifica-se por serem estes materiais educativos frequentemente utilizados pelos professores. Assim, Melzer e colaboradores (2008) afirmam que, o livro didático apresenta-se como um importante instrumento, não só de apoio, mas de uso cotidiano da vida escolar por servir como base teórico-metodológica para os professores e de base teórica para os alunos.

A ideia de elaborar uma sequência didática apoia-se na estratégia de ensino que visa contribuir com ações didáticas e pedagógicas para o ensino conceitos químicos por meio da experimentação do tema Eletrólise.

Nessa perspectiva, Zabala (1998) descreve sequência didática como uma metodologia de ensino que utiliza de atividades planejadas e ordenadas para favorecer o aprendizado do aluno de modo que os objetivos educacionais propostos tenham início e fim conhecidos, tanto pelos professores como pelos alunos.

Desta maneira, os autores Delizoicov e Angotti desenvolveram uma dinâmica para sala de aula apoiados em três momentos pedagógicos. O primeiro momento de **Problematização inicial** envolve a apresentação do conceito científico proporcionando discussões entre professor e aluno. Tem por finalidade “propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, permitindo que ele sinta a necessidade da aquisição de conhecimentos que ainda não detém” (MUENCHEN e DELIZOICOV, 2014, p.620). Acrescentando ainda, que:

Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque, provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes.

Os autores nomeiam o segundo momento como **Organização do Conhecimento**, pois, sob a orientação do professor, são apresentadas as atividades ordenadas e planejadas, tais como, atividade experimental, textos e busca por informações necessárias para a compreensão do tema proposto na sequência didática. Logo, “serão ressaltados pontos importantes e sugeridas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem” (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990, p. 30).

Aplicação do Conhecimento, sendo o terceiro momento que envolve a análise, interpretação e aplicação do conhecimento sistematizado. Assim,

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 31)

No planejamento desta proposta de ensino, as atividades foram divididas em 05 momentos (figura 1). Cada aula contempla 50 minutos que consideram a contextualização, planos de aulas, questionários, atividade experimental com materiais alternativos, leitura e discussões de textos, aula expositiva dialogada e resolução de exercícios.

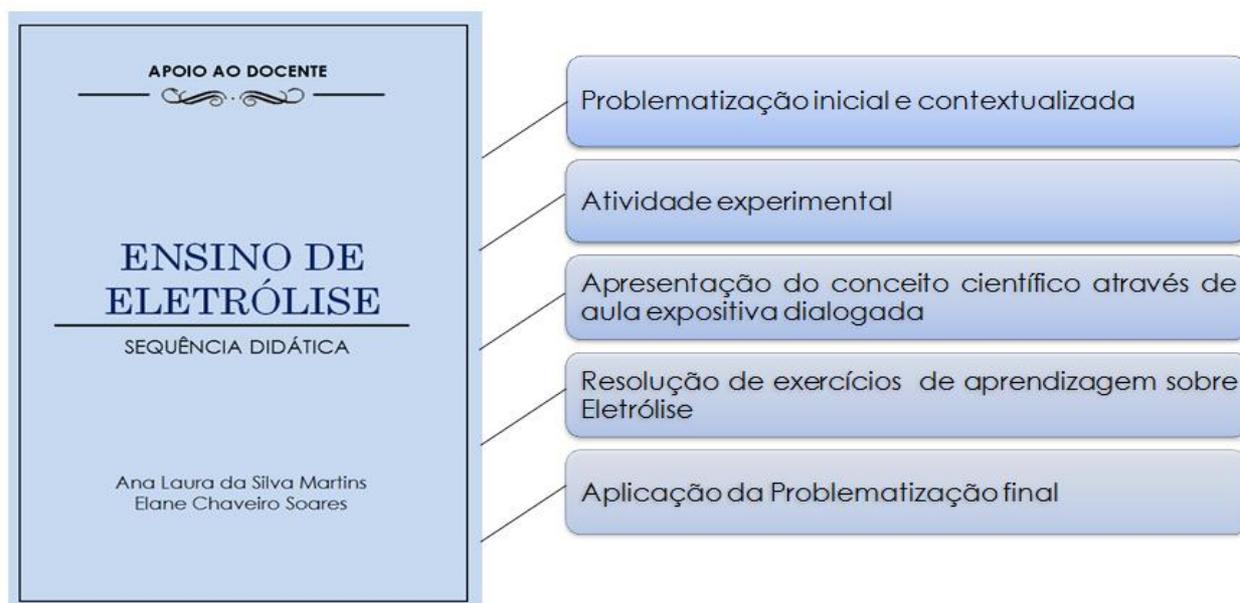


Figura 1: Momentos da sequência didática para o ensino de Eletrólise.

Para subsidiar o desenvolvimento deste guia, propomos orientações para a prática docente de modo a favorecer o objeto de estudo explorado na sequência didática. Assim, temos:

Planos de aula

Os planos de aulas foram elaborados em três momentos da sequência didática que envolvem Planos de aula inicial, intermediário e final. De modo que possibilite uma previsão sobre as aulas quanto tema, tempo estimado, objetivos, recursos didáticos, desenvolvimento e avaliação.

Kit experimental

É composto por materiais alternativos e educativos que possam facilitar a locomoção do kit no desenvolvimento de atividades experimentais. Assim, os experimentos não precisam ser realizados em laboratórios ou em ambientes especiais. Mas, de modo que seja de fácil aplicabilidade, realizados com materiais alternativos e de baixo custo em sala de aula. Reafirmando, este kit experimental também compensa a falta de materiais e estrutura física para desenvolver os experimentos nas escolas (SILVA, MACHADO e TUNES, 2011). Desta maneira, a partir de uma simples atividade prática possibilita variáveis relevantes ao processo educativo que envolve habilidades cognitivas e argumentativas.

A seguir apresentamos os acessórios que compõe kit experimental (figura 2).

Kit experimental	Orientações
<ul style="list-style-type: none">✓ 1 carregador de celular 9V✓ 2 recipientes de vidro aberto✓ 2 conectores tipo “garra jacaré”✓ 2 bastões de grafite (lápis de carpinteiro)✓ Cloreto de sódio;✓ Recipiente com água✓ Indicador de repolho roxo✓ 1 conta-gotas	<p>O kit experimental visa facilitar o desenvolvimento da atividade experimental sobre a Eletrólise do Cloreto de sódio. Assim, cada grupo de alunos receberá o kit experimental e o roteiro para o desenvolvimento da atividade proposta. Caberá ao professor, orientar, problematizar e discutir com os alunos o conceito científico estudado.</p>

Figura 2: Acessórios educativos do Kit experimental

Roteiro de aula experimental

No roteiro estão presentes: a questão-problema, os objetivos, os materiais e os procedimentos experimentais, compilados em uma folha, de forma que se favoreça a impressão.

Exercícios complementares

É uma lista de exercícios complementares que promovem uma efetiva integração teoria-experimento visando à discussão e problematização das questões. Assim, o material busca reunir exercícios aplicados em vestibulares sobre o tema Eletrólise. O gabarito das atividades propostas encontra-se disponível para acesso do professor ou futuro professor.

Problematização inicial e final

A Problematização inicial visa verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema Eletrólise em relação a conceitos, contextualização dos fatos históricos, econômicos e suas aplicações. Este, deve ser aplicado e discutido em sala de aula no primeiro momento da sequência didática. A Problematização final é outro recurso didático na qual o aluno registrará as informações disponibilizadas ao longo da sequência didática. Assim, o professor ou futuro professor irá conduzir a aplicação do questionário e problematizar as questões com os alunos.

Material complementar/ Textos com abordagem contextualizada

Nesta seção, selecionamos alguns textos e vídeos para complementar seu planejamento das aulas sobre o conceito de Eletrólise. Todos os links estão prontos para o acesso. Composto de um conjunto de cinco textos que abordam a Eletrólise quanto aos aspectos históricos, econômicos, tecnológicos e ambientais que contribuem para a problematização do tema em sala de aula. O material disponível busca reunir informações a partir de periódicos, relatórios, informes técnicos dentre outras obras didáticas. Bom estudo!

MOMENTO PEDAGÓGICO INICIAL

ENSINO DE ELETRÓLISE NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Problematização inicial
Atividade experimental

PLANO DE AULA INICIAL

Professor (a): _____

Disciplina: Química

Série: _____

Período: _____

TEMA

- ❖ Eletrólise

OBJETIVOS

- ❖ Investigar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema proposto e leitura do texto Produção e aplicação do hidrogênio como combustível em veículo automotor.
- ❖ Contextualizar o processo de Eletrólise com os fatores históricos e econômicos.
- ❖ Apresentar o desenvolvimento do processo de Eletrólise através da atividade experimental do Cloreto de sódio.
- ❖ Reconhecer a aplicação dos produtos obtidos pelo processo de Eletrólise do Cloreto de sódio.

TEMPO ESTIMADO

- ❖ 2 aulas de 50 minutos (cada)

RECURSOS DIDÁTICOS

- ❖ Problematização inicial.
- ❖ Quadro e giz.
- ❖ Espaço físico (sala de aula, sala disponível ou laboratório) para o desenvolvimento da atividade experimental.
- ❖ Kit experimental.
- ❖ Roteiro da aula.

DESENVOLVIMENTO

- ❖ Se possível, solicitar aos alunos que tragam carregadores de celular 9V em bom funcionamento para que possa desmontá-lo e utilizar no Kit experimental;
- ❖ O primeiro momento (1 aula de 50 minutos) de problematização inicial, permitirá ao professor conhecer os saberes prévios dos alunos quanto ao tema Eletrólise. Assim, o professor deverá entregar a folha Problematização inicial aos alunos respondendo-o com clareza, sem rasuras e estabelecendo um diálogo em sala de aula quanto ao tema proposto. Bem como realizar a leitura com alunos do texto Produção e aplicação do hidrogênio como combustível em veículo automotor: um estudo de caso. Em seguida,
- ❖ Ao final da aula, o professor deverá recolher a folha e entregar o Roteiro de atividade experimental para que os alunos realizem a leitura antecipada da atividade proposta;
- ❖ Inicie o segundo momento da aula (1 aula de 50 minutos) solicitando aos alunos que com o roteiro em mãos, formem grupos na sala em seguida, entregue um Kit experimental para cada grupo. Apresente o kit e oriente os alunos no desenvolvimento da atividade experimental;
- ❖ Comente sobre a importância da Eletrólise do Cloreto de sódio nos processos industriais, econômicos, aplicações dos seus produtos da reação e a relevância desse conceito científico no cotidiano do aluno. O aluno deverá registrar as informações observadas da atividade experimental em seu roteiro.

AValiação

- ❖ Participação ativa nas aulas;
- ❖ Registros das informações com clareza e sem rasuras;
- ❖ Compreensão do aluno quanto às funcionalidades dos materiais alternativos utilizados na atividade;
- ❖ Respeito ao pensamento crítico do colega.

O gás Hidrogênio produzido na Eletrólise da água pode ser utilizado como combustível automotivo?**Produção e aplicação do hidrogênio como combustível em veículo automotor: um estudo de caso.****Introdução**

A excessiva e constante extração de combustíveis fósseis, produz quantidades significativas de CO₂ que contribuem com o aquecimento da Terra. Em adição, a extração de petróleo no solo produz uma inevitável contaminação por derramamento (SPIRO e STIGLIAN, 2009). Alternativas de combustíveis sustentáveis, renováveis e limpos, atuam como fator remediador frente às negativas alterações climáticas e a constante emissão de poluentes e particulados no ar. Embasado no princípio da combustão da gasolina e do etanol, acredita-se que os atuais motores no Brasil possam funcionar com o uso de hidrogênio com pequenas alterações. Similar às adaptações realizadas com o uso de GNV. O hidrogênio pode ser obtido a partir da eletrólise, processo usado para forçar uma reação na direção não espontânea com auxílio de uma corrente elétrica. Para que isso ocorra, a fonte externa deve gerar uma diferença de potencial maior que a diferença de potencial que seria produzida pela reação inversa. Assim, $2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ possui potencial de - 1,23 V em pH=7, sendo assim não espontânea. Para tornar a reação espontânea devemos usar menos de - 1,23 V para superar a tendência natural da reação (ATKINS e LORETTA, 2012). Durante a combustão completa de um combustível, baseado em cadeias carbônicas, todo o carbono é convertido em CO₂ e o oxigênio em H₂O, tendo ambos, grandes entalpias de formação negativas. Na combustão do H₂, não ocorre formação de CO₂, visto que não há fontes de carbono, então a reação se processa de modo inverso à reação de eletrólise acima. Esse trabalho objetivou produzir o gás hidrogênio, a partir da eletrólise, e canalizá-lo à câmara de combustão de uma moto Dafra 125 CC com intuito de observar o funcionamento da moto.

Material e métodos

O projeto de produzir e consumir um combustível limpo foi realizado de maneira simples. A princípio, foi aperfeiçoado algumas vezes com estudos mais profundos para se tornar seguro e eficaz. Dispondo de uma tecnologia de fácil acesso, um regulador de tensão PWM específico para hidrogênio, conseguiu-se regular a tensão e a corrente do sistema. Além disso, usou-se materiais comuns: bateria automotiva (12 V e 17 A), cabos para bateria, parafusos inox com porcas e arruelas, manta isolante, mangueiras transparentes para fluxo do gás, braçadeiras de aço, fusível 15 A, refil para purificador de água, cola araldite. No cabo positivo que liga o regulador de tensão até a célula onde é produzido o gás colocou-se um fusível de 15 A para impedir que esquente ou de curto (dispositivo de segurança). Com os cabos ligados ao regulador e a célula, conseguiu-se regular a tensão para a célula limitando a quantidade de gás que produzido. Feito isso, o próximo passo foi montar um borbulhador, um segundo recipiente pelo qual o gás passaria por debaixo da água e sairia por outra mangueira, assim, evitou-se o risco de explosão do primeiro

recipiente, em caso de uma faísca voltar da câmara de combustão. Em síntese, pode escrever que o sistema segue um arranjo linear: bateria, cabos até os eletrodos, célula eletrolítica com escape de gases fechado; borbulhador; tubulações; recipiente de armazenamento; despejo na câmara de combustão da moto.

Resultado e discussão



Figura 1: Sistema eletrolítico

Inicialmente pode-se observar que, uma experiência de garagem e os sonhos de jovens apaixonados por carro, com as devidas orientações, tornaram-se um projeto apresentado na Feira do Conhecimento do ano de 2015 do Colégio Municipal Castro Alves de Posse/GO (Figuras 1 e 2). Verificou-se a eficaz produção de hidrogênio a partir do borbulhamento do gás em água com detergente, onde as bolhas produzidas foram submetidas à queima com isqueiro. A produção do $H_2(g)$ é explicada a partir da reação no cátodo: $2 H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2 OH^-(aq)$, que possui potencial padrão de redução de $-0,83 V$. Já no

ânodo infere-se a ocorrência das reações: $2 H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$ com $E=+1,23 V$ e $4 OH^-(aq) \rightarrow O_2(g) + 2 H_2O(l) + 4e^-$ com $E=+0,40 V$ (BROWN et al., 2005). A queima do combustível hidrogênio no motor da moto, que fora retirado o combustível antigo e o tanque flex, apresentou funcionamento normal. Essa experiência foi testada anteriormente duas vezes e apresentou o mesmo resultado. O correto funcionamento da moto surpreendeu aos demais participantes e convidados. Com a supervisão de um mecânico e de alguns curiosos duvidosos, a moto pode-se escrever os valores de entalpia específica (em kJ/g) hidrogênio: 142, gasolina: 48; etanol: 29,7 (BROWN et al., 2005 e ATKINS e LORETTA, 2012). Diante dos valores, verifica-se que o ganho energético com a utilização de hidrogênio é superior.



Figura 2: Moto Dafra

Conclusões

Com a referida experiência pode-se verificar que os conteúdos teóricos aprendidos em sala de aula, possuem relação íntima com o cotidiano, quando analisados a partir do instinto curioso e investigativo. Pode-se concluir nesse estudo de caso: a produção de H_2 foi evidenciada a partir da eletrólise em solução de NaOH; o H_2 produzido funcionou como combustível automotivo na moto teste. A partir dessa experiência, a próxima etapa será utilizar um carro. Por fim, espera que experiências como essa, de futuros profissionais, possam ser apoiadas com o intuito viabilizar o uso de combustíveis limpos.

Fonte: adaptado de <http://www.abq.org.br/cbq/2015/trabalhos/14/8320-21608.html>

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

Aluno: _____

Professor (a): _____ Disciplina: Química Série: _____

Orientações: Preencher o cabeçalho completo (nome e série). Ler atentamente a proposta deste roteiro de aula. Relacionar o tema com abordagem contextualizada de modo a verificar os conhecimentos prévios dos alunos.

01. Em sua opinião, qual a relação entre as palavras eletricidade e eletrólise? Comente.

02. É possível produzir gás Hidrogênio utilizando eletricidade e água? Comente.

03. Você acredita que é possível utilizar gás Hidrogênio como combustível automotivo? Já assistiu, viu ou presenciou essa realidade?

04. No texto em discussão, os autores buscam produzir e consumir um combustível limpo de maneira simples. Mas, quais as dificuldades que eles enfrentarão para que o projeto torna-se uma proposta viável?

04. Pesquisas apontam que grande parte do gás Hidrogênio abastecerá os veículos com células a combustível será produzido através da Eletrólise da água. Em sua opinião, é possível produzir esse gás através de outra substância? Comente.

05. Quais situações cotidianas (econômicas, industriais ou do cotidiano) vocês já perceberam que a eletrólise está presente?

ROTEIRO DE AULA EXPERIMENTAL

Aluno: _____

Professor (a): _____ Disciplina: Química Série: _____

Orientações: Preencher o cabeçalho completo (nome e série). Ler atentamente a proposta deste roteiro de aula. Relacionar o tema com situações cotidianas. Registrar o desenvolvimento da atividade experimental com clareza e sem rasuras.

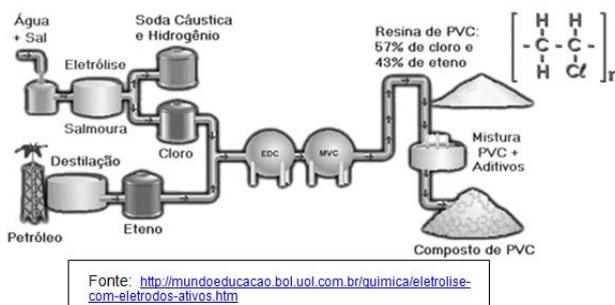
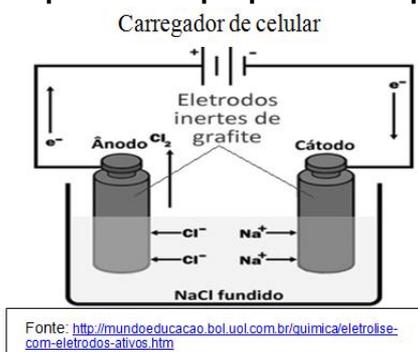
Tema: Eletrólise do Cloreto de Sódio

Questão-problema: No processo de Eletrólise que envolve o Cloreto de sódio são produzidos o gás Cloro, gás Hidrogênio e Hidróxido de sódio. Assim, destacamos que a soda cáustica é muito valorizada pelo seu poder neutralizador, em aplicações industriais e também porque ajuda a controlar e remediar a poluição ácida do meio ambiente. Portanto, pergunta-se: *é possível produzir o Hidróxido de sódio, gás Cloro e Hidrogênio em sala de aula através da experimentação e utilizando materiais alternativos?*

Objetivos: Apresentar o conceito de Eletrólise por meio da atividade experimental. Contextualizar o processo de Eletrólise com os fatores históricos e econômicos. Reconhecer a aplicação dos produtos obtidos pelo processo de Eletrólise do cloreto de sódio. Verificar as reações que ocorrem no cátodo e no ânodo.

Materiais: 1 carregador de celular 9V, recipiente de vidro aberto, 2 conectores tipo "garra jacaré", 2 bastões de grafite (lápiz de carpinteiro); solução aquosa saturada de Cloreto de sódio com corpo de fundo; indicador de repolho roxo; conta-gotas; 2 tubos de ensaio ou tubos de vidro alternativo; 2 prendedores de madeira.

Imagens do experimento proposto e da produção industrial, respectivamente:



Procedimento experimental:

01. Preparar uma solução aquosa saturada de cloreto de sódio com corpo de fundo, adicionando 100mL (medida de um copo médio) de água da torneira e 2 colheres (sopa) de Cloreto de sódio (sal de cozinha).
02. Conectar os bastões de grafite nos conectores "garra jacaré".
03. Adicionar na solução 5 gotas do indicativo repolho roxo.
04. Ligar a fonte de corrente contínua 9V conectada aos eletrodos, registrando o tempo inicial do procedimento.
05. Deixar o sistema funcionando. Observar a formação de bolhas de gás Cloro e gás Hidrogênio mudança de coloração na solução indicando a presença de Hidróxido de sódio (soda cáustica).
06. Registrar o tempo final do experimento. Socializar com o grupo e anotar (verso do roteiro ou caderno) as reações químicas envolvidas no processo.
07. Ao final da atividade experimental, cada grupo deverá compartilhar, socializar e discutir os resultados e observações registradas do objeto em estudo com os colegas de outros grupos e professor.

Aula expositiva e dialogada
Exercícios complementares

PLANO DE AULA INTERMEDIÁRIO

Professor (a): _____

Disciplina: Química

Série: _____

Período: _____

TEMA

- ❖ Eletrólise

OBJETIVOS

- ❖ Problematizar, discutir e elaborar o conceito de Eletrólise;
- ❖ Relacionar o conceito químico, especificamente, Eletrólise do Cloreto de sódio com textos sobre fatos do cotidiano, históricos e econômicos.
- ❖ Apresentar, problematizar e diferenciar Eletrólise aquosa e de ígnea.

TEMPO ESTIMADO

- ❖ 2 aulas de 50 minutos (cada)

RECURSOS DIDÁTICOS

- ❖ Sala de aula.
- ❖ Quadro e giz.
- ❖ Textos contextualizados sobre Eletrólise.
- ❖ Livro didático de Química.

DESENVOLVIMENTO

- ❖ Na terceira atividade (1 aula de 50 minutos), o professor deverá orientar os alunos que explorem o seu livro didático de Química no capítulo sobre Eletrólise (aquosa e ígnea) e realizem leitura silenciosa.
- ❖ Em seguida, coordene a socialização dos grupos quanto às informações apreendidas a partir, da atividade experimental anterior e livro didático.
- ❖ Com auxílio do quadro e giz o professor coordena a discussão sobre os tipos de Eletrólise e realizando os registros das informações coletadas pelos alunos no quadro e mediará a elaboração do conceito químico estudado. Assim, fazer explicações sistematizadas do conceito químico investigado e das reações envolvidas na atividade experimental anterior, apresentando o cátodo, ânodo e equação global.
- ❖ Na quarta atividade da sequência didática (50 min) será de Resolução de exercícios complementares. Cabe ao professor definir como disponibilizará as atividades para os alunos sejam em fotocópias individuais, uma lista por grupo ou fazer os registros das questões no quadro. Durante o desenvolvido desta proposta, o professor auxiliará os alunos e problematizará as perguntas na sala.

AValiação

- ❖ Participação ativa dos alunos nas aulas;
- ❖ Cooperação dos grupos na exposição das informações contidas nos textos;
- ❖ Avaliar as respostas das questões utilizadas para problematizar a aula;
- ❖ Respeito ao pensamento crítico do colega.

EXERCÍCIOS COMPLEMENTARES

Aluno: _____

Professor (a): _____ Disciplina: Química Série: _____

Orientações: Preencher o cabeçalho completo (nome e série). Ler atentamente a proposta deste roteiro de aula. Relacionar o tema com situações cotidianas. Registrar o desenvolvimento da atividade experimental com clareza e sem rasuras.

1. (IFMT-RN) A soda cáustica é fabricada, atualmente, através de dois processos: o Processo de Solvay e o Processo Eletrolítico, sendo usada na produção de alumínio, de papel, de celulose, de sabão, de detergente, na indústria têxtil e em diversas outras aplicações. O cloro é muito utilizado na produção primária, água destinando-se à fabricação de desinfetantes, ao tratamento de e à exploração de recursos naturais, tais como fibra e celulose. A soda cáustica e o cloro podem ser obtidos a partir da eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio – NaCl(aq). Durante essa eletrólise, obtém-se como subproduto:

- a) somente sódio no ânodo.
- b) somente cloro no cátodo.
- c) somente cloro no ânodo.
- d) hidrogênio e cloro no cátodo.

2. (E. E. Mauá-SP) Uma solução aquosa diluída de cloreto de sódio é eletrolisada. No início, o gás produzido no ânodo é esverdeado; depois, a mistura gasosa torna-se cada vez mais clara e, por fim, após exaustiva eletrólise, o produto gasoso é incolor. Explique o que ocorre e dê nomes aos gases formados em cada etapa do procedimento citado.

3. (FUVEST-SP) Na eletrólise da água, obtém-se no eletrodo negativo um gás que apresenta a propriedade característica de:

- a) turvar a água de cal.
- b) ser esverdeado e irritante
- c) ser combustível.
- d) ser imiscível com o ar.
- e) ter densidade maior que a do ar.

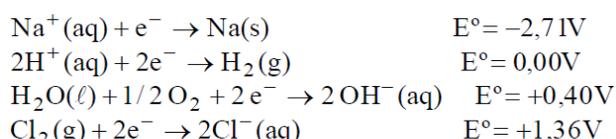
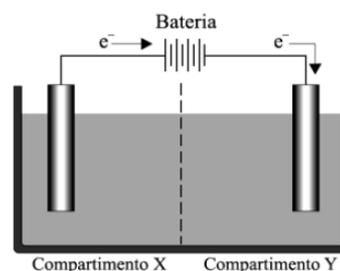
4. (CEESP-PE) A eletrólise de certo líquido resultou na formação de hidrogênio no cátodo e cloro no ânodo. Assinale, dentre as alternativas a seguir relacionadas, qual atende a essa questão.

- a) Uma solução de cloreto de cobre em água.
- b) Uma solução de cloreto de sódio em água.
- c) Uma solução de ácido sulfúrico em água.
- d) Uma solução de cloreto de cobre II em água.
- e) Água pura.

5. (FATEC-SP) Cloro gasoso pode ser obtido industrialmente a partir da eletrólise de uma solução aquosa de:

- a) ácido perclórico.
- b) cloreto de sódio.
- c) hexaclorobenzeno.
- d) percloroetileno.
- e) tetracloreto de carbono.

6. (UNIFESP-SP/adaptada) A figura representa uma célula de eletrólise de soluções aquosas com eletrodo inerte. Também são fornecidos os potenciais padrão de redução (E°) de algumas espécies. Para essa célula, são corretas as afirmações:



- I. O polo positivo é o eletrodo do compartimento Y.
 II. O ânodo é o eletrodo do compartimento X.
 III. A ddp para a eletrólise de uma solução aquosa de $\text{NaCl}_{(aq)}$ é positiva.
 IV. Na eletrólise de solução aquosa de $\text{NaCl}_{(aq)}$ há formação de gás hidrogênio no eletrodo do compartimento Y.
 V. Na eletrólise da solução aquosa de $\text{NaCl}_{(aq)}$ há formação de gás cloro no compartimento X.

7. (ENEM) "A eletrólise é um processo que separa os elementos químicos de um composto através do uso da eletricidade. Resumindo, procede-se primeiro à decomposição (ionização ou dissociação) do composto em íons e, posteriormente, com a passagem de uma corrente contínua através destes íons, são obtidos os elementos químicos. Em muitos casos, dependendo da substância a ser eletrolisada e do meio em que ela ocorre, além de formar elementos ocorre também a formação de novos compostos. O processo da eletrólise é uma reação de oxirredução oposta àquela que ocorre numa célula galvânica, sendo, portanto, um fenômeno físico-químico não espontâneo". Assinale a alternativa incorreta:

- a) Eletrólise ígnea é a reação química provocada pela passagem de corrente elétrica através de um composto iônico fundido.
 b) Eletrólise aquosa é a reação química provocada pela passagem de corrente elétrica por meio de uma solução aquosa de um eletrólito.
 c) Com a eletrólise podemos produzir substâncias na indústria química como a soda cáustica e hipocloritos.
 d) A ddp negativa indica que a reação é espontânea e que poderá ser usada para gerar corrente elétrica.
 e) Na eletrólise de uma solução aquosa de KI, o íon iodeto, quando volta a ser átomo, perde um elétron.

8. (FAAP-SP) industrialmente, a soda cáustica (NaOH) é obtida por eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio. Durante essa eletrólise, obtêm-se como sub-produtos:

- a) hidrogênio e cloro no ânodo.
 b) somente hidrogênio no ânodo.
 c) somente cloro no cátodo.

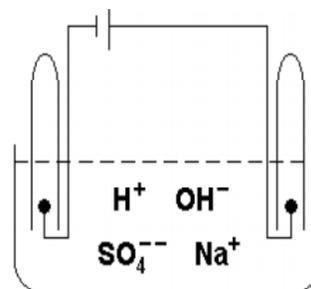
- d) hidrogênio e cloro no cátodo.
 e) somente cloro no ânodo.

9. Equacione as reações que ocorrem na eletrólise ígnea das seguintes substâncias:

a) KI

b) NiCl_2

10. (PUC-PR) A figura abaixo ilustra a eletrólise aquosa do $\text{Na}_2\text{SO}_4_{(aq)}$, com eletrodos inertes, podemos indicar a obtenção no ânodo e no cátodo, respectivamente de:



- a) $\text{H}_2(g)$ e $\text{SO}_2(g)$
 b) $\text{Na}(s)$ e $\text{SO}_2(g)$
 c) $\text{O}_2(g)$ e $\text{Na}(s)$
 d) $\text{Na}(s)$ e $\text{O}_2(g)$
 e) $\text{O}_2(g)$ e $\text{H}_2(g)$

GABARITO DOS EXERCÍCIOS COMPLEMENTARES

Professor (a): _____ Disciplina: Química Série: _____

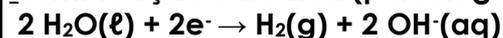
Orientações: Preencher o cabeçalho completo (nome e série). Ler atentamente a proposta deste roteiro de aula. Relacionar o tema com situações cotidianas. Registrar o desenvolvimento da atividade experimental com clareza e sem rasuras.

1. (IFMT-RN) A soda cáustica é fabricada, atualmente, através de dois processos: o Processo de Solvay e o Processo Eletrolítico, sendo usada na produção de alumínio, de papel, de celulose, de sabão, de detergente, na indústria têxtil e em diversas outras aplicações. O cloro é muito utilizado na produção primária, água destinando-se à fabricação de desinfetantes, ao tratamento de e à exploração de recursos naturais, tais como fibra e celulose. A soda cáustica e o cloro podem ser obtidos a partir da eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio – $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$. Durante essa eletrólise, obtém-se como subproduto:

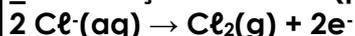
- a) somente sódio no ânodo.
- b) somente cloro no cátodo.
- c) somente cloro no ânodo.**
- d) hidrogênio e cloro no cátodo.

2. (E. E. Mauá-SP) Uma solução aquosa diluída de cloreto de sódio é eletrolisada. No início, o gás produzido no ânodo é esverdeado; depois, a mistura gasosa torna-se cada vez mais clara e, por fim, após exaustiva eletrólise, o produto gasoso é incolor. Explique o que ocorre e dê nomes aos gases formados em cada etapa do procedimento citado.

Semi-reação catódica (polo negativo):



Semi-reação anódica (polo positivo):



Reação global:



Quando todo o Cl_2 for liberado (gás esverdeado), começará a produzir O_2 (gás incolor), através da reação anódica: $\text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$

3. (FUVEST-SP) Na eletrólise da água, obtém-se no eletrodo negativo um gás que apresenta a propriedade característica de:

- a) turvar a água de cal.
- b) ser esverdeado e irritante
- c) ser combustível.**
- d) ser imiscível com o ar.
- e) ter densidade maior que a do ar.

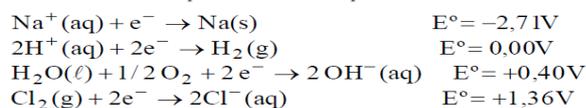
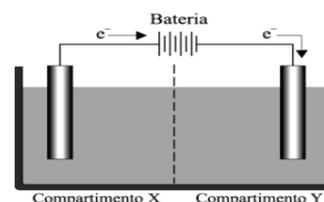
4. (CESESP-PE) A eletrólise de certo líquido resultou na formação de hidrogênio no cátodo e cloro no ânodo. Assinale, dentre as alternativas a seguir relacionadas, qual atende a essa questão.

- a) Uma solução de cloreto de cobre em água.
- b) Uma solução de cloreto de sódio em água.**
- c) Uma solução de ácido sulfúrico em água.
- d) Uma solução de cloreto de cobre II em água.
- e) Água pura.

5. (FATEC-SP) Cloro gasoso pode ser obtido industrialmente a partir da eletrólise de uma solução aquosa de:

- a) ácido perclórico.
- b) cloreto de sódio.**
- c) hexaclorobenzeno.
- d) percloroetileno.
- e) tetracloreto de carbono.

6. (UNIFESP-SP/adaptada) A figura representa uma célula de eletrólise de soluções aquosas com eletrodo inerte. Também são fornecidos os potenciais padrão de redução (E°) de algumas espécies. Para essa célula, são corretas as afirmações:



I. O polo positivo é o eletrodo do compartimento Y.

II. O ânodo é o eletrodo do compartimento X.

III. A ddp para a eletrólise de uma solução aquosa de $\text{NaCl}_{(aq)}$ é positiva.

IV. Na eletrólise de solução aquosa de $\text{NaCl}_{(aq)}$ há formação de gás hidrogênio no eletrodo do compartimento Y.

V. Na eletrólise da solução aquosa de $\text{NaCl}_{(aq)}$ há formação de gás cloro no compartimento X.

7. (ENEM) "A eletrólise é um processo que separa os elementos químicos de um composto através do uso da eletricidade. Resumindo, procede-se primeiro à decomposição (ionização ou dissociação) do composto em íons e, posteriormente, com a passagem de uma corrente contínua através destes íons, são obtidos os elementos químicos. Em muitos casos, dependendo da substância a ser eletrolisada e do meio em que ela ocorre, além de formar elementos ocorre também a formação de novos compostos. O processo da eletrólise é uma reação de oxirredução oposta àquela que ocorre numa célula galvânica, sendo, portanto, um fenômeno físico-químico não espontâneo". Assinale a alternativa incorreta:

a) Eletrólise ígnea é a reação química provocada pela passagem de corrente elétrica através de um composto iônico fundido.

b) Eletrólise aquosa é a reação química provocada pela passagem de corrente elétrica por meio de uma solução aquosa de um eletrólito.

c) Com a eletrólise podemos produzir substâncias na indústria química como a soda cáustica e hipocloritos.

d) A ddp negativa indica que a reação é espontânea e que poderá ser usada para gerar corrente elétrica.

e) Na eletrólise de uma solução aquosa de KI, o íon iodeto, quando volta a ser átomo, perde um elétron.

8. (FAAP-SP) industrialmente, a soda cáustica (NaOH) é obtida por eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio. Durante essa eletrólise, obtém-se como sub-produtos:

a) hidrogênio e cloro no ânodo.

b) somente hidrogênio no ânodo.

c) somente cloro no cátodo.

d) hidrogênio e cloro no cátodo.

e) somente cloro no ânodo.

9. Equacione as reações que ocorrem na eletrólise ígnea das seguintes substâncias:

a) KI

Semi-reação de redução: $\text{K}^+_{(l)} + \text{e}^- \rightarrow \text{K}_{(s)}$

Semirreação de oxidação: $2 \text{I}^-_{(l)} \rightarrow \text{I}_{2(g)} + 2 \text{e}^-$

Reação global: $2 \text{K}^+_{(l)} + 2 \text{I}^-_{(l)} \rightarrow 2 \text{K}_{(s)} + \text{I}_{2(g)}$

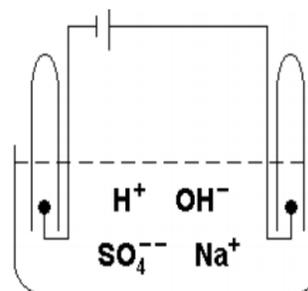
b) NiCl_2

Semirreação de redução: $\text{Ni}^{2+}_{(l)} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}_{(s)}$

Semirreação de oxidação: $2 \text{Cl}^-_{(l)} \rightarrow \text{Cl}_{2(g)} + 2 \text{e}^-$

Reação global: $\text{Ni}^{2+}_{(l)} + 2 \text{Cl}^-_{(l)} \rightarrow \text{Ni}_{(s)} + \text{Cl}_{2(g)}$

10. (PUC-PR) A figura abaixo ilustra a eletrólise aquosa do $\text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)}$, com eletrodos inertes, podemos indicar a obtenção no ânodo e no cátodo, respectivamente de:



a) $\text{H}_{2(g)}$ e $\text{SO}_{2(g)}$

b) $\text{Na}_{(s)}$ e $\text{SO}_{2(g)}$

c) $\text{O}_{2(g)}$ e $\text{Na}_{(s)}$

d) $\text{Na}_{(s)}$ e $\text{O}_{2(g)}$

e) $\text{O}_{2(g)}$ e $\text{H}_{2(g)}$

Problematização Final

PLANO DE AULA FINAL

Professor (a): _____
Disciplina: Química Série: _____ Período: _____

TEMA

- ❖ Eletrólise

OBJETIVOS

- ❖ Exercitar a habilidade argumentativa e cognitiva através de questões-problemas;
- ❖ Apresentar e discutir as ideias elaboradas no desenvolvimento das questões sobre Eletrólise;
- ❖ Problematizar os conhecimentos relacionados ao tema na formulação de respostas.

TEMPO ESTIMADO

- ❖ 1 aula de 50 minutos

RECURSOS DIDÁTICOS

- ❖ Sala de aula.
- ❖ Quadro e giz.
- ❖ Livro didático de Química.

DESENVOLVIMENTO

- ❖ No quinto e último momento (50 min) desta sequência didática, será entregue aos alunos a folha da Problematização final. De modo que as questões propostas nesta atividade **permitirão** que os alunos analisem, interpretem e extrapolem os fatos do seu cotidiano.
- ❖ O professor deve coordenar e orientar os alunos a levantar informações que possam responder as perguntas da Problematização final.

AVALIAÇÃO

- ❖ Participação ativa dos alunos nas aulas;
- ❖ Cooperação dos alunos no desenvolvimento dos exercícios complementares;
- ❖ Avaliar as respostas das questões utilizadas na lista de exercícios e questionário;
- ❖ Respeito ao pensamento crítico do colega.

PROBLEMATIZAÇÃO FINAL

Aluno: _____

Professor (a): _____ Disciplina: Química Série: _____

Orientações: Preencher o cabeçalho completo (nome e série). Ler atentamente a proposta deste roteiro de aula.

01. Com base nos textos e livro didático, relate brevemente os principais segmentos industriais que utilizam do Hidróxido de sódio em seus produtos.

02. Descreva a função da corrente contínua no processo de Eletrólise.

03. A produção de hidrogênio, através da eletrólise da água, terá um papel muito importante em países que possuem grande potencial renovável para produção de energia elétrica, como é o caso do Brasil. Mas, quais as estratégias para reduzir o custo do hidrogênio produzido pelos eletrolisadores?

04. O gás cloro pode ser produzido tanto pela eletrólise aquosa da salmoura quanto pela eletrólise ígnea do cloreto de zinco. Explique esses processos de obtenção do gás cloro e apresente as reações químicas envolvidas.

05. Uma opção para substituir os combustíveis fósseis no setor automobilístico seria de utilizar o gás Hidrogênio produzido através da Eletrólise da água. Em relação ao fator econômico e ambiental, é viável essa alteração? Comente.

06. Apresente a equação química global, catódica e anódica da Eletrólise aquosa do Iodeto de potássio. Faça um breve relato procedimental dessa reação.

MATERIAL COMPLEMENTAR

VOCÊ PODE UTILIZAR PARA APROFUNDAR AS PESQUISAS

- Soda cáustica. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Disponível em:

http://paginas.fe.up.pt/~projfeup/submit_14_15/uploads/relat_Q1FQI01_1.pdf

- Hidróxido de Sódio – INS 524. ANVISA. Informe Técnico - nº 33 de 25 de outubro de 2007.

Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/33_251007.htm

- Soda-cloro. Gerência setorial de complexo químico.

Disponível em:

http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/rs7_gs4.pdf

-

Química verdadeiramente verde – propriedades químicas do cloro e sua ilustração por experimentos em escala miniaturizada. Revista Química Nova na Escola. Volume 38; Nº 03; Março 2015.

Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422015000300436

-

Elemento Químico: Hidrogênio e Cloro. Revista Química Nova na Escola. Nº 1, MAIO 1995.

Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/elemento.pdf>

- Células a combustível: energia limpa a partir de fontes renováveis. Revista Química Nova na Escola. Volume 15; Maio 2012.

Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc15/v15a06.pdf>

- Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos: Hidrogênio. Empresa White Martins/Praxair.

Disponível em: <http://www.praxair.com.br/resource-library/safety-data-sheets>

- Novo gás para o brasileiro. Jornal da Universidade de Campinas; ano XV -Nº 161 - Abril 2001.

Disponível

em: http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/abril2001/pag04abril2001.htm

- Etanol e hidrogênio: uma parceria de futuro para o Brasil. Revista eletrônica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v60n3/a15v60n3.pdf>

-

vídeo: Experimentos de química - Eletrólise da Salmoura. e-Aulas Universidade de São Paulo. Duração: 8min14.

Disponível em: <http://eaulas.usp.br/porta/video.action?idItem=6743>

V

Como ocorre o processo industrial de obtenção da soda cáustica?

A soda cáustica é obtida por eletrólise da salmoura (solução concentrada de cloreto de sódio em água) livre de impurezas que prejudicam sensivelmente a eficiência e o rendimento do processo produtivo. Independentemente do processo, a soda cáustica apresenta-se sob a forma de solução aquosa, límpida, contendo cerca de 50% de hidróxido de sódio (NaOH) em peso, comercializada na forma a granel e transportada em carros-tanque e vagões ferroviários.

É um reagente essencial para a produção de diversos produtos químicos orgânicos. Entre as principais aplicações está o branqueamento de papel e celulose, além de ser amplamente utilizada na indústria química e petroquímica, metalurgia (produção de alumina para a indústria do alumínio), sabão e detergentes, indústria têxtil e de alimentos. De origem natural, tem relevante papel na prevenção à poluição e no tratamento de efluentes, viabilizando diversos processos industriais.

No processo da eletrólise, a soda cáustica é coproduzida numa proporção fixa de 1 tonelada de cloro e 1,13 toneladas de soda cáustica. Utilizada numa grande variedade de aplicações industriais, a soda cáustica é muito valorizada pelo seu poder neutralizador e também porque ajuda a controlar e remediar a poluição ácida do meio ambiente. Por isso é usada em vários processos para controlar a acidez, neutralizar os rejeitos ácidos e para a lavagem de gases.

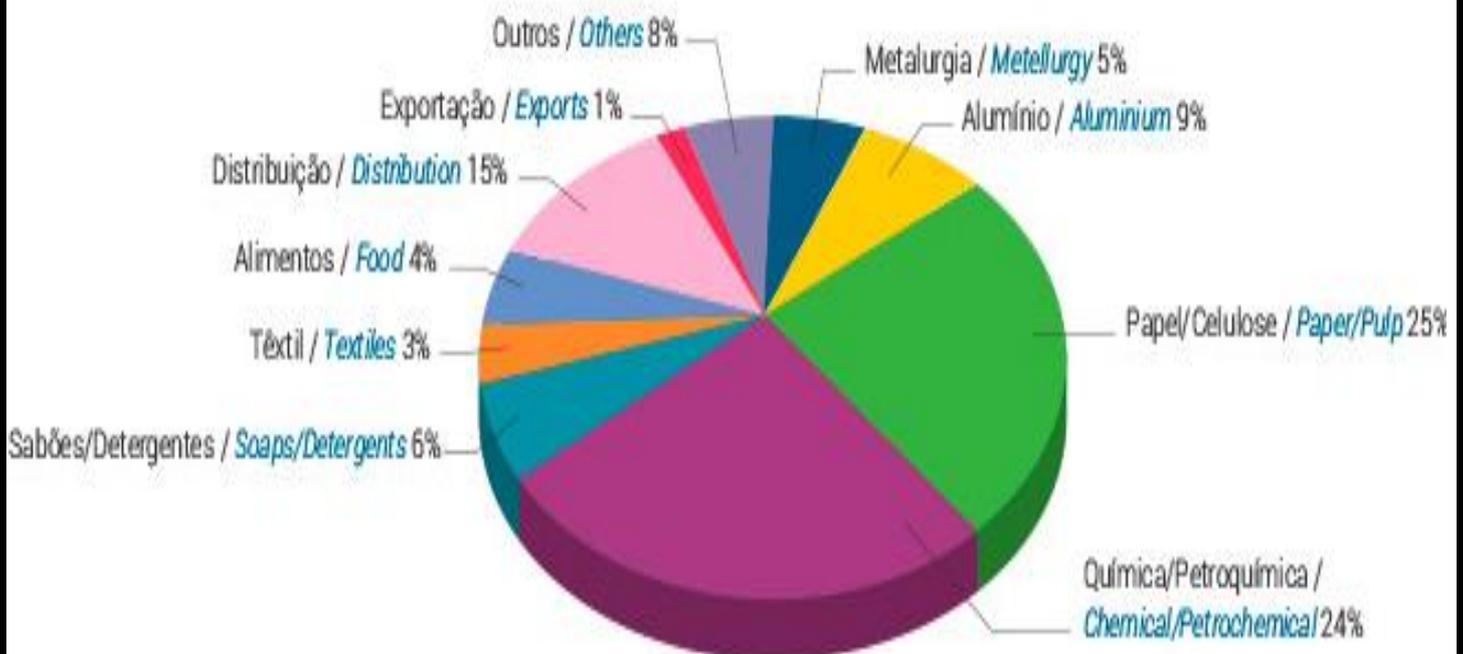


Figura 1: Soda cáustica – segmentação do consumo da produção nacional 2013

Aplicação

Controle de poluição: Por sua propriedade alcalina, a soda cáustica é o oposto químico dos ácidos e por isso consegue neutralizá-los. A reação de neutralização produz a água e o sal. Lavadores de gases são dispositivos para o controle da poluição do ar, projetados para utilizar as propriedades alcalinas da soda cáustica. Tais sistemas neutralizam as emissões de gases ácidos de chaminés, contribuindo assim para tornar o meio ambiente mais limpo e livre de poluição. Além disso, as instalações de galvanização de metal geram efluentes contendo concentrações de metais pesados dissolvidos que terão que ser removidos antes dos efluentes serem descarregados nos esgotos municipais ou nos corpos d'água receptores. Normalmente, pode-se obter isso adicionando um produto químico alcalino do tipo soda cáustica aos efluentes. Os hidróxidos de metais insolúveis formados pela reação da soda cáustica com os metais dos efluentes são fisicamente removidos, como parte do processo de pré-tratamento dos efluentes. A soda cáustica também pode ser usada para neutralizar a drenagem ácida das minas, um dos principais perigos ambientais. Durante o trabalho de mineração, se o ar e a água entram em contato com minerais recentemente extraídos que contém enxofre, estes se oxidam rapidamente e liberam uma determinada quantidade de acidez, metais e outros componentes químicos prejudiciais ao meio ambiente. A soda cáustica é especialmente eficiente em neutralizar fluxos baixos de drenagem ácida das minas localizadas em locais remotos, e também tratar os fluxos que apresentam um alto teor em manganês.

Limpeza: A soda cáustica desempenha um papel importante na fabricação de sabão em pó, sabão em barra e detergentes, sendo que uma quantidade significativa vem sendo usada na produção de sabões industriais e sabões especiais. Os países em desenvolvimento apresentam demanda significativa de soda cáustica, pois o sabão em barra costuma ser usado exclusivamente para a lavagem de roupas e para a higiene pessoal. Os sabões especiais incluem os sabões para limpeza de fornos e de equipamentos para a preparação de alimentos, detergentes mais potentes para lavadoras de pratos, limpeza de pisos, limpeza de metais, removedores de tinta e muitos outros usos.

Outros usos: A soda cáustica é usada na produção de tecidos de algodão para fortalecer as fibras e absorver melhor o tingimento. Estima-se que cerca de 90% do algodão é tratado com soda cáustica. A soda cáustica também apresenta uma série de outras aplicações na indústria de alimentos, como por exemplo, no refino do óleo animal e vegetal, na remoção de ácidos graxos e para descascar batatas, frutas e vegetais. Além disso, é usada na produção de celulose, papel e alumínio. Também, quantidades significativas de soda cáustica são usadas no tratamento de águas residuais municipais e industriais.

Fonte: disponível em <http://www.abiclor.com.br/a-industria-no-brasil/soda-caustica/>

A soda cáustica produzida na Eletrólise do Cloreto de sódio pode ser utilizada como aditivo alimentar?**Informe Técnico - nº 33 de 25 de outubro de 2007**

Assunto: Hidróxido de Sódio (soda caustica) – INS 524

1. O hidróxido de sódio, NaOH (soda caustica), é obtido a partir do cloreto de sódio por eletrólise e por outros processos industriais. É bastante solúvel em água e muito utilizado na fabricação de detergentes para a indústria de alimentos e uso doméstico, bem como para a limpeza dos equipamentos de fabricação, principalmente os de produtos de origem animal, seja para produção de leite como para produção de carne, para limpar os resíduos de matéria orgânica.

2. É uma substância corrosiva para todos os tecidos humanos e animais, que em contato com a pele provoca queimaduras severas. É considerado agente tóxico para ingestão, com uma LD50 testada em ratos por administração intraperitoneal igual a 40mg/kg de peso corporal. Ref.: Food Chemical Codex.

3. Além disto, a segurança para a sua utilização na indústria de alimentos depende do seu grau de pureza. As impurezas resultantes do método de fabricação podem ser metais pesados como Chumbo, Mercúrio, e também arsênico. A literatura como o Food Chemical Codex e o Índice Merck, indicam os limites para esses contaminantes.

4. Hidróxido de Sódio (INS 524) pode ser utilizado como aditivo alimentar, previsto na Resolução GMC 11/06 – Lista Geral

Harmonizada de Aditivos do Mercosul, e na Resolução/ANVISA 386/99 – Aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação (Aditivos BPF), com a função de “regulador de acidez”. Com essa função de aditivo é empregado em solução para ajuste de pH.

5. Contudo, pela legislação brasileira de alimentos o uso de aditivos BPF só é permitido quando definido em regulamentação específica, com suas respectivas funções, limites máximos e categoria de alimentos para a qual se destina. Por exemplo, no caso da categoria de “leite e produtos lácteos”, o hidróxido de sódio não é mencionado e, portanto, o mesmo não tem uso autorizado para esse grupo de produtos alimentícios.

6. Além disso, o uso de aditivos alimentares tem princípios estabelecidos na legislação correspondente (Portaria nº 540/97).

Princípios fundamentais para aditivos alimentares:

- Que tenha sido submetido a avaliação de risco ou de segurança – avaliação toxicológica (JECFA);

- Ter uso limitado a alimentos específicos, em condições específicas e ao menor nível para obter o efeito desejado;

- Ser utilizado somente se houver necessidade tecnológica e nunca em substituição as boas práticas de fabricação;

- Não induzir o consumidor a engano ou erro.

7. Quais são os riscos à saúde pelo uso não autorizado de hidróxido de sódio (soda caustica) em alimentos:

- No caso de leites fluídos (U.H.T., ou não), os padrões de identidade e qualidade estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) definem a acidez em ácido lácteo como um dos requisitos físico-químicos exigidos (a acidez em ácido lácteo/100 ml deve situar-se entre 0,14 a 0,18). O MAPA também define padrão para a densidade, teor de gordura, etc.

- O uso fraudulento de hidróxido de sódio tem a finalidade de substituir as boas práticas na produção/processamento do leite, pois a intenção é enquadrar um leite fora do padrão em relação a acidez, em um leite padronizado. O padrão de acidez do leite tem relação com a contagem de bactérias, e, portanto, o produto que antes tinha acidez fora do limite permitido (e essa acidez foi corrigida com hidróxido de sódio), poderia está com a contagem microbiana fora do padrão estabelecido, sendo este um dos riscos à saúde em função do uso fraudulento.

- Para se obter o efeito desejado com o hidróxido de sódio como regulador de acidez em alimentos, quando autorizado, não são necessárias quantidades elevadas. O Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) estabeleceu uma ingestão diária aceitável – IDA (mg/kg de peso corpóreo) não limitada para esse aditivo, e, portanto, quando o hidróxido de sódio é autorizado em uma determinada categoria de alimentos, não há preocupação em relação à ingestão de resíduos (lembrando que no leite esse aditivo não é permitido). Pode ser utilizado em vários outros alimentos, tais como:

Resolução 387/99: Balas, caramelos, pastilhas, confeitos, gomas de mascar, torrões, marzipans, pastas de semente comestíveis, massa e torta de cacau, cacau em pó, bombons sem chocolate, coberturas, xaropes e recheios

Resolução RDC 5/07: Bebidas não alcoólicas gaseificadas e não gaseificadas

Resolução RDC 33/01: Sopas e caldos

Resolução RDC 60/07: Farinhas, massas (alimentícias, para pastéis, para pizzas).

Resolução RDC 3/07: Gelados comestíveis

Resolução RDC 4/07: Molhos, maionese, ketchup, mostarda

Resolução RDC 23/05: Cremes vegetais e margarina

- Os alertas sobre a toxicidade dessa substância, tida como um produto químico perigoso, são associados ao contato direto das pessoas com a mesma em seu estado puro, por ser corrosivo à pele e aos olhos.

- Além disto, a segurança para a sua utilização na indústria de alimentos depende do seu grau de pureza. As impurezas resultantes do método de fabricação podem ser metais pesados como Chumbo, Mercúrio, e também arsênico. Os limites (tolerâncias) para esses contaminantes em alimentos estão estabelecidos na legislação brasileira.

- Conclusão: o hidróxido de sódio (INS 524) não é permitido para uso em leite por induzir a fraude e mascarar as boas práticas de fabricação.

Fonte: disponível em http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/3_3_251007.htm

Cloro: o calcanhar de Aquiles da Indústria Química?

Atualmente, 97% do cloro gasoso são produzidos juntamente com soda cáustica, pela eletrólise^{1,8} de soluções aquosas de cloreto de sódio que, minerado como sal gema ou obtido pela evaporação da água do mar, é uma matéria prima praticamente inesgotável. O cloro é produzido no ânodo e no compartimento catódico se forma a soda cáustica que é removida da cela eletrolítica. A vantagem do processo diafragma é a possibilidade de usar soluções salinas de menor pureza, mas por outro lado, a permeabilidade do diafragma para os ânions cloreto que permanecem parcialmente no compartimento catódico resulta na produção de soda cáustica de baixa pureza.

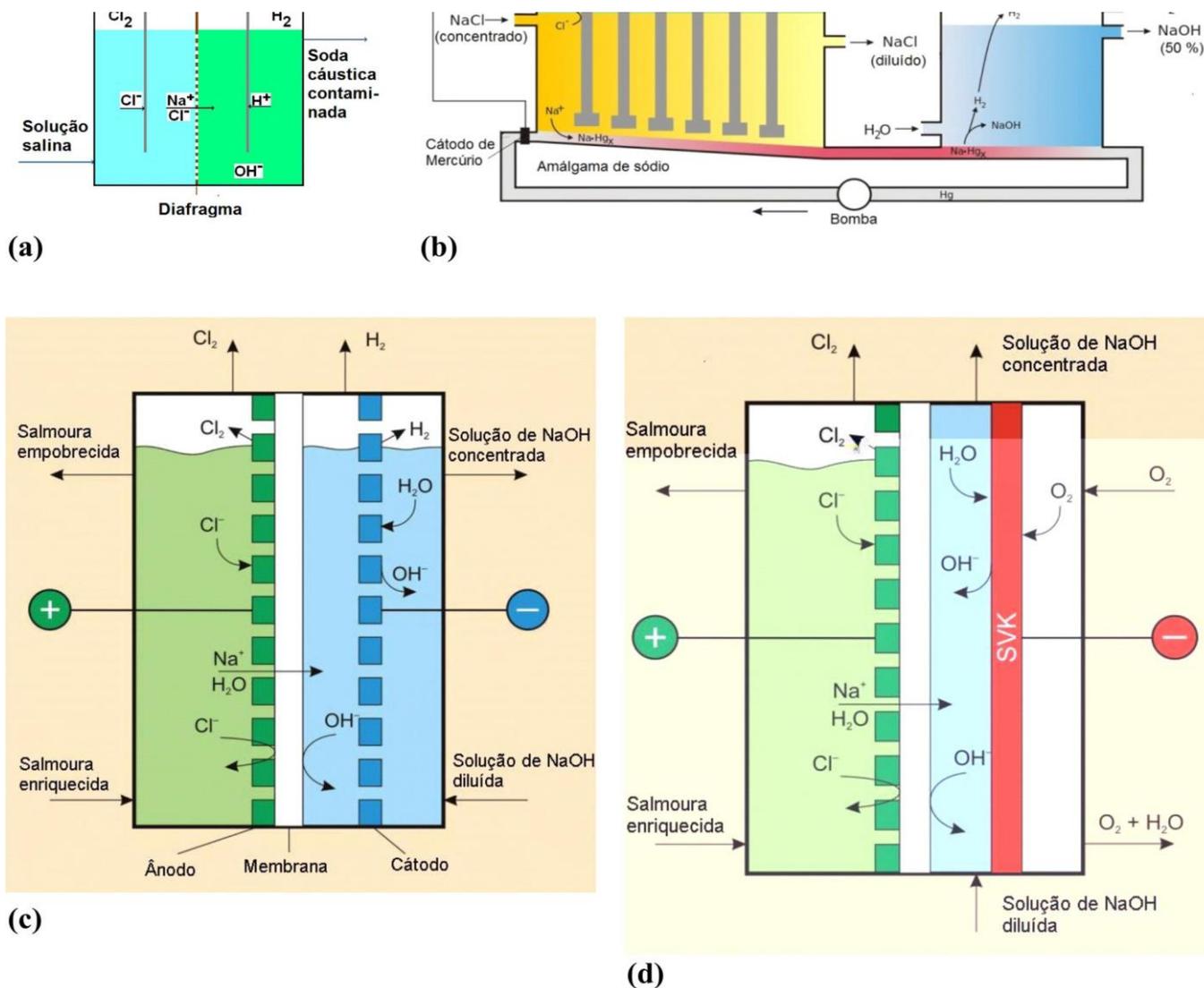
Uma das características dos compostos clorados é sua maior estabilidade em comparação a outras substâncias, motivo pelo qual eles foram considerados inofensivos durante décadas. Porém, com o crescimento da Indústria Química se multiplicaram as observações dos riscos toxicológicos dos compostos clorados para os trabalhadores. Nos anos 60 do século XX, observou-se que compostos clorados utilizados como pesticidas e herbicidas, como por exemplo Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT), não eram metabolizados e se acumulavam na cadeia alimentar tornando as doses ingeridas letais para os predadores no seu topo. Também os subprodutos não intencionais das reações com a participação de cloro ou seus compostos revelaram efeitos colaterais prejudiciais para os trabalhadores e os consumidores, como por exemplo os tetraclorodibenzo-*p*-dioxinas (TCDD's), especialmente o 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-*p*-dioxina, conhecido como toxina de Seveso. Um outro problema causado pelos produtos clorados é a destruição da camada de ozônio pelos clorofluorocarbonetos, registrada a partir dos anos 70. Todos estes problemas relacionados ao cloro e seus compostos levaram, a partir dos anos 80, à exigência por parte de organizações ambientais de banir por completo o uso de cloro e seus compostos pela Indústria Química.

Para demonização do cloro e seus compostos, certamente contribuiu a crença de que compostos orgânicos contendo cloro ou outros halogênios covalentemente ligados não ocorreriam naturalmente. Este paradigma da química de produtos naturais foi derrubado com a descoberta dos primeiros compostos organohalogenados há mais de 60 anos atrás. Desde então, o número de organohalogenados naturais conhecidos cresceu exponencialmente de 12 compostos em 1954 para aproximadamente 200 em 1972, 2900 em 1997, 3700 em 2002 e mais de 5000 em 2014. A maioria destes compostos é encontrada em organismos marinhos primitivos como algas, esponjas ou vermes. Entretanto, nas últimas décadas observavam-se compostos halogenados naturais também em vertebrados, inclusive em seres humanos.

É interessante ressaltar que a biossíntese de diversos esteróis a partir da oxidação de lipoproteínas de baixa densidade, o assim chamado "colesterol mau", envolve cloro molecular. Como uma outra fonte de compostos halogenados no meio ambiente, identificou-se a emissão de cloretos e fluoretos C₁ e C₂ por vulcões e incêndios florestais. Outro argumento para justificar o banimento do cloro é o fato de que processos químicos à base de cloro não obedecem aos dois primeiros dos doze princípios sagrados da "Química Verde", minimização de resíduos e economia de átomos. Neste caso, porém,

deve-se levar em consideração que o principal consumo de cloro é na produção de plásticos como PVC e PUs (figura 1), e que os subprodutos obtidos na produção de cloreto de vinila e óxido de propeno são cloreto de hidrogênio e cloreto de cálcio, ambos com aplicações técnicas e portanto, não prejudicando a economia de átomos.

Figura 1: Celas eletrolíticas para produção de gás cloro e hidróxido de sódio: (a) Processo Diafragma, (b) Processo Amálgama, (c) Processo Membrana, (d) Processo Membrana com cátodo despolarizado de oxigênio (SVK).



Lenardão *et al* (2003) apontaram que, em nível industrial, a análise de um processo com respeito a seu "verdor" deve se basear no fator E, que considera a quantidade de resíduo gerado por unidade de massa dos produtos. Estima-se que, para produtos produzidos na escala de Mt, o fator E seja $< 0,1$ kg de resíduo por kg de produto. Tendo em vista que de 1,25 Mt de gás cloro produzidos em 2013 no Brasil, 80% foram utilizados para produção de apenas 3 produtos (DCE, óxido de propeno e HCl), a eficiência desses processos industriais já está otimizada no sentido da "Química Verde". Por outro lado, especialmente na indústria farmacêutica, o fator E pode atingir valores de até 100 kg de resíduo por kg de produto, mostrando assim o grande potencial para a aplicação dos princípios da "Química Verde". Isto, porém, não inclui necessariamente a renúncia aos

compostos clorados, seja como produto final ou intermediário, uma vez que organoclorados também são encontrados na natureza, o que por sua vez fornece os meios para sua preparação por catálise enzimática, cuja aplicação nos processos industriais pode, futuramente, contribuir significativamente para redução de resíduos. Mais um obstáculo para a eliminação radical do cloro da Indústria Química é o fato de que, dos aproximadamente 150000 produtos com interesse comercial registrados na Agência Europeia de Substâncias Químicas (ECHA), mais que 20 000 são produtos clorados e que pelo menos 11000 produtos contendo cloro em pelo menos um estágio de sua confecção, dificilmente podem ser substituídos. Sendo assim, o argumento que mais pesa contra o uso de cloro na base da Química Industrial é o alto consumo de energia necessário na sua produção por eletrólise, a qual gera o equivalente a 1,5 kg de CO₂ por kg de Cl₂, um valor maior do que na produção de cimento (0,95 kg de CO₂ por kg de cimento). Este fato, porém, se relativiza considerando que o CO₂ liberado pela produção de 68 mt de gás cloro em 2008 corresponde a somente 0,19% dos 36,7 Gt liberados pela queima de combustíveis fósseis e pela produção de cimento.

Fonte: adaptado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422015000300436

É possível produzir gás Cloro através do Cloreto de sódio adicionado a piscina?



GERADOR DE CLORO

MANUAL DE UTILIZAÇÃO E INSTALAÇÃO

O Gerador de Cloro Sodramar usa Eletrólise para transformar o sal (NaCl) adicionado na piscina para formar o Cloro (Cl_2). A Unidade de Controle do Clorador pode regular a produção de cloro, alterando o fluxo de corrente elétrica que passa através do eletrodo de titânio no invólucro da célula. O Hipoclorito de Sódio é um eficaz agente de higienização que é comumente utilizado em piscinas, onde podem proliferar bactérias e fungos.

Acessórios do Gerador de Cloro Sodramar



Características do produto

- Conveniência e o fornecimento constante de purificador à base de cloro puro;
- Nenhum agente de limpeza química artificial que pode causar irritação cutânea e ocular.
- Você só precisa adicionar sal natural na piscina;
- O sal na água é tão pouco que não fica gosto ou cheiro na água;
- Os eletrodos são feitos de titânio, que é durável e resistente a corrosão;
- Fácil de instalar e operar;
- A água não fica com cheiro forte de cloro, pois o cloro não é adicionado diretamente a água.

Em piscinas de alvenaria novas a adição de sal deve ser feita apenas após o período de 10 a 14 dias. Para adicionar sal ligue a moto bomba e adicione o sal diretamente na água da piscina, vá jogando o sal ao longo da superfície para acelerar o processo de dissolução, sempre tomando cuidado para que não acumule sal no fundo da piscina. Nunca adicione sal em excesso a retomada de ajuste deve ser feita gradualmente. Falta de sal ou sal em excesso pode acarretar danos irreversíveis ao equipamento, com perda de garantia de fábrica. A única maneira para baixar a concentração de sal na água é uma drenagem parcial da água e adicionar novamente mais água a piscina.

Fonte: disponível em:

<https://design.jet.com.br/sodramar/documentos/Manual%20Gerador%20de%20Cloro.pdf>

Qual a importância econômica do gás Hidrogênio no Brasil?

Este documento propositivo oferece, aos tomadores de decisão, subsídios para definir ações político-institucionais, que em consonância com a visão de demanda futura e com principais pensamentos estratégicos de especialistas, tenham elevado potencial para promover o estabelecimento e a sustentabilidade das tecnologias do hidrogênio no país. O documento foi produzido pela equipe técnica do CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos), servida por ampla base de especialistas, encarregada da liderança do estudo denominado Estudos, Análises e Avaliações; para a Ação N.º. 21, Tecnologias Críticas e Sensíveis em Setores Prioritários; e Sub-ação N.º. 04, Hidrogênio II.



Cabe ressaltar ainda que este estudo oferece aos formuladores de políticas públicas elementos e instrumentos que podem balizar as ações governamentais que estão em fase de estruturação e que tem o foco nas tecnologias do hidrogênio. O Roteiro para Estruturação da Economia do Hidrogênio no Brasil destaca que a eletrólise da água, a reforma de etanol e os processos a partir da biomassa são as formas prioritárias para produção de hidrogênio. A produção de hidrogênio, através da eletrólise da água, terá um papel muito importante em países que possuem grande potencial renovável para produção de energia elétrica, como é o caso do Brasil. Embora o processo de eletrólise convencional da água seja dominado no exterior, não existem equipamentos nacionais e o Brasil tem dado pouca ênfase à PD&I nesse item. Considera-

se que grande parte do hidrogênio que abastecerá os veículos com células a combustível será produzida a partir da eletrólise da água. É o processo mais versátil de produção de hidrogênio, pois podem ser construídos equipamentos para geração de gás puro numa faixa de 0,5 L/min a 100.000 m³/h. Para reduzir o custo do hidrogênio produzido pelos eletrolisadores de água é necessário diminuir o custo do equipamento e o consumo de eletricidade. Para tanto, o seguinte roteiro tecnológico é sugerido:

- Desenvolver materiais poliméricos e metálicos mais baratos e com resistência química adequada, catalisadores para os eletrodos visando diminuir o consumo de eletricidade, membranas resistentes, do ponto de vista químico e mecânico;
- Aumentar a temperatura de operação dos eletrolisadores, a fim de diminuir o consumo de eletricidade no processo;
- Menor custo dos compressores;
- Desenvolver eletrônica de potência eficiente e de baixo custo. 36123200
 - Aumentar a pressão de operação propiciando economia de capital pelo presente propostas limitadas a algumas áreas das tecnologias do hidrogênio, saliente-se que não

se esgotam aqui os debates sobre o estabelecimento de uma estratégia nacional diante das oportunidades dessas tecnologias. Finalmente, o estudo apresenta a percepção de enormes oportunidades para o Brasil, sendo que o incentivo destas tecnologias por meio de instituições governamentais e empresariais deve propiciar ganhos consideráveis na forma de:

- Diminuição de impactos ambientais na geração e utilização de energia;
- Aumento da segurança energética;
- Melhoria do aproveitamento dos recursos naturais;
- Desenvolvimento regional;
- Desenvolvimento de parque industrial competitivo;
- Geração de empregos.

RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA O INCENTIVO À ECONOMIA DO HIDROGÊNIO

RECOMENDAÇÕES	PRIORIDADE	CURTO PRAZO (0 A 5 ANOS)	MÉDIO PRAZO (5 A 10 ANOS)	LONGO PRAZO (10 A 15 ANOS)	INSTITUIÇÕES
ROTEIRO TECNOLÓGICO					
Incentivar o desenvolvimento tecnológico, em células a combustível, com objetivo de redução de custos de membranas separadoras, MEAs, catalisadores com maior tolerância a contaminantes e eletrônica de potência.	Muito alta	X	X		MCT, FINEP, CNPq, FAPs
Incentivar o desenvolvimento tecnológico, em eletrólise da água, reforma de hidrocarbonetos e gaseificação de biomassa.	Muito alta	X	X		MCT, FINEP, CNPq, FAPs
Promover educação e treinamento apropriado em NCP (normas, códigos e padrões) e segurança para autoridades, reguladores, estudantes, usuários e o público em geral através de cursos e <i>workshops</i> específicos.	Muito alta	X			ABNT, INMETRO, CENEH
Dar continuidade ao PROH ₂ , Programa de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Economia do Hidrogênio do MCT.	Muito alta	X	X	X	MCT, FINEP, CNPq
Dar continuidade à formação de Recursos Humanos por meio de bolsas de estudos em todos os níveis	Muito alta	X	X	X	MCT, FINEP, CAPES, CNPq, FAPs
Consolidar a infraestrutura de laboratórios de hidrogênio	Alta	X			CNPq, FAPs, CAPES, FINEP

Fonte: Adaptado de: www.cgee.org.br/publicacoes/hidrogenio.php.

REFERÊNCIAS

- ANGOTTI, J. A. P. **Solução alternativa para a formação de professores de ciências: um projeto educacional desenvolvido na Guiné Bissau**. 1982. 188 f. Dissertação (Mestrado em Educação) -Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990. p. 29-31.
- FRANÇA, M. C.; ROLIM, L.; JUNIOR, L. C. R.; CHAVES, D. C. Modelo didático com materiais alternativos para o Ensino de Eletroquímica em Escolas do Ensino Médio na Região do Alto Turi-MA. In: VII CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO. **Anais...** Tocantins. 2012.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Revista Química Nova na Escola**, n. 10, 1999. p. 43.
- MELZER, E. E. M.; CASTRO, L. de; AIRES, J. A.; GUIRAMÃES, O. M. Modelos Atômicos nos Livros Didáticos de Química: Obstáculos à Aprendizagem? VII ENPEC, **Anais...** 2008.
- MUENCHEN, C., DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Revista Ciência e Educação**, 20(3), 2014, p.620.
- OLIVEIRA, F. de A.; LUCENA, E. de F.; SANTOS, M. B. H. Percepção dos alunos do ensino médio sobre a contextualização do ensino de Química no município de Gurjão-PB. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Anais...** UEPB, 2012.
- SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. In: SANTOS, W.L. P.; MALDANER, O.A (org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2011, p. 231-261.
- VASCONCELLOS, Celso dos S. **Currículo: a atividade Humana como princípio Educativo**. São Paulo: Libertad, 2011.
- ZABALA, A. A Prática Educativa: como ensinar. Tradução: ROSA, E. F. F, ArtMed: Porto Alegre, 1998, 234p.