

# SABERES POPULARES FAZENDO-SE SABERES ESCOLARES: UM ESTUDO ENVOLVENDO EXTRATO AQUOSO DE CINZAS

Popular knowledge turning into school knowledge: a study involving aqueous  
extract of ashes

VENQUIARUTO, L. D.  
DEL PINO, J. C.  
DALLAGO, R. M.  
SPIZA, J.

Recebimento: 12/08/2009 - Aceite: 28/09/2010

**RESUMO:** O presente artigo investigou os saberes populares que envolvem o emprego das cinzas na limpeza de utensílios domésticos e, também, como aditivo, na forma em pó ou extrato aquoso, na produção artesanal de sabão, com o intuito de transformar esses saberes em saberes escolares, por intermédio de experimentos químicos que tivessem relações com conteúdos formais de química. Considerando que ambas as aplicações estão vinculadas à presença de compostos de caráter alcalino nas cinzas, como óxidos metálicos, carbonatos e bicarbonatos, procurou-se analisar qualitativa e quantitativamente essa alcalinidade, por meio de uma extração aquosa. Para tanto, foram conduzidos experimentos que demonstrassem as influências do tempo de contato, da temperatura e do material precursor das cinzas em relação à extração da alcalinidade presente nas mesmas. Os resultados demonstraram que as variáveis tempo de contato e temperatura apresentam efeito positivo na extração da alcalinidade das cinzas. O ensaio conduzido com água quente apresentou, com dois dias de contato, um extrato com uma  $[\text{HO}^-]$  de  $0,35 \text{ mol L}^{-1}$ , equivalente à observada no 13º dia do ensaio conduzido com água à temperatura ambiente. As diferenças mais significativas de alcalinidade foram observadas em relação ao material precursor da cinza. Os extratos aquosos vinculados à cinza de madeira apresentaram uma alcalinidade  $\approx 1000$  vezes superior a do extrato da cinza de papel. Além disso, diferentemente do extrato de cinza de papel, o extrato da cinza de madeira apresenta em sua composição íons hidroxila e carbonato, sendo que a  $[\text{HO}^-]$  é significativamente superior a  $[\text{CO}_3^{=}]$ . Essas diferenças de alcalinidade, principalmente em termos qualitativo, provavelmente se deva a diferenças na composição química dos materiais precursores, principalmente no que se refere à presença de metais alcalinos,

como o potássio e o sódio. Quanto à aplicação do extrato aquoso na produção de sabão, deve-se considerar que o mesmo apresenta uma concentração de  $21 \text{ g}_{\text{KOH}} \text{ L}^{-1}$  de extrato, sendo que a mesma poderá ser aumentada mediante uma etapa de pré-concentração, através da remoção do solvente.

**Palavras-chave:** Saberes populares. Alcalinidade da cinza. Saberes escolares.

**ABSTRACT:** The present work investigated the popular knowledge that involves the use of ashes in the cleaning of kitchenware and its use as additive, in powder form or as aqueous extract, in the production of artisanal soap. The work aims at transforming the popular knowledge into school knowledge through experiments that could be related to the contents of chemistry classes. Both applications of the ashes are related to their alkaline nature, due to the presence of metal oxides, carbonates and bicarbonates. Based on this aspect, the alkalinity of aqueous ash extract was qualitatively and quantitatively analyzed. The influence of the contact time between the solvent and the ash, temperature and the origin of the ashes on the alkalinity was investigated. The results showed that the contact time and temperature presented positive effect on the extraction of alkali from the ashes. The extract produced with hot water presented a concentration of hydroxyl ions of  $0.35 \text{ mol L}^{-1}$  after two days of contact, contrasting with the extraction at room temperature, which reached the same alkalinity only after 13 days of contact between the ashes and water. The most expressive differences in alkalinity were detected when the ash precursor is changed. The aqueous extracts obtained with ashes of wood presented alkalinity 1000 times higher than the extract obtained with ashes of paper. Besides, differently from the extract of paper ashes, the extract of wood ashes contained hydroxyl ions and carbonate ions, while the concentration of the first was much higher than the latter. These differences are probably due to the differences in the chemical composition of the precursors, mainly concerning potassium and sodium. The use of the aqueous extract in production of soap should consider that it contains  $21 \text{ g}_{\text{KOH}} \text{ L}^{-1}$ , which could be increased by solvent removal.

**Keywords:** Popular knowledge. Ash alkalinity. School knowledge.

## Introdução

Em nosso dia a dia, somos, constantemente, envolvidos em processos de dominação e de subordinação sem, muitas vezes, darmos conta. Na escola, a cultura dominante é transmitida como algo natural, legítimo, muitas vezes proveniente de uma tradição acadêmica. A escola, dificilmente, valoriza

outro saber que não seja validado pela academia ou por instituições de pesquisa, saberes estes denominados acadêmicos.

Há propostas (como em CHASSOT, 2003 e LOPES, 1999) que discutem que é função da escola valorizar, também, o saber popular, o saber local, próprio da comunidade onde está inserida, não como algo inusitado ou folclórico, ou ainda, para que o mesmo sirva, simplesmente, de ponte para a aquisição do saber acadêmico.

Trabalhar nas escolas a supervalorização do conhecimento científico, entendendo-o como o verdadeiro e, portanto, o legítimo, é um tanto inquietante. É sabido que nem todo discurso científico é necessariamente verdadeiro, além do que esse conhecimento científico é capaz de explicar uma série de questões pertinentes ao mundo em que vivemos, mas, certamente, não é capaz de solucionar todos os problemas.

Por outro lado, há necessidade de aqueles que se envolvem com a formação de professoras e professores da área de Ciências, buscarem mudanças, diferentemente do que defendem alguns, que preferem ver valorizados conteúdos elitistas, ascéticos e dogmáticos, desvinculados da formação dos homens e mulheres aos quais se diz educar.

Dessa forma, não parece válido exigir que os alunos e as alunas estudem somente o conhecimento científico ascéticos e descontextualizado, deixando de lado formas de produção do conhecimento, muito provavelmente vinculadas às suas raízes e às suas culturas. Há múltiplos saberes, que estão associados a diferentes culturas e diferentes práticas sociais e fazem parte do nosso cotidiano, seja nas lutas diárias por sobrevivência, seja nas simples ações que compõem o nosso dia a dia.

Nesse contexto, o presente artigo estabelece articulações e interações entre os saberes escolares, os saberes acadêmicos e os saberes populares. Em especial investigou-se, os saberes populares envolvidos com o uso das cinzas nos diferentes afazeres domésticos, com o intuito de propiciar reflexões sociais, culturais e de ordem econômica, ao associar aspectos técnicos, referentes à prática desses saberes a conhecimentos formais.

Dessa maneira, partiu-se de conhecimentos populares que envolvem o emprego de cinzas como abrasivo para limpeza de utensílios domésticos e, também, como aditivo, na

forma em pó ou extrato aquoso, na produção artesanal de sabão.

Considerando que ambas as aplicações citadas anteriormente (abrasivo e aditivo) estão vinculadas à presença de compostos de caráter alcalino (óxidos metálicos e sais, como carbonatos e bicarbonatos), o objetivo principal desta pesquisa foi o de analisar, qualitativa e quantitativamente, esta alcalinidade por meio de uma extração aquosa, bem como, verificar a viabilidade do emprego desse extrato como agente saponificante na fabricação artesanal do sabão.

Assim, optou-se em efetuar experimentos que demonstrassem as influências do tempo de contato, da temperatura e do material precursor das cinzas em relação à alcalinidade no extrato aquoso gerado, uma vez que os mesmos possibilitam relações com conteúdos formais de química.

## Parte experimental

### Amostras

As cinzas escolhidas para este ensaio são provenientes da queima de carvão vegetal e da queima de jornal. Após a coleta, as amostras foram peneiradas em peneira de 600  $\mu\text{m}$  (ABNT 30), para separação de matérias grosseiras, e armazenadas em frascos e em um dessecador, para evitar contato com a umidade do ar.

### Extração da Alcalinidade de Cinzas

Os ensaios de extração de alcalinidade das cinzas foram conduzidos em um béquer de 100 mL, empregando 5 gramas de amostra e 50 mL de água como meio extrator. As amostras foram deixadas em contato por períodos pré-determinados de tempo (1, 2, 3, 13 e 24 dias), considerando que duas vezes ao dia (uma pela manhã e outra pela tarde) as mesmas eram submetidas a uma etapa de

agitação manual, com o uso de uma espátula. Posteriormente, as amostras foram submetidas a uma etapa de filtração, empregando papel filtro, e o extrato analisado quanto a sua alcalinidade por volumetria de neutralização.

Paralelamente foram conduzidos ensaios empregando água em ponto de ebulição como solução extratora. Para estes ensaios os períodos de contato avaliados foram de 2 horas e de 1 e 2 dias.

A influência do material precursor foi avaliada empregando cinzas procedentes da queima de madeira (carvão vegetal) e de papel (jornal).

### Determinação das Concentrações de Íons Hidroxila e Carbonato no Extrato aquoso

As concentrações de íons hidroxila ( $\text{HO}^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), presentes nos extratos aquosos, foram determinadas volumetricamente, empregando-se uma solução padrão de  $\text{HCl}$   $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  como titulante e fenolftaleína e alaranjado de metila como indicadores. As amostras foram analisadas em triplicada.

As análises foram conduzidas empregando  $10 \text{ mL}$  de extrato. Os extratos contendo fenolftaleína como indicador foram titulados com  $\text{HCl}$   $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  até observarmos a alteração de cor da solução, de rosa para incolor ( $V_1$ ). Após anotar o volume de titulante gasto ( $V_1$ ), fez-se a adição do segundo indicador, o alaranjado de metila. Na sequência, a titulação foi reiniciada, sem recalibração do volume da bureta, e conduzida até observar-se a alteração na cor da solução de amarelo para salmão ( $V_F$ ).

As concentrações de íons hidroxila [ $\text{HO}^-$ ] e carbonato [ $\text{CO}_3^{2-}$ ] foram calculadas empregando a fórmula a seguir:

$$[\text{HCl}] \times V_{\text{HCl}} = [\text{amostra}] \times V_{\text{amostra}}$$

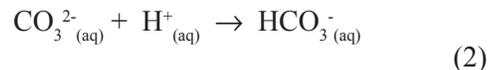
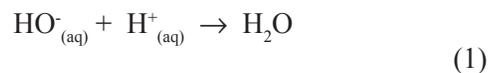
Para a [ $\text{HO}^-$ ], o volume de titulante em-

pregado foi:  $V_{\text{HCl}} = V_1 - V_2$ ;

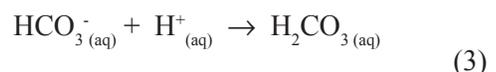
Para a [ $\text{CO}_3^{2-}$ ], o volume de titulante empregado foi:  $V_{\text{HCl}} = 2 \times V_2$ ;

### Resultados e discussão

Para a determinação das concentrações de íons [ $\text{HO}^-$ ] e [ $\text{CO}_3^{2-}$ ], presentes no extrato aquoso, oriundos da cinza, faz-se necessário uma titulação ácida (solução padrão de  $\text{HCl}$ ), empregando-se sequencialmente a fenolftaleína e o alaranjado de metila como indicadores. O volume de titulante ( $\text{HCl}$ ) gasto ( $V_1$ ) na etapa da titulação conduzida utilizando-se a fenolftaleína como indicador foi consumido pelos íons hidroxila ( $\text{HO}^-$ ) e carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), para se transformar em bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), presentes no extrato aquoso reacional, de acordo com as equações 1 e 2, respectivamente.

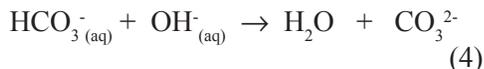


Na segunda etapa da titulação, conduzida empregando-se o alaranjado de metila como indicador, o volume de titulante gasto ( $V_2 = V_F - V_1$ ) está vinculado aos íons bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), gerados durante a primeira etapa reacional (Eq. 2), presentes no extrato aquoso, os quais são convertidos em ácido carbônico de acordo com a reação apresentada na equação 3.



Os íons  $\text{HCO}_3^-$  também podem fazer parte da composição química da cinza. No entanto, em solução, na presença de íons hidroxila, eles são convertidos a carbonato, de acordo

com a equação 4 (ANDRADE e MACEDO, 1994; MACEDO, 2001).



Para a determinação da  $[\text{HO}^-]$  utiliza-se o volume de titulante resultante da diferença entre os volumes gastos, empregando-se os diferentes indicadores, ou seja,  $V_{\text{HCl}} = (V_1 - V_2)$ .

Para a determinação da  $[\text{CO}_3^{2-}]$  emprega-se o volume de HCl  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  gasto empregando o alaranjado de metila como indicador ( $V_2$ ), multiplicado por 2 ( $V_{\text{HCl}} = (2 \times V_2)$ ).

As concentrações de íons hidroxila  $[\text{HO}^-]$  e carbonato  $[\text{CO}_3^{2-}]$ , presentes nos extratos aquosos obtidos para as diferentes condições ensaiadas, encontram-se apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1-** Concentrações de íons hidroxila  $[\text{HO}^-]$  e carbonato  $[\text{CO}_3^{2-}]$  nos extratos de cinzas

Tempo de Contato	Cinza de Madeira (água a temperatura ambiente)			
	$V_1$ (mL)	$V_2$ (mL)	$V_F$ (mL)	$[\text{OH}^-]$ em $\text{mol L}^{-1}$
1 dia	$30,3 \pm 0,3$	$7,7 \pm 0,2$	$38,0 \pm 0,4$	$0,21 \pm 0,03$
2 dias	$32,0 \pm 0,4$	$7,0 \pm 0,1$	$39,0 \pm 0,5$	$0,25 \pm 0,01$
3 dias	$38,2 \pm 0,2$	$7,2 \pm 0,2$	$45,4 \pm 0,2$	$0,31 \pm 0,02$
13 dias	$41,9 \pm 0,3$	$6,5 \pm 0,3$	$48,4 \pm 0,4$	$0,36 \pm 0,03$
24 dias	$42,8 \pm 0,4$	$6,3 \pm 0,1$	$49,1 \pm 0,3$	$0,37 \pm 0,01$
	Cinza de Madeira (água em ebulição)			
2 horas	$34,4 \pm 0,5$	$9,8 \pm 0,1$	$44,2 \pm 0,4$	$0,25 \pm 0,02$
1 dia	$33,7 \pm 0,4$	$10,7 \pm 0,4$	$44,4 \pm 0,5$	$0,23 \pm 0,03$
2 dias	$40,8 \pm 0,6$	$9,4 \pm 0,3$	$50,2 \pm 0,5$	$0,35 \pm 0,03$
	Cinza de papel (água a temperatura ambiente) *			
1 dia	$1,7 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$	$4,0 \pm 0,1$	$0,08 \pm 0,01$
2 dias	$2,3 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,1$	$5,4 \pm 0,2$	$0,11 \pm 0,03$
3 dias	$1,7 \pm 0,1$	$3,3 \pm 0,1$	$5,0 \pm 0,1$	$0,10 \pm 0,02$
13 dias	$1,4 \pm 0,1$	$4,1 \pm 0,1$	$5,5 \pm 0,2$	$0,11 \pm 0,02$
24 dias	$1,3 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,1$	$5,7 \pm 0,1$	$0,11 \pm 0,02$

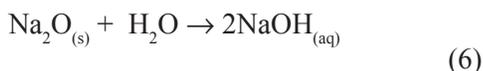
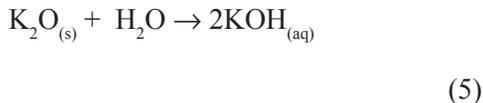
\* ensaios conduzidos com 5 mL de extrato

$V_1$  = volume de HCl gasto, empregando a fenolftaleína como indicador

$V_2$  = Volume de HCl gasto, empregando o alaranjado de metila como indicador.

A alcalinidade nas cinzas está vinculada à presença de bicarbonatos, carbonatos e, principalmente, óxidos de metais alcalinos, em sua composição. Esses compostos são gerados durante a queima de combustíveis, neste caso da madeira e do papel. Na etapa de extração em meio aquoso, os óxidos são convertidos a hidróxidos alcalinos (RUSSELL, 1994; MAIA, 2007; BROWN, 2005)

solúveis de acordo com as equações 5 e 6 e, juntamente com os bicarbonatos e carbonatos, que são lixiviados para a solução, gerando um extrato alcalino.



Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram haver uma diferença significativa, qualitativa e quantitativamente, entre as alcalinidades dos extratos aquosos oriundos das cinzas geradas pela queima de madeira e de papel.

Os extratos aquosos vinculados à cinza de madeira apresentaram um consumo total ( $V_p$ ) de titulante aproximadamente 10 vezes superior ao observado para o extrato vinculado à cinza de papel, ou seja, apresentam uma alcalinidade  $\approx 1000$  vezes superior. Além dessa maior alcalinidade, os resultados demonstram que a mesma, diferentemente do extrato de cinza de papel, está vinculada principalmente a presença de íons hidroxila.

Em relação aos extratos vinculados a cinza de papel, o maior volume de titulante consumido quando do emprego do alaranjado de metila como indicador ( $V_2$ ), em relação à fenolftaleína ( $V_1$ ), sugerem que a alcalinidade desses extratos está vinculada somente a presença de íons carbonato e bicarbonato.

Esta diferença de alcalinidade observada entre os extratos aquosos das cinzas de madeira e papel, deve-se, provavelmente, a diferenças nas composições químicas dos materiais precursores (madeira e papel) das cinzas, principalmente no que se refere à quantidade de íons potássio ( $\text{K}^+$ ) e sódio ( $\text{Na}^+$ ), aos quais está vinculada a alcalinidade referente aos íons hidroxila. Durante a queima/combustão, estes íons se transformam

em seus óxidos ( $K_2O$  e  $Na_2O$ ), os quais, ao reagirem com a água, na etapa de extração, produzem seus respectivos hidróxidos ( $KOH$  e  $NaOH$ ).

As diferenças de alcalinidade observadas qualitativamente, entre os extratos das diferentes cinzas, sugerem que a madeira apresenta em sua composição uma quantidade significativamente superior dos metais alcalinos K e Na, quando comparada ao papel, em que tais componentes devem estar ausentes ou em pequenas quantidades.

Também, pode-se observar um efeito positivo da temperatura e do tempo de contato em relação à extração da alcalinidade da cinza de madeira. Para o ensaio conduzido empregando-se, como meio extrator, água a temperatura ambiente, observa-se, no extrato gerado, um aumento na concentração de íons hidroxila entre o 1º e o 13º dia de contato, aumentando de 0,21 para 0,36 mol  $L^{-1}$ . Entre o 13º e o 24º dia de contato (0,36 e 0,37 mol  $L^{-1}$ , respectivamente) a concentração de íons hidroxila se manteve praticamente constante.

Quando utilizou-se a água em ebulição como meio extrator a variação de alcalinidade observada em função do tempo foi mais brusca. Um aumento de aproximadamente 40% na alcalinidade foi observado entre os ensaios conduzidos com duas horas e dois dias de contato, sendo que a concentração de íons hidroxila, para dois dias de contato (0,35 mol  $L^{-1}$ ) foi equivalente à observada para o 13º dia de contato, no ensaio conduzido com água à temperatura ambiente.

A temperatura é uma propriedade física que afeta a velocidade das reações. De acordo com Kotz e Treichel, 2002; Atkins e Shriver, 2006, ao elevar-se a temperatura de um sistema reacional aumenta-se a velocidade com que as reações se processam dentro desse sistema. Neste caso, na transformação química de óxidos em hidróxidos e, conseqüentemente, no tempo de extração.

A temperatura também interfere na solubilidade dos sais (BROWN, 2005; ATKINS e JONES, 2002). Como a solubilização da maioria dos sais ocorre preferencialmente com absorção de calor, ou seja, por um processo endotérmico, ao aumentar-se a temperatura favorece-se a solubilidade dos sais, como, por exemplo, dos carbonatos e bicarbonatos presentes na cinza, e, assim, no tempo de extração.

Quanto à aplicação do extrato aquoso na produção de sabão deve-se considerar que o mesmo apresenta uma concentração de íons hidroxila de 0,37 mol  $L^{-1}$ , a qual corresponde a aproximadamente 21 g  $_{KOH} L^{-1}$  de extrato. A magnitude de sua contribuição, em substituição ao álcali empregado na reação de saponificação, irá depender do produto que se deseja produzir, pois tanto a quantidade do álcali, quanto ao volume de água variam de acordo com a que se refere. De forma descritiva, cabe destacar que na elaboração de um sabão com farinha de milho, em cuja receita são empregados 6 Kg de sebo, 4 L de água, ½ Kg de Soda ( $NaOH$ ) e ½ Kg de farinha de milho, ao substituir-se a água pelo extrato alcalino, pode-se obter uma redução de  $\approx 16\%$  da quantidade de álcali necessária.

Cabe destacar ainda, que a concentração alcalina do extrato pode ser aumentada facilmente, mediante uma etapa de pré-concentração, obtida através da remoção parcial do solvente (água).

Outro fator a ser considerado em que relações massa: volume (cinza:água) inferiores a 1:3 conduzem a formação de um lodo, inviabilizando a separação do extrato por decantação.

## Considerações finais

Ao desenvolver este estudo, entendemos que as aulas de ciências podem e devem ser planejadas para que os estudantes ultrapas-

sem a ação contemplativa e encaminhem-se para a reflexão e a busca de explicações aos fenômenos físicos e químicos que acontecem em seu dia a dia. Dessa maneira os estudantes terão o desafio de relacionar acontecimentos de suas ações diárias com conteúdos formais, além de os estimular na expressão de suas próprias ideias.

É significativa a diversidade de tópicos que poderão ser estudados e enfatizados em aulas de ciências dentro da temática saberes populares envolvidos com o tema cinza. Por exemplo, os conceitos de combustão, de óxidos básicos, de hidróxidos, de ácidos, de sais, solubilidade, reações de neutralização, além de técnicas analíticas como a titulação ácido-base.

No entanto, neste estudo nos limitamos a enfatizar os experimentos que demonstram a influência do tempo de contato, da temperatura e do material precursor das cinzas em relação à extração da alcalinidade das cinzas, a qual envolve, além da solubilidade dos compostos presentes nas mesmas, reações químicas, como a transformação de óxidos metálicos em hidróxidos.

Para as variáveis tempo de contato e temperatura, observa-se um efeito positivo na extração da alcalinidade das cinzas, ou seja, a alcalinidade do extrato ( $[OH^-]$ ) aumenta

proporcionalmente ao tempo de contato e a temperatura.

Essas tendências estão coerentes com a literatura, ou seja, com os saberes científicos, os quais descrevem que a velocidade das reações químicas, como a transformação de óxidos metálicos em hidróxidos e a solubilidade dos sais, ambas presentes nestes ensaios, aumentam com a temperatura. Além disso, que, quando conduzidas à temperatura constante, a quantidade de produto gerado aumenta com o passar do tempo, até atingir uma situação de equilíbrio químico.

No que se refere à aplicação desse extrato na produção artesanal de sabão, sua contribuição em termos de álcali, visando à diminuição do teor de soda, é pouco significativa, entre 3,5 e 14%, dependendo da receita empregada. No entanto, cabe destacar que esta porcentagem pode ser melhorada, mediante uma etapa de pré-concentração, obtida através da redução de seu volume.

Para finalizar, cabe salientar que os experimentos realizados nesta pesquisa demonstraram a possibilidade de se trabalhar, no ambiente escolar, diversos conceitos científicos, a partir dos saberes populares relacionados com a alcalinidade das cinzas. Assim como o uso das cinzas, outros saberes poderão ser trabalhados.

## AUTORES

Luciana Dornelles Venquiaruto - Universidade Regional Integrado do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Erechim, RS. Professora, Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. E-mail: venquiaruto@uri.com.br

José Claudio Del Pino - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Professor no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Doutor em Engenharia de Biomassa pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: aeq@iq.ufrgs.br

Rogério Marcos Dallago - Universidade Regional Integrado do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Erechim, RS. Professor Doutor em Química pela UFRGS. E-mail: dallago@uri.com.br

Josiane Spitz - Universidade Regional Integrado do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Erechim, RS. Acadêmica do Curso de Licenciatura em Química.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Nélcio José e MACÊDO, Jorge Antônio Barros. **Análise físico-química e microbiológica de águas, detergentes e sanificantes**. Viçosa: EdUFV, 1994.
- ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. São Paulo: Bookman, 2002.
- ATKINS, Peter; SHRIVER D. F. **Química Inorgânica**. São Paulo: Bookman, 2006.
- BROWN, Theodore. **Química: a ciência central**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- CHASSOT, Atico Inácio. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: EdUNIJUÍ, 2003.
- KOTZ, John e TREICHEL, Paul Jr. **Química e Reações Químicas**. Rio de Janeiro: LTC, v.2, 2002.
- LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. **Conhecimento Escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999.
- MAIA, Daltamir Justino. **Química Geral: fundamentos**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- MACÊDO, Jorge Antônio Barros, **Águas e Águas**, São Paulo: Ed. Varela, 2001.
- RUSSEL, John Blair. **Química Geral**. São Paulo: Makron Book, v.2, 1994.