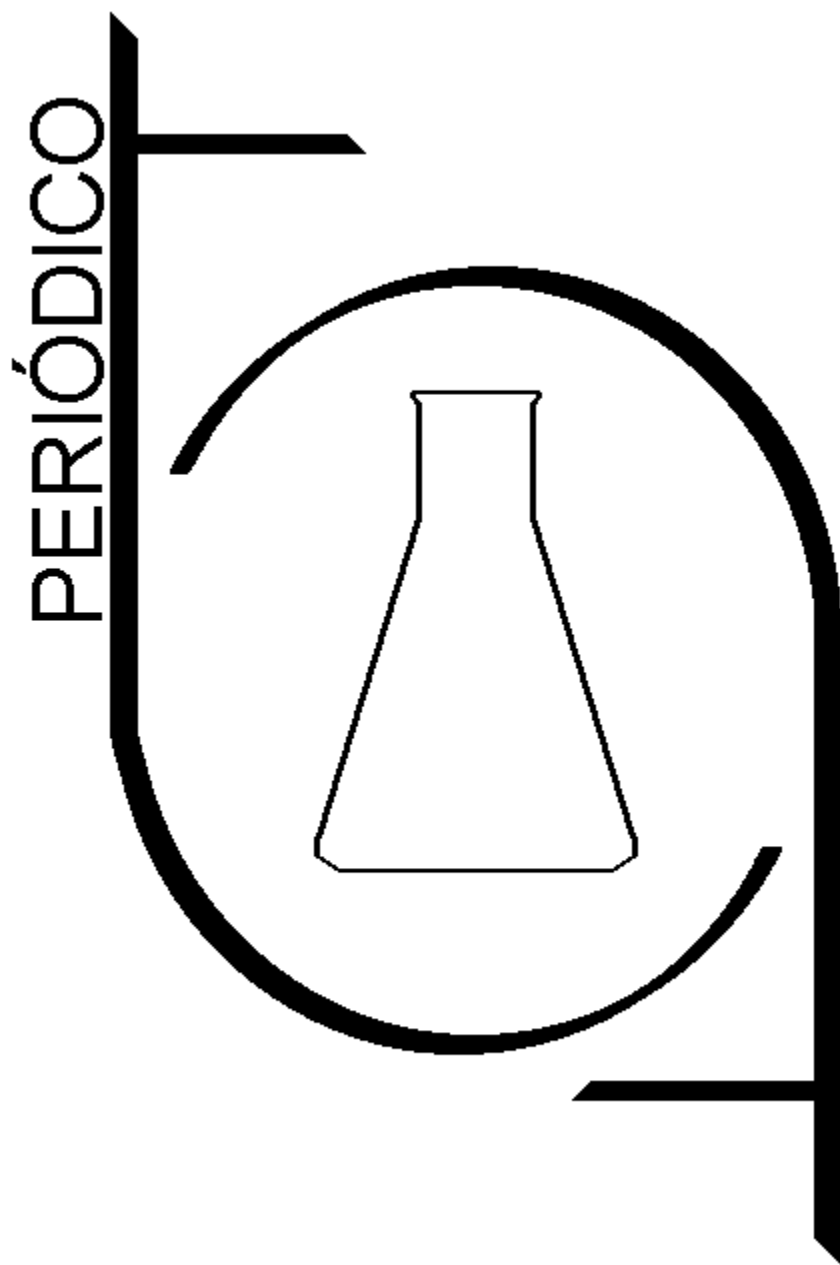


Tchê Química

Volume 03 - Número 05 - 2006 ISSN 1806-0374



Órgão de divulgação científica e informativa

www.tchequimica.com

PERIÓDICO
Tchê Química

Volume 03 – Número 05 – 2006

ISSN 1806 – 0374

Órgão de divulgação científica e informativa.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Periódico Tchê Química: órgão de divulgação científica e informativa [recurso eletrônico] / Grupo Tchê Química – Vol. 1, n. 1 (Jan. 2004)- . – Porto Alegre: Grupo Tchê Química, 2005 - Semestral.
Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.
Modo de acesso: World Wide Web:
<<http://www.tchequimica.com>>
<<http://www.tchequimica.tk>>
Descrição baseada em: Vol. 2, n. 4 (ago. 2005).
ISSN 1806-0374
ISSN 1806-9827 (CD-ROM)
1. Química. I. Grupo Tchê Química.

CDD 540

Bibliotecário Responsável

Ednei de Freitas Silveira
CRB 10/1262

PERIÓDICO
Tchê Química

Volume 03 – Número 05 – 2006

ISSN 1806 – 0374

Órgão de divulgação científica e informativa.

Comissão Editorial

Eduardo Goldani

Luis Alcides Brandini De Boni

Ednei de Freitas Silveira – *Bibliotecário Responsável*

Conselho de Alto Nível

- Dr. Francisco José Santos Lima, lima@tchequimica.com, Brasil, RN.
- M.S. Carlos Eduardo Cardoso, cardoso@tchequimica.com, Brasil, RJ.
- Dr. Lavinel G. Ionescu, lavinel@tchequimica.com, Califórnia - EUA, residindo em Porto Alegre, RS – Brasil.
- Dra. Maria Natália Botelho Marques da Silva, botelho@tchequimica.com, Lisboa - Portugal.
- M.S. Daniel Ricardo Arsand, arsand@tchequimica.com, Brasil, RS.
- M.S. Walmilson de Oliveira Santana, santana@tchequimica.com, Brasil, AL.

Grupo de Consultores Especiais do Periódico Tchê Química

- Masurquede de Azevedo Coimbra (Farmacêutico e Técnico em Química), coimbra@tchequimica.com, RS.
- Aline Maria dos Santos (Bacharel em Química), santos@tchequimica.com, SP.

Periódico Tchê Química

ISSN 1806-0374

ISSN 1806-9827 (CD-ROM)

Divulgação *on-line* em www.tchequimica.com

Missão

Publicar artigos de pesquisa científica que versem sobre a Química e ciências afins.

A responsabilidade sobre os artigos é de exclusividade dos autores.

Solicitam-se alterações, quando necessário.

Correspondências e assinaturas

www.tchequimica.com

Mensagem ao leitor

Goldani

Caro Leitor

Mais uma vez tenho o imenso prazer em apresentá-lo mais um número do Periódico Tchê Química, um meio de divulgação totalmente gratuito para o mundo acadêmico que atinge estudantes, professores e pesquisadores. Mesmo ainda não contando com nenhum tipo de apoio financeiro, conseguimos, com muita força de vontade, chegar ao terceiro ano de Periódico (5º número) e atingir a incrível marca de mais de 10.000 exemplares baixados do nosso *site* levando-se em consideração os quatro números anteriores. Felizmente, pouco a pouco estamos conseguindo mais credibilidade por parte das pessoas ligadas ao mundo da ciência, ou seja, já estamos recebendo artigos e editoriais de pesquisadores que nos enviaram por terem tido contato com algum exemplar anterior. Isto já se traduz em uma grande

conquista nossa, pois os três primeiros números do Periódico foram realmente muito difíceis de serem editados tendo em vista uma certa desconfiança por parte dos(as) autores(as) procurados(as). Neste momento, felizmente, isso já está fazendo parte do passado, embora ainda tenhamos que ir em busca de materiais inéditos para que você possa apreciar.

Sendo assim, espero honestamente que você goste de mais este número do Periódico e que se sinta atraído a publicar conosco no próximo número, em agosto de 2006. Lembre-se sempre de que o nosso endereço eletrônico para envio de artigos, sugestões, reclamações, críticas ou elogios é

tchequimica@tchequimica.com.

Atenciosamente,

Eduardo Goldani

De Boni

Neste ano que passou a Revista e os serviços do Grupo Tchê Química ficaram, sem dúvida, muito melhores. O nosso Dicionário já possui mais de 1000 palavras e inauguramos uma Rádio que precisa ainda melhorar, mas já é um canal muito interessante.

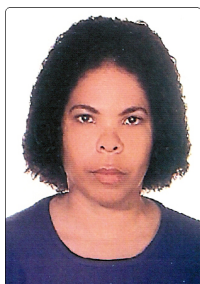
Outro fator que demonstra o crescimento da revista é que nesta edição nós tivemos um número recorde de artigos submetidos para avaliação. Estes artigos vieram das mais diversas instituições do Brasil inteiro. Em nome do Grupo todo agradeço a confiança creditada em nós e afirmo que nós ainda vamos melhorar cada vez mais nossos serviços.

Quanto ao nosso *site*, tivemos que remover o livro de visitas do ar devido ao grande número de spans que ele recebia. Por outro lado, em breve vai entrar no *site* uma seção nova, que acredito que se não houver restrições irá se chamar “Química Aplicada”. Com certeza isto vai compensar pelo livro de visitas que teve que ser subtraído.

No mais, espero que você aprecie a leitura desta edição do Periódico que ficou muito especial.

Saudações De Boni.

Índice



Artigo / Article

ESTUDO DA REMOÇÃO DE ÍONS METÁLICOS EM ÁGUA UTILIZANDO ZEÓLITAS SINTETIZADAS COM CINZAS DE CARVÃO

Denise Alves Fungaro
Centro de Química e Meio Ambiente, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

[Página - 21](#)



Informática

Open Office Portátil

LIBERTE-SE

[Página – 63](#)



Artigo / Article

O PERFIL CONCEITUAL DE REAÇÕES QUÍMICAS

Iterlandes Machado Júnior

[Página - 43](#)



PROF. DR. ANILDO BRISTOTI (1936-2004), UM CIENTISTA PIONEIRO DO RIO GRANDE DO SUL

Lavinel G. Ionescu
SCIENCO Scientific Consulting Services
Huntington Beach, Califórnia, USA

[Página - 60](#)

Agenda – [Pág. - 7](#)

INSTRUÇÕES ATUALIZADAS PARA PUBLICAÇÃO / INSTRUCTIONS FOR PUBLICATIONS – [Pág. - 6](#)

THERMAL CHARACTERIZATION OF THE FAVELONE DERIVATIVES (*CNIDOSCOLUS QUERCIFOLIUS*) BY THERMOGRAVIMETRY AND DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY

José Carlos Oliveira Santos, [Pág. - 8](#)

ANÁLISE QUÍMICA E BROMATOLÓGICA DA FORRAGEM DA FAVELEIRA (*CNIDOSCOLUS QUERCIFOLIUS*)

José Carlos Oliveira Santos, [Pág. - 31](#)

INSTRUÇÕES PARA PUBLICAÇÃO

INSTRUCTIONS FOR PUBLICATIONS

1. O PERIÓDICO TCHÊ QUÍMICA publica artigos inéditos em todos os campos da química e áreas afins; artigos de revisão bibliográfica de assuntos específicos, comunicações científicas e resenhas de livros.

1. PERIÓDICO TCHÊ QUÍMICA publishes original work in all areas of chemistry; review papers on specific subjects, short communications and book reviews.

2. Artigos originais incluem um resumo com preferência à língua inglesa, sob título de "Abstract", para expor, de modo claro e compreensível, o conteúdo do trabalho sem generalidades e detalhes de metodologia.

2. Original papers should include an abstract with preference written in English, under the title "Abstract", explaining clearly the contents of the article. This abstract should not contain general and experimental details.

3. Os trabalhos devem ser submetidos para o endereço eletrônico tchequimica@tchequimica.com ou deboni@tchequimica.com em formato Sun Microsystems Inc. OpenOffice.org® (preferencial) ou MS-Word for Windows®. O cabeçalho é constituído pelo título do trabalho, nome(s) do(s) autor(es) e respectivas instituições. As tabelas e figuras devem ser inseridas no corpo do texto, em espaços adequados e perfeitamente visíveis. A nomenclatura deve obedecer as normas da IUPAC.

3. Manuscript should be submitted to tchequimica@tchequimica.com or deboni@tchequimica.com, in Sun Microsystems Inc. OpenOffice.org® (preference) or MS-Word for Windows®. Manuscript headings must include title, author name(s) and institution(s) where the work was done. Tables and figures must be sent in the text body appropriate and visible. Nomenclature should conform to IUPAC rules.

4. Citações bibliográficas no texto devem ser feitas por nome e ano entre colchetes. A lista de referências bibliográficas, ao fim do trabalho, deve ser organizada por ordem alfabética seqüencialmente numerada, seguindo ao

seguinte modelo:

1. CAVALCANTE, A. A. M., Rübensam, G., Picada, J. N., da Silva, E. G., Moreira, J. C. F., Henriques, J. A. P., ***Mutagenicity, antioxidant potential and antimutagenic activity against hydrogen peroxide of cashew (Anacardium occidentale) apple juice and Cajuina***, Environmental and Molecular Mutagenesis 41:5 (2003) 360-369;

4. Bibliographic citations in the text must be done by author name and year between brackets. The bibliographic lists, at the end of the text, must be organized by alphabetical order and sequential numeration, obeying the following model:

1. CAVALCANTE, A. A. M., Rübensam, G., Picada, J. N., da Silva, E. G., Moreira, J. C. F., Henriques, J. A. P., ***Mutagenicity, antioxidant potential and antimutagenic activity against hydrogen peroxide of cashew (Anacardium occidentale) apple juice and Cajuina***, Environmental and Molecular Mutagenesis 41:5 (2003) 360-369;

5. O Conselho Editorial poderá fazer alterações no texto do trabalho, para adequá-lo a estas instruções.

5. The Editorial Board may perform modifications in the text to make adequate to these rules.

6. Informações técnicas:

a) Limite máximo de páginas por artigo: **15** páginas

b) Fontes aceitas: Arial e Times New Romam

c) Formato para envio de imagens: BMP, JPG, GIF, TIF, JP2, JIF e PIC

6. Technical information:

a) Maximum number of pages per paper: **15** pages

b) Accepted chars type: Arial and Times New Romam

c) Accepted images format: BMP, JPG, GIF, TIF, JP2, JIF e PIC

7. Os autores devem encaminhar em arquivo anexo fotografia pessoal para ser adicionada ao índice da revista.

AGENDA

XLVI Congresso Brasileiro de Química

Data: 25 a 29 de setembro de 2006

Local: Salvador/BA - BRASIL

Realização: Associação Brasileira de Química

Informações:

<http://www.abq.org.br/cbq/index.htm>

E-mail: abqnacional@abq.org.br

Telefone: (0XX21) 2224-4480

Fax: (0XX21) 2224-6881

V Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental

Data: 22 a 24 de maio de 2006

Local: Porto Alegre/RS – BRASIL (Centro de Eventos da PUCRS)

Realização: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

Informações: <http://www.abes-rs.org.br/qualidade/index.htm>

E-mail: abes-rs@abes-rs.org.br

Av. Júlio de Castilhos, 440 sala 42, Porto Alegre-RS

Telefone: (0XX51) 3212-1375

4º Simpósio Brasileiro de Educação Química

Data: 19 a 21 de julho de 2006

Local: Fortaleza/CE – BRASIL

Realização: Associação Brasileira de Química

Informações:

<http://www.abq.org.br/simpeq/inscricoes.htm>

E-mail: abqnacional@abq.org.br

Telefone: (0XX21) 2224-4480

Fax: (0XX21) 2224-6881

XVI Congresso Brasileiro de Engenharia Química

Data: 24 a 27 de setembro de 2006

Local: Santos/SP – BRASIL

Realização: Associação Brasileira de Engenharia Química

Informações:

<http://www.fauenquil.br/cobeq2006/>

E-mail: cobeqsecret@cobeq2006.fauenquil.br

Telefone: (0XX12) 3159-5130

Feira Internacional da Embalagem

Data: 24 a 28 de abril de 2006

Local: São Paulo/SP – BRASIL

Realização: Associação Brasileira de Polímeros

Informações: <http://www.brasilpack.com.br/>

Macro 2006 - 41º International Symposium on Macromolecules

Data: 16 a 21 de julho de 2006

Local: Rio de Janeiro/RJ – BRASIL

Realização: Associação Brasileira de Polímeros

Informações:

<http://www.macro2006.com.br/index.php>

E-mail: macro2006@iz.com.br

Telefone: (0XX21) 2266-9150

3º Encontro Brasileiro dos Distribuidores de Produtos Químicos e Petroquímicos

Data: 15 a 19 de março de 2006

Local: Porto de Galinhas/PE – BRASIL

Realização: Associquim/Sincoquim

Informações: <http://www.associquim.org.br>

E-mail: sincoquim@associquim.org.br

Telefone: (0XX11) 3665-3211

11º Congresso Brasileiro de Tecnologia da Borracha

Data: 10 a 12 de maio de 2006

Local: São Paulo/SP - BRASIL

Realização: ABTB – Associação Brasileira de Tecnologia da Borracha

Informações: <http://www.abtb.com.br>

E-mail: abtb@abtb.com.br

Telefone: (0XX11) 5589-8713

Thermal Characterization of the Favelone Derivatives (Cnidocolus Quercifolius) by Thermogravimetry and Differential Scanning Calorimetry

José Carlos Oliveira Santos^{1*}, Lionete Dantas Nunes¹, Sylvia Berenice Puzinski Nóbrega¹, José Pires Dantas¹, Antonio Gouveia Souza²

Abstract

A thermal analysis has been applied to characterization of food and food products. Taking into account the problems of desertification and agricultural practices able to provide income to the population at the semi-arid region of Northeastern Brazil, this work presents the results of the chemical, thermal and kinetic characterization by thermogravimetry and differential scanning calorimetry of the seed derivatives of favelone (*cnidoscolus quercifolius*), aiming at the application of these materials as an alternative of food source for animals and for the human population at this Brazilian region.

Keywords: Favelone, *cnidoscolus quercifolius*, TG, DSC, semi-arid

¹ Departamento de Química, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Av. das Baraúnas 351, Campus Universitário, Bodocongó, 58109-753, Campina Grande, Paraíba, Brazil.

² Departamento de Química, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, Campus I, Cidade Universitária, 58059-900, João Pessoa, Paraíba, Brazil.

* Author for correspondence: E-mail: zecarlosuepb@yahoo.com.br
Phone/Fax: 55-83-33153352

Introduction

The semi-arid region of Northeastern Brazil faces the problems of desertification and unfeasibility of the economic exploitation of exotic cultures. Thus, it is necessary to make efforts, of course including the deepening of research activities, of exploiting species adapted to the Brazilian semi-arid region [1].

The *cnidoscolus quercifolius* species (Figure 1), locally known as favelone, deserves its prominence, among of the other plants of this region, due to its resistance to the dry environment and its scattering over a remarkable area of the semi-arid region of Northeastern Brazilian. Consequently, there is the potential of huge amounts of raw material, for the extraction process of the oil and flour by industries. Other factor of great importance is the local of occurrence of the favelone: in semi-arid lands of low fertility. Previous studies indicate a good perspective for the utilization of these materials as human and animal food and, thus, the possibility of their industrialization [2, 3].



Figure 1 – *Cnidoscolus quercifolius* plant.

Therefore, this work aims a characterization of the seed derivatives of *cnidoscolus quercifolius*, hereinafter called favelone, in terms of their chemical and thermal properties (TG/DSC), with the purpose of the application of these materials as an alternative for human and animal foods.

Materials and Methods

Materials

The seeds of favelone were collected in experimental unities of EMBRAPA (Brazilian governmental organization for agriculture research) of various regions of the Paraíba state, Brazil.

The samples of flour, peel and almond were obtained at different particle sizes, denominated as A and B, whose mean particle sizes are respectively 1.19 cm and 1.64 cm.

The favelone seed oil was extracted according to the procedure used by Ahmad [4], and its analysis regarding the fatty acid composition was carried out according to the methodology of American Oil Chemists Society (AOCS) [5].

Chemical characterization

The moisture, ash, carbohydrate, nitrogen and the protein contents of the solid samples (flour, almond and peel) can be determined by standardized methods, as utilized by the Adolfo Lutz Institute [6], and by thermogravimetric curves [7]. The values obtained by such standardized methods are the mean results of three determinations for each sample.

The fatty acid compositions were determined using a gas chromatograph equipped with flame ionization detector. The following conditions were used: carrier gas: helium (1 mL/min); atmosphere: synthetic air (400 mL/min); column pressure: 11.5 psi; injection mode: split; injector temperature: 250 °C; detector temperature: 280 °C; column: HP-INNOWA; and temperature program: 120 °C (1 min) and increase of 8 °C/min up to 210 °C (55 min).

The moisture, color, density, acidity value, iodine value, saponification value and viscosity of the oils were determined according to AOCS methods [5]. The rheological behavior of each sample was evaluated (rheometer Brookfield, LV-DVII) at room temperature (25 °C), using different shear rates. The parameter values obtained by conventional methods are the mean results of three determinations for each oil sample.

Thermal analysis

The TG/DTG curves were obtained with the purpose of studying the thermal stability and obtaining the moisture and ash contents of the favelone seed derivatives. It was used a thermobalance (Shimadzu, TGA-50), under air atmosphere (30 mL/min), using an alumina crucible, in non-isothermal conditions. The TG/DTG curves were obtained using a sample mass of 10.0 ± 0.5 mg, heating rate of $10 \text{ }^\circ\text{Cmin}^{-1}$, at the 25 – 800 $^\circ\text{C}$ temperature range.

The DSC curves were determined with the objective to study the enthalpic transitions regarding the thermal decomposition of the favelone seed derivatives, under nitrogen atmosphere (50 mL/min). A differential scanning calorimeter (Shimadzu, DSC-50) was employed, operating at the temperature range from room temperature up to 500 $^\circ\text{C}$, with a heating rate of $10 \text{ }^\circ\text{Cmin}^{-1}$. From the DSC data, were determined the specific heat capacities of the favelone seed. Such DSC data were obtained from DSC curves performed both for the investigated samples and for alumina, the reference material.

The heat capacities of the favelone derivatives were determined from the data obtained by DSC. The calculations were based on implementation of the temperature program. The oil samples were heated at a rate of $5 \text{ }^\circ\text{Cmin}^{-1}$ up to 30 $^\circ\text{C}$ during five minutes. Then, they were heated at a rate of $10 \text{ }^\circ\text{Cmin}^{-1}$ up to 200 $^\circ\text{C}$ during five minutes.

The following ratio was used to calculate the heat capacities:

$$c = \frac{m_0 c_0}{m} \cdot \frac{S_3 - S_1}{S_2 - S_1} \quad (1)$$

where c_0 and c are the specific heat of the reference material and of the favelone derivatives, respectively; m_0 and m refer to the mass of rice bran oil samples and of the reference material, respectively, and S_1 , S_2 and S_3 are the thermal displacements of the DSC in relation to the blank, reference and sample, respectively [8].



Chemical analysis

The moisture and ash contents for the favelone seed (Figure 2) derivatives obtained by the standardized and thermogravimetric methods, at different particle sizes, are listed in Table 1, for a comparative analysis.

The contents of the nitrogen, protein and carbohydrate in the favelone seed derivatives are listed in Table 2.



Figure 2 – Favelone seeds

Table 1 – Moisture and ash contents of the favelone seed derivatives (%)

Favelone derivatives	Thermogravimetric method		Standardized method	
	moisture	ash	moisture	ash
Flour A	4.1	4.2	3.7	3.4
Flour B	5.8	4.1	5.9	4.0
Peel A	6.7	2.0	6.4	2.3
Peel B	7.9	2.9	7.7	2.8
Almond A	4.6	3.9	4.6	3.5
Almond B	4.8	3.9	5.1	4.0

Table 2 – Nitrogen, protein and carbohydrate contents of the derivatives of favelone seed

Derivatives	Nitrogen (%)	Protein (%)	Carbohydrate (%)
Flour A	8.4	52.50	23
Flour B	6.7	41.87	23
Peel A	2.2	13.75	12
Peel B	2.6	16.25	12
Almond A	9.2	57.50	34
Almond B	9.8	61.25	34

The favelone seeds have been used for cattle food and there is no report of human intoxication due to its use. On the other hand, no conclusive scientific study was yet undertaken to confirm the toxicity aspects of the use of the favelone seed derivatives in human food.

The favelone seed flour is rich in mineral salts (ash) and proteins and it can be an alternative for human food, depending on the aforementioned toxicological study. The protein value of the flour is concentrated in the almond. Thus, to obtain a protein richer food, it is necessary to raise the almond proportion the composition.

In terms of oil yield, it should be stressed that it varies between 35 and 50 weight percent of the whole seed. The chemical composition of the fatty acids present in the favelone seed oil is listed in the Table 3.

Table 3 – Fatty acid composition for the favelone seed oil

Fatty acids	Composition (%)
Palmitic acid	22.0
Linoleic acid	41.6
Stearic acid	30.5
Myristic acid	1.3
Oleic acid	0.8
Saturated	53.8
Unsaturated	42.4
Total	96.2

The favelone seed oil is highly similar to other edible vegetable oils [9], regarding the their fatty acids composition, e.g., the predominance of linoleic acid. The moisture content, acidity value, saponification value, color, density, and iodine value of the favelone oil, obtained by conventional methods, are listed in Table 4.

Table 4 – Physical and chemical parameters of the favelone seed oil

Parameters	Results
Moisture (%)	0.452
Color	1.0
Density (g/cm ³)	0.9125
Viscosity (mPa.s)	44.0
Saponification value (mg KOH/g)	280.73
Acidity value (mg KOH/g)	0.108
Iodine value (g I/ 100 g)	110.00

The favelone oil parameters, Table 4, are similar to those reported by other authors [8, 9], mainly for the moisture and acidity contents. This oil has a high potential of achieving the required standards for human consumption as edible oil, due to their low moisture and low acidity and high saponification value.

In the refining process, the favelone seed oil presents some advantageous features, for instance, its low free acidity (within the range admitted in the edible vegetable oil standard) and the absence of need of clarification. It presents a yellow color, color value of 1.0 desirable for the edible vegetable oil. Such oil also displays a Newtonian rheological behavior and it can easily be extracted in a laboratory.

The aroma and the flavor encourage the use as edible oil. After been used for frying, it did not cause smoke formation and maintained the food without any change in the aroma and flavor.

After eight months of storage, the favelone seed oil was shown to keep its perfect conservation conditions and it did not present rancidity, maintained unchanged its organoleptic quality.

The aforementioned favelone seed oil advantages of high percentage of fatty materials, easy laboratory extraction, color, acidity, conservation and aroma and flavor, coupled to the potential use of the favelone seed flour as a human food supply, due to its high protein contents, encourage a detailed study on the feasibility of the industrial favelone seed processing.

Thermal analysis

The thermal decomposition behavior of the favelone seed derivatives varies according to the type of the derivative. The thermogravimetric behavior of the favelone seed oil (Figure 3) displays three decomposition steps between 220 – 550 °C, indicating a high stability, when compared with other edible vegetable oils [9, 10].

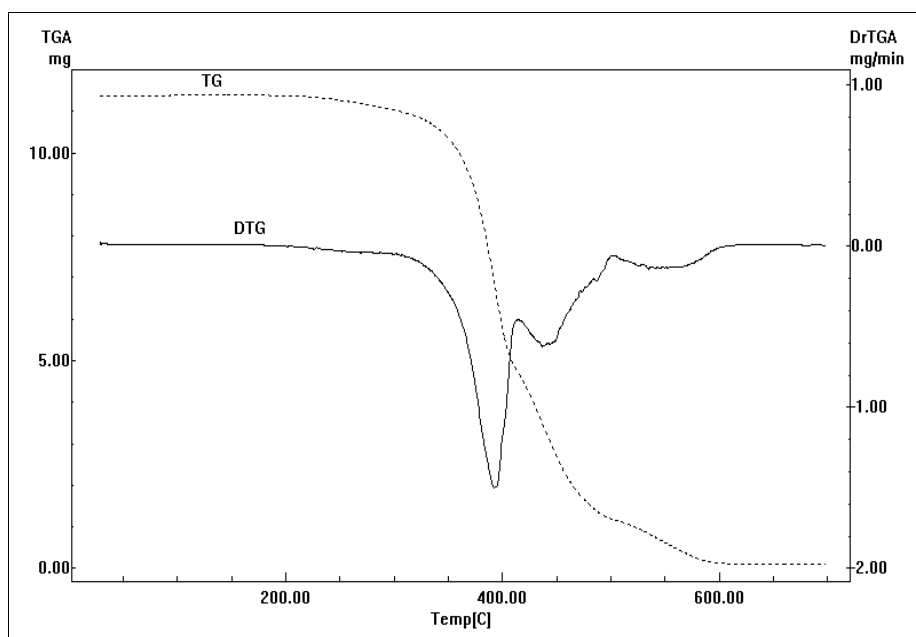


Figure 3 – TG/DTG curves of the favelone seed oil.

The thermogravimetric profile of the favelone flour samples showed one dehydration step (water loss) step between 25 - 120 °C, and two thermal decomposition steps, related to the loss of their constituents at the 180 - 680 °C range, of 69.3 and 21.7 % mass loss, respectively (Figure 4). The remaining residue (ash) at 800 °C is roughly of 4 %.

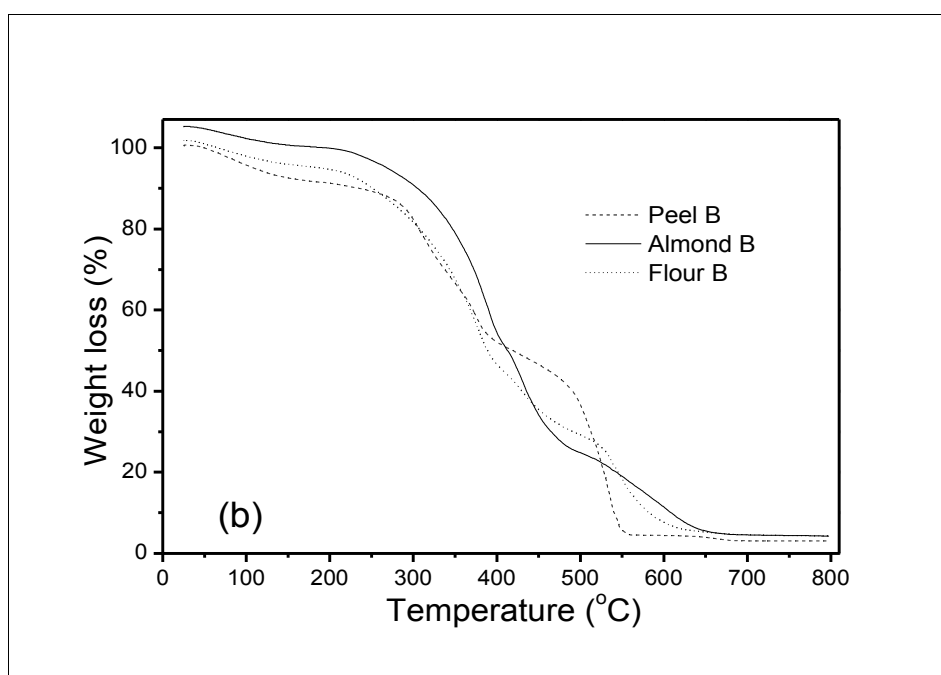
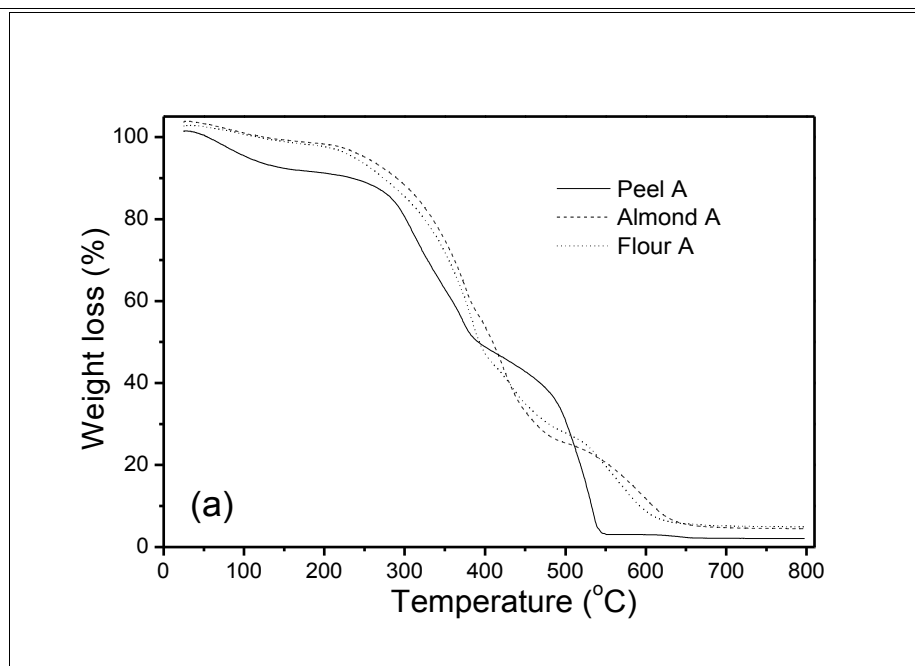


Figure 4 – TG curves of the favelone seed solid derivatives at different particle sizes.

Table 5 contains the TG/DTG data of the analyzed samples. The peel samples presented one dehydration step between 25 - 140 °C, and two steps of thermal decomposition, related the constituent loss at the 170 - 610 °C, presenting mass losses of

42.0 and 46.3 %, respectively. The residue (ash) remaining at 800 °C varied from 2 to 3%.

Table 5 – Thermogravimetric data of the favelone seed derivatives

Favelone derivatives	1 st step		2 nd step		3 rd step	
	T _p (°C)	%W	T _p (°C)	%W	T _p (°C)	%W
Oil	385.2	59.5	446.0	30.9	547.9	9.5
Flour A	106.6	4.8	371.7	68.9	564.6	21.3
Flour B	91.4	6.7	365.5	64.7	556.4	24.0
Peel A	87.7	9.6	332.1	45.0	512.2	43.3
Peel B	91.8	9.2	336.2	43.1	519.1	44.9
Almond A	96.3	5.1	380.7	70.7	583.1	19.7
Almond B	88.2	5.0	386.7	71.5	575.4	19.2

*T_p = peak temperature and %W = weight loss

The almond samples presented similar thermal characteristics, with one step of dehydration between 25 - 160 °C, and two steps of decomposition for proteins, carbohydrates and lipids at the range from 180 °C to 700 °C. The decomposition mass losses were of 71.0 and 19.6 %, respectively. The residue (ash) remaining at 800 °C was of about 4 %.

The favelone seed oil presented three thermal decomposition steps between 90 and 500 °C (Table 6), indicating high thermal and oxidative stabilities, when compared with other edible vegetable oils [10]. The oil sample presented an exothermic event with a peak temperature of 115 °C, corresponding to its oxidation. The other two events correspond to the decomposition of its constituents.

Table 6 – Molar decomposition enthalpy (ΔH_D , J/g°C) obtained by DSC

Derivatives	1 st step	2 nd step	3 rd step
Oil	0.71	0.05	12.80
Flour A	39.44	42.31	6.46
Flour B	28.05	29.38	9.74
Peel A	520.20	16.42	16.09
Peel B	490.33	26.27	18.68
Almond A	60.21	12.33	1.77
Almond B	49.29	50.52	8.22

The DSC curves of the favelone seed derivatives presented different profiles, in

which can be observed endothermic transitions, (Figure 5), corresponding to the decomposition of their principal constituents (water, lipids, carbohydrates and proteins).

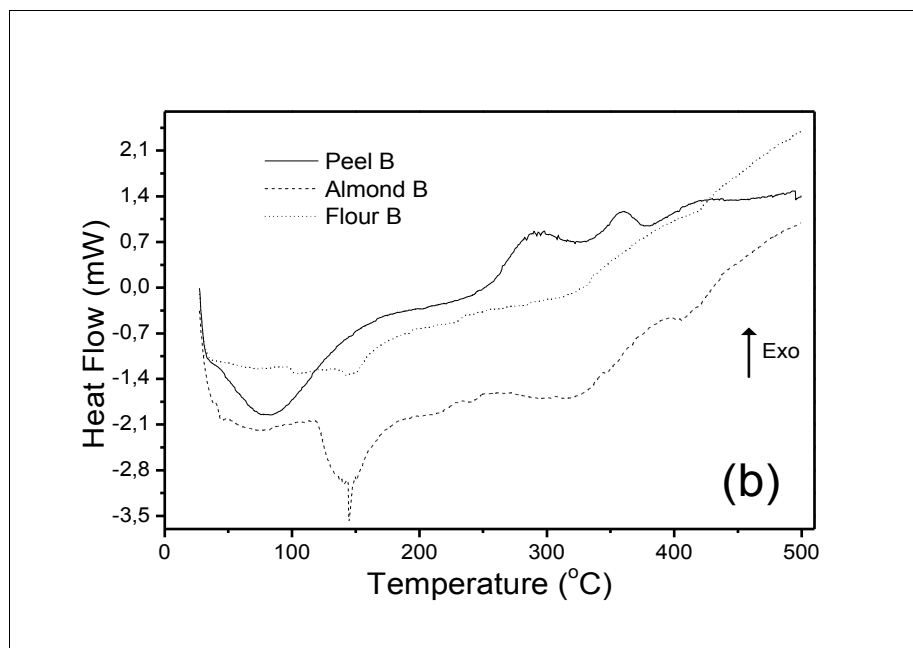
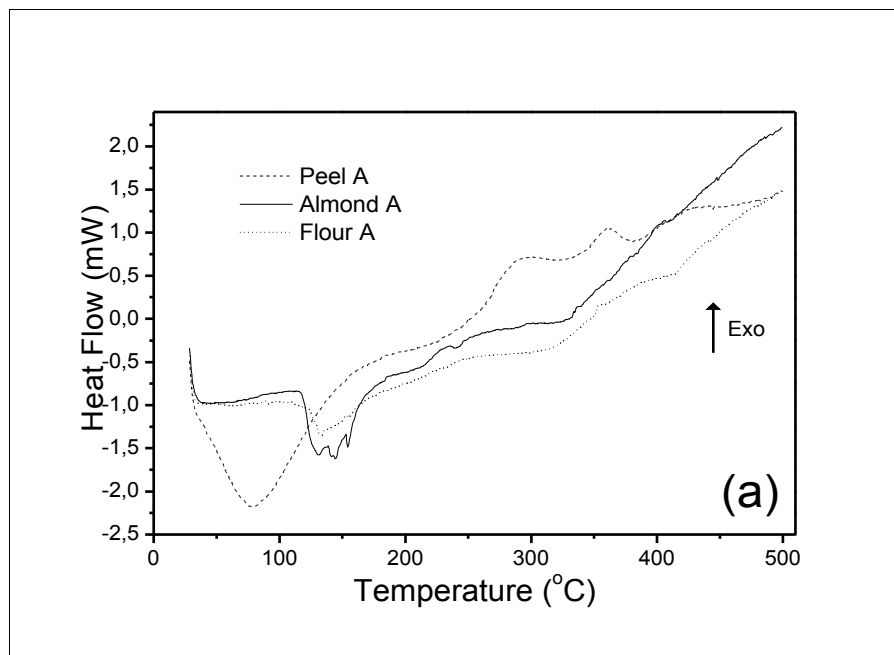


Figure 5 – DSC curves of the solid derivatives of the favelone seed at different particle sizes.

From the total integration of DSC curves for the thermal decomposition process of the favelone seed derivatives at the 25 - 500 °C range, can be estimated their mean calorific values (cal/g). The values obtained were: oil (75.6), flour A (328.7), flour B (354.2), peel A (158.9), peel B (188.0), almond A (297.3) and almond B (281.9). These values are similar to the ones of other foods utilized for human use [2]. Table 6 contains the values of the decomposition enthalpy for the samples investigated by DSC.

Heat capacity (C_p)

The specific heat capacities of liquid phase (oil) and solid phase (almond and flour) samples were determined according to the previously described method. The specific heat capacity values of the favelone seed derivatives are listed in Table 7.

Table 7 – Specific heat capacities of the favelone seed derivatives

Favelone seed derivatives	C_p (J/g°C)				
	40 °C	60 °C	80 °C	100 °C	120 °C
Oil	1.625	1.689	1.702	1.806	1.834
Flour A	0.948	0.826	0.800	—	—
Flour B	0.978	0.867	0.851	—	—
Almond A	0.996	0.930	0.907	—	—
Almond B	0.994	0.856	0.836	—	—

For most of the samples, the specific heat capacity values did not substantially vary as a function of temperature.

Conclusions

The study of the thermal analytical properties of the favelone seed derivatives contributes to a better understanding of the probable chemical changes of these materials when exposed to high temperatures. The favelone seed oil advantages of high percentage of fatty materials, easy laboratory extraction, color, acidity, conservation and aroma and flavor, coupled to the potential use of the favelone seed flour as a human food supply, due to its high protein contents, encourage a detailed study on the feasibility of the industrial favelone seed processing. Further studies are needed to investigate the presence of toxins in the favelone seed derivatives.

According to the herein described results, the favelone seed derivatives present

thermodynamic properties similar to the ones of other foods utilized for human use, as well as an acceptable calorific value. The present work contributes to the incorporation of the favelone to the economy of the semi-arid region of Northeastern Brazil, for the production of flour for human use, of almond for the production of edible vegetable oil and for the production of other derivatives for animal use.

References

1. BEZERRA, G. E., **Favela – Seu aproveitamento como forrageira**, Boletim Técnico, 30:1 (1972) 71-78.
2. LIMA, J. L. S., **Plantas forrageiras das caatingas**, edited by Embrapa, Petrolina, 1986, 44p.
3. DUQUE, J. G., **O Nordeste e as lavouras xerófilas**, edited by ESAM, Mossoró, 1980, 337p.
4. AHMAD, M. U., Husain, S. K., Osman, S. M., **Extraction of oils: a review**, Journal American Oil Chemists Society 58:3 (1988) 673-679.
5. AOCS, **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society**, edited by D. Firestone, v.1. Champaign, 1994.
6. LUTZ, A., **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, 1985, 210p.
7. AMORIM, J. A., Santos, J. C. O., Souza, A. G., **Thermal analysis of rice and by-products**, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 75:2 (2004) 393-398.
8. SANTOS, J. C. O., Santos, M. G. O., Souza, A. G., Conceição, M. M., **Comparative study of specific heat capacity determined by differential scanning calorimetry and microwave oven**, Journal Thermal Analysis and Calorimetry 79:2 (2005) 345-349.
9. SANTOS, J. C. O., Souza, A. G., Santos, I.M.G., Conceição, M. M., **Thermoanalytical, kinetic and rheological parameters of edible vegetable oils**, Journal Thermal Analysis and Calorimetry 75:2 (2004) 419-428.
10. SANTOS, J. C. O., Souza, A. G., Prasad, S., Santos, I.M.G., **Thermal stability and kinetic study of thermal decomposition of commercial edible oils by thermogravimetry**, Journal of Food Science 67:4 (2002) 1393-1398.



Estudo da Remoção de Íons Metálicos em água utilizando Zeólitas Sintetizadas com Cinzas de Carvão

Denise Alves Fungaro e Juliana de Carvalho Izidoro

Centro de Química e Meio Ambiente, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, CP 11049, CEP 05422-970 São Paulo. e-mail: dfungaro@ipen.br

ABSTRACT

The capacity of synthesized zeolites from Brazilian coal ash for the removal of metal ions from aqueous solutions has been investigated. Equilibrium data obtained have been found to fit both the Langmuir and Freundlich adsorption isotherms. The zeolitic material prepared with coal ash from baghouse filter showed the highest removal efficiencies. The metal ion selectivity of this product was determined as: $Pb^{2+} > Cd^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+} > Ni^{2+}$. The maximum cation exchange capacities were between 32.9 and 246.9 mg g⁻¹. Tests showed that the zeolitic material was suitable for removal of zinc from electroplating effluent.

Keywords: coal ash, zeolitic material, adsorption.

INTRODUÇÃO

As cinzas de carvão são resíduos sólidos potencialmente poluidores, tanto devido ao pH de seu lixiviado, quanto à solubilização dos elementos presentes na sua composição química, que reflete a composição do carvão, suprimindo-se os elementos voláteis.

A disposição de resíduos sólidos tem sido sempre a última atividade potencialmente poluidora a ser regulamentada e até hoje não existe legislação para usinas termelétricas a carvão. Alguns estados do Brasil têm regulamentos para resíduos sólidos industriais em geral e a legislação federal está sendo elaborada.

Uma das maneiras de reduzir os impactos ambientais decorrentes da disposição destes resíduos no meio ambiente consiste na ampliação de sua utilização com a conseqüente adição de valor agregado.

A alta porcentagem de aluminosilicatos presente na cinza de carvão faz com que seja uma fonte disponível e de baixo custo de silício e alumínio para a síntese de material zeolítico por tratamento hidrotérmico em meio alcalino [Henmi, 1987; Querol *et al.*, 1997; Poole *et al.*, 2000; Rayalu *et al.*, 2000; Kolay *et al.*, 2001; Murayama *et al.*, 2002]. As substâncias tóxicas que as cinzas contêm são removidas na solução básica que é encaminhada para tratamento posterior. O conteúdo de zeólita obtido varia entre 20 - 75% dependendo das condições da reação de ativação. O material zeolítico (ou zeólita sintética) pode ser utilizado como trocador catiônico apresentando capacidade de troca catiônica na faixa de 1,00 a 3,96 meq g⁻¹ [Singer e Bergaut, 1995; Lin e Hsi, 1995; Amrhein *et al.*, 1996; Querol *et al.*, 2001, 2002].

A utilização de zeólitas sintetizadas a partir de cinzas pesadas de carvão brasileiro como adsorvente de baixo custo mostrou-se uma alternativa efetiva para a remoção de poluentes em água e solo [Fungaro *et al.*, 2002, 2004].

As indústrias do setor mineral e metal mecânico, em particular as indústrias de tratamento de superfície estão entre as empresas que mais contribuem para a poluição das águas por apresentarem efluentes com altas concentrações de metais dissolvidos, principalmente, alumínio, cromo, manganês, ferro, cobalto, níquel, cobre, zinco, cádmio, mercúrio e chumbo.

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência das zeólitas preparadas com diferentes tipos de cinzas de carvão em remover íons metálicos de soluções aquosas visando aplicação no tratamento de efluente industrial.

EXPERIMENTAL

Todos os reagentes eram de grau analítico (Merck) e as soluções foram preparadas a partir da diluição de solução estoque com água ultrapura do sistema Millipore Milli-Q. Os experimentos foram realizados à temperatura de 25 ± 1 °C. Agitador mecânico com temperatura controlada e centrífuga foram utilizados.

As cinzas de carvão da Usina Termelétrica de Figueira, localizada no Paraná, foram utilizadas no estudo. As zeólitas foram preparadas a partir dos seguintes tipos de

cinzas: retidas no filtro manga (ZM), retidas no filtro ciclone (ZC) e do fundo de caldeira (ZFC). O tratamento hidrotérmico realizado foi [Henmi, 1987]: a amostra contendo 30 g de cinzas de carvão foi colocada com 240 mL de NaOH 3,5 mol L⁻¹ e aquecida em estufa, à 100° C, por 24 h. A suspensão foi filtrada e o sólido foi repetidamente lavado com água deionizada e seco em estufa a 40° C. As zeólitas foram analisadas por fluorescência de raios-X (XRFS RIX 3000 - Rigaku) e por difração de raios-X (Bruker-AXS D8). A capacidade de troca catiônica (CTC) das zeólitas foi obtida usando solução de acetato de sódio e de amônio [Scott *et al.*, 2002].

Os testes de adsorção foram realizados por processos descontínuos. Uma alíquota de 100 mL da solução de íons metálicos com concentração conhecida foi colocada com 1 g de zeólita sob agitação por determinado tempo. O sobrenadante foi separado por centrifugação e a concentração final da solução foi determinada por titulação complexiométrica com EDTA. Os dados das isotermas foram obtidos após um tempo de equilíbrio de 24 h. Os estudos foram realizados utilizando-se concentrações dos íons metálicos na faixa de 127 – 895 mg L⁻¹. Todos os experimentos foram realizados em duplicata. O método de remoção e recuperação de íons metálicos foi aplicado em amostra de efluente de galvanoplastia e as concentrações do zinco foram analisadas por voltametria de redissolução anódica (Autolab 30 – Eco Chemie).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características físico-químicas

As composições químicas das cinzas de carvão usadas na síntese das zeólitas obtidas por fluorescência de raios-X estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição química das cinzas de carvão do filtro manga (CM), do filtro ciclone (CC) e do fundo de caldeira (CFC).

Óxidos (% em massa)				Elementos traço ($\mu\text{g g}^{-1}$)			
	CM	CC	CFC		CM	CC	CFC
SiO ₂	18,4	17,3	13,8	Mn	625	271	341
Al ₂ O ₃	17,1	13,6	8,63	Pb	428	188	66,8
Fe ₂ O ₃	8,30	7,07	9,06	Cl	-	-	135
Na ₂ O	1,06	0,924	0,488	Sr	443	393	389
CaO	1,44	1,30	0,622	Cr	179	104	101
K ₂ O	2,74	2,23	0,48	P	796	637	763
TiO ₂	0,601	0,427	0,326	Cu	64	53	45,6
SO ₃	0,494	0,534	0,984	Ni	95	72	68
MgO	0,555	0,362	0,240	U	351	276	263
ZnO	0,210	-	-	Y	-	86	73,6
As ₂ O ₃	0,229	-	-	As	-	523	127
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	1,1	1,3	1,6	Rb	47	39	70,5
				Zn	-	887	434
				Zr	687	613	523
				V	-	231	207
				Ge	71	26	-

As cinzas apresentaram conteúdos de sílica e alumina (SiO₂ + Al₂O₃ = 22 - 36%) e das principais impurezas (Fe, C e S) muito baixos. Os outros óxidos encontraram-se em quantidades menores que 3%. A faixa da relação SiO₂/ Al₂O₃ variou entre 1,1 a 1,6.

A análise por difração de raios-X revelou que após o tratamento hidrotérmico das cinzas de carvão formou-se a zeólita NaP1 com traços de hidroxisodalita, enquanto quartzo e mulita também estão presentes (Fig. 1).

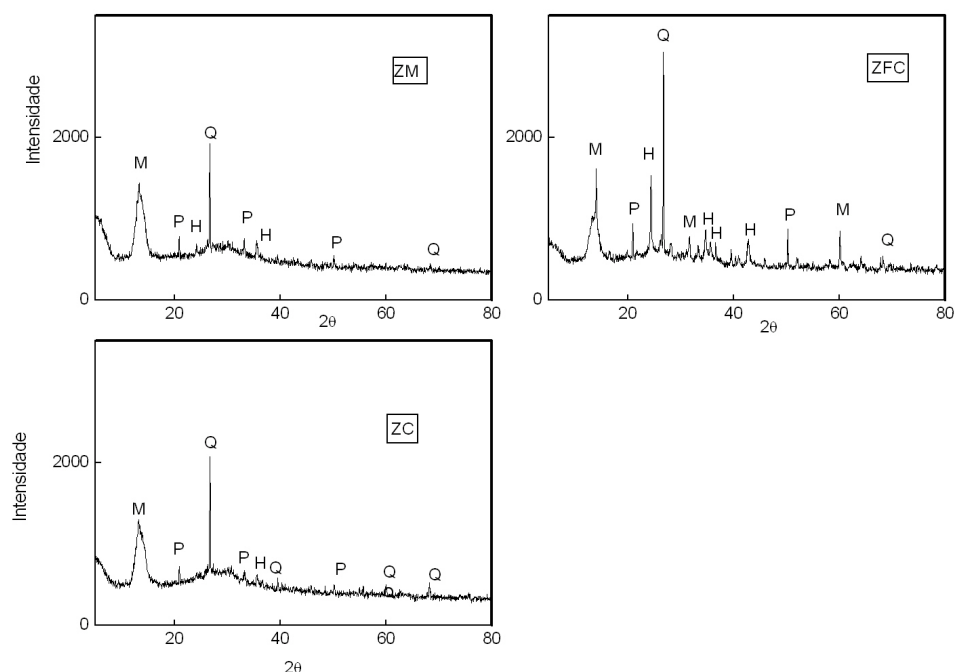
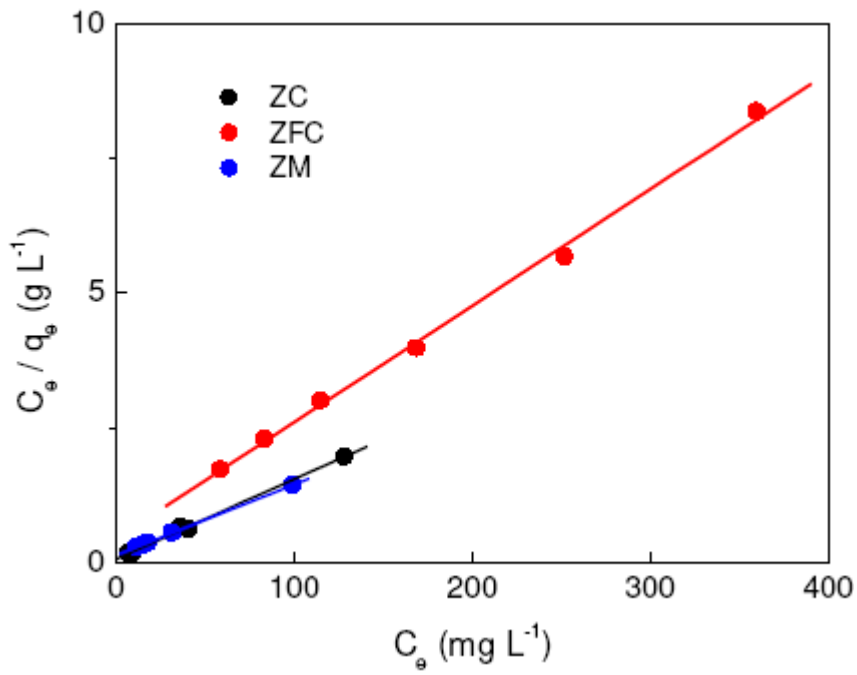


Figura 1 - Difração de raios-X das zeólitas preparadas com cinza do filtro manga (ZM), do filtro ciclone (ZC) e do fundo de caldeira (ZFC). Q = quartzo; M = mulita; P = zeólita NaP1; H = hidroxisodalita.

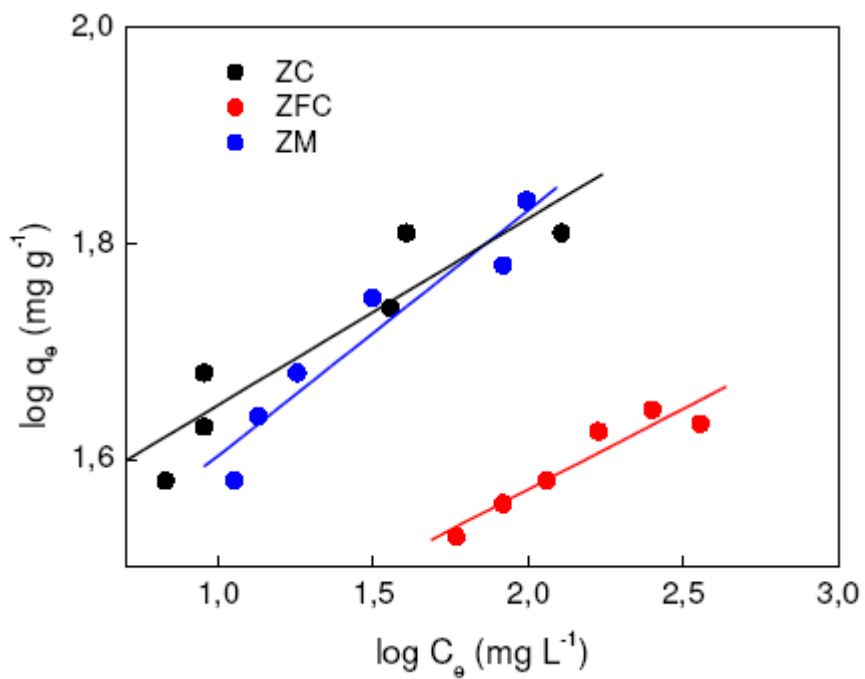
Os valores de CTC encontrados foram 1,77 meq g⁻¹ para a ZM, 1,38 meq g⁻¹ para ZC e 1,16 meq g⁻¹ para ZFC. Estes valores podem ser comparados com aquele da zeólita sintética comercial pura NaP1 (5,00 meq g⁻¹) para fornecer uma estimativa semi-quantitativa do conteúdo de zeólita obtido na síntese hidrotérmica [Querol *et al.*, 2002]. As taxas de conversão encontradas foram 35,4, 27,6 e 23,1%, para ZM, ZC e ZFC, respectivamente.

Isotermas de Adsorção

Os dados de adsorção foram ajustados pelos modelos de Langmuir e Freundlich que são os mais freqüentemente usados para descrever isotermas para aplicações em tratamento de águas e efluentes [Perrich, 1981; Faust e Aly, 1987]. A Fig. 2 mostra as isotermas de adsorção do Cd²⁺ obtidas com as zeólitas ZM, ZC e ZFC. As constantes de Langmuir e Freundlich foram determinadas por regressão linear das equações linearizadas e estão listados na Tabela 2.



(a)



(b)

Figura 2 - Isothermas de adsorção do Cd²⁺ com diferentes zeólitas: (a) Langmuir e (b) Freundlich

Tabela 2 - Parâmetros das isotermas de Freundlich e Langmuir para o Cd^{2+} e os vários tipos de zeólitas.

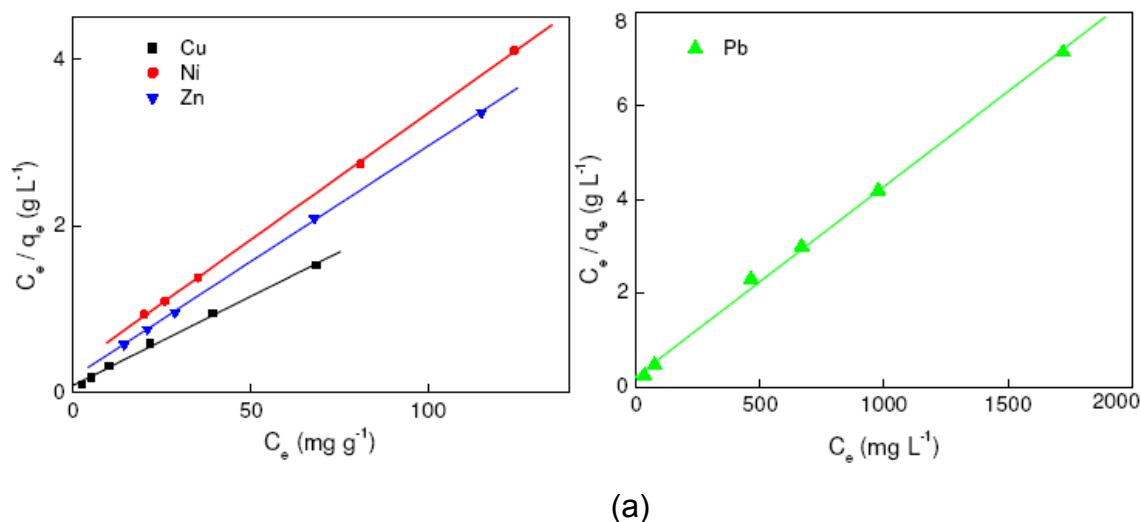
Adsorvedor	Freundlich			Langmuir			
	K_f^* (mg g^{-1})	n	R^2	Q_o (mg g^{-1})	b (L mg^{-1})	R_L	R^2
ZM	24,7	4,40	0,9567	76,3	0,092	0,014	0,9999
ZM	30,6	6,36	0,9157	67,4	0,21	0,006	0,9990
ZFC	15,5	5,20	0,9952	46,3	0,048	0,026	0,9986

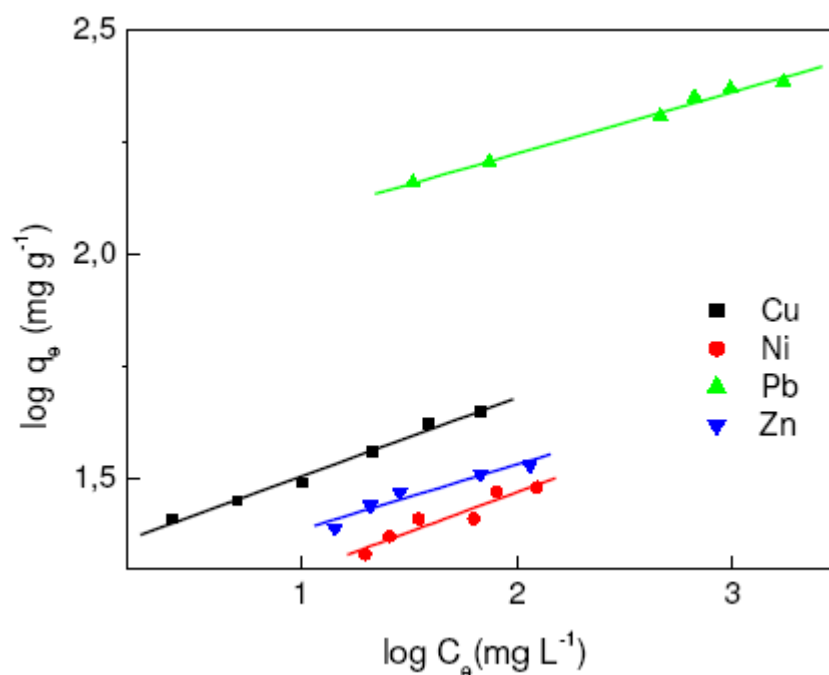
(*) (mg g^{-1})(L mg^{-1})^{1/n}

A capacidade de adsorção máxima, pela equação de Langmuir, decresceu na seguinte seqüência: ZM > ZC > ZFC. Os valores dos coeficientes de correlação das retas ($r^2 \geq 0,90$) mostraram que ambos modelos de isotermas de Langmuir e Freundlich podem adequadamente descrever os dados de adsorção. Os valores das constantes n ($2 < n < 10$) e R_L ($0 < R_L < 1$) indicaram que o processo de adsorção foi favorável dentro da faixa de concentração do íon metálico estudada [Helby, 1952; Hall *et al.*, 1966].

A zeólita obtida a partir da cinza de carvão retida no filtro manga (ZM) apresentou a melhor eficiência de adsorção devido principalmente aos seguintes fatores: (1) a menor relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ na composição química da cinza permite a síntese de zeólita com baixo conteúdo de Si e maior capacidade de troca catiônica; (2) o maior conteúdo de zeólita NaP1 formado na reação de síntese.

A Fig. 3 mostra as isotermas de adsorção da zeólita ZM, que apresentou a capacidade de adsorção mais alta, para vários íons metálicos. Os parâmetros das isotermas de adsorção de Freundlich e Langmuir obtidos por regressão linear estão apresentados na Tabela 3.





(b)

Figura 3. Isothermas de adsorção dos íons metálicos com a zeólita ZM: (a) Langmuir e (b) Freundlich.

Tabela 3 - Parâmetros dos modelos de isoterma de Freundlich e Langmuir da zeólita ZM para os vários íons metálicos.

Íons Metálicos	Freundlich			Langmuir			
	K_f^* (mgg ⁻¹)	n	R ²	Q _o (mg g ⁻¹)	b (L mg ⁻¹)	R _L	R ²
Pb ²⁺	88,9	7,28	0,9950	246,9	0,018	0,013	0,9990
Cu ²⁺	21,3	5,70	0,9947	46,9	0,240	0,008	0,9998
Zn ²⁺	17,4	6,89	0,9664	36,1	0,150	0,012	0,9998
Ni ²⁺	12,8	5,40	0,9500	32,9	0,097	0,024	0,9999

(*) (mg g⁻¹)(L mg⁻¹)^{1/n}

As capacidades de adsorção máxima da ZM para íons metálicos estavam na faixa de 32,9 a 246,9 mg g⁻¹. O processo de adsorção foi favorável conforme mostraram os valores das constantes n e R_L [Helby, 1952; Hall *et al.*, 1966]. Os dados de adsorção das Tabelas 2 e 3 indicaram a seguinte seqüência de seletividade para a zeólita ZM: Pb²⁺ > Cd²⁺ > Cu²⁺ > Zn²⁺ > Ni²⁺. A seletividade da zeólita está relacionada com o decréscimo do

raio dos íons metálicos hidratados e da energia de hidratação. Quanto maior for o raio do íon metálico hidratado e mais elevada for a energia de hidratação, mais difícil é a reação de troca catiônica nos sítios disponíveis [Dyer, 1995].

Aplicação do material zeolítico no tratamento de efluente de galvanoplastia

A zeólita preparada a partir de cinza leve do filtro manga foi usada para descontaminar o efluente de um processo de zincagem de uma indústria de galvanoplastia (Zn^{2+} 17 mg L⁻¹; pH 4,6). As concentrações e os pHs do efluente antes e após o tratamento com a zeólita ZM estão apresentados na Tabela 4. No processo de leito móvel, o material adsovente foi hábil na remoção de 88 % íon metálico. A quantidade do íon metálico e o pH no efluente, após o tratamento, estavam dentro dos limites permitidos pela legislação brasileira para descarte no meio ambiente (Resolução CONAMA nº 357 - artigo 34). O Zn^{2+} adsorvido na zeólita foi recuperado (85%) usando-se NaCl 2 mol L⁻¹ como solução regenerante.

Tabela 4 - Características do efluente de galvanoplastia antes e após tratamento com zeólita ZM.

	Antes	Após
pH	4,6	6,3
Zn^{2+} / mg L ⁻¹	17,0	5 - 9*
		2,0
		5,0*

(*) limite máximo permissível para efluentes segundo Resolução CONAMA nº. 357.

CONCLUSÕES

A zeólita sintética preparada com cinzas de carvão mostrou-se eficiente como material alternativo para ser usado no tratamento de efluentes com altos teores de íons zinco (indústrias do setor metal-mecânico). A zeólita sintetizada a partir da cinza leve do filtro manga apresentou a melhor capacidade de adsorção dos compostos tóxicos. A abundância do resíduo e o baixo custo viabilizam a adoção do processo de reciclagem das cinzas de carvão na gestão ambiental de usinas termelétricas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio financeiro e a Carbonífera do Cambuí Ltda. pelas amostras de cinzas de carvão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Amrhein, C., Haghnia, G. H., Kim, T. S., Mosher, P. A., Gagajena, R. C., Amanios, T., Torre, L., **Synthesis and properties of zeolites from coal fly ash**, Environ. Sci. Technol. 30 (1996) 735-742.
2. Faust, S. D., Aly, O. M., **Adsorption Process for Water Treatment**, Butterworths, London, 1987.
3. Fungaro, D. A., Silva, M. G., **Utilização de zeólita preparada a partir de cinza residual de carvão como adsorvedor de metais em água**, Quim. Nova 25 (2002) 1081-1085.
4. Fungaro, D. A., Flues, M. S-M., Celebroni, A. P., **Estabilização de solo contaminado com zinco usando zeólitas sintetizadas a partir de cinzas de carvão**, Quim. Nova 27 (2004) 582-585.
5. Hall, K. R., Eagleton, L. C., Acrivos, A., Vermeulen, T., **Pore and solid-diffusion kinetics in fixed-bed adsorption under constant-pattern**, Ind. Eng. Chem. Fundam. 5 (1966) 212-219.
6. Helby, W. A., **Adsorption isotherm studies**, Chem. Eng. 59 (1952) 153-158.
7. Henmi, T., **Increase in cation exchange capacity of coal fly ash by alkali treatment**, Clay Sci. 6 (1987) 277-282.
9. Kolay, P. K., Singh, D. N., Murti, M. V. R., **Synthesis of zeolites from a lagoon ash**, Fuel 80 (2001) 739-745.
10. Lin, C. F., Hsi, H. C., **Resource recovery of waste fly ash: synthesis of zeolite-like materials**, Environ. Sci. Technol. 29 (1995) 1109-1117.
11. Murayama, N., Yamamoto, H., Shibata, J., **Mechanism of zeolite synthesis from coal fly ash by alkali hydrothermal reaction**, Int. J. Miner. Process 64 (2002) 1-17.
12. Perrich, J. R., **Activated Carbon Adsorption for Waste Water Treatment**, CRC Press, Boca Raton, 1981.
13. Poole, C., Prijatama, H., Rice, N. M. **Synthesis of zeolite adsorbents by hydrothermal treatment of pfa wastes: a comparative study**. Min. Eng. 13 (2000) 831-842.
14. Querol, X., Alastuey, A., Lopez-Soler, A., Plana, F., Andres, J. M., Juan, R., Ferrer, P., Ruiz, C. R., **A fast method for recycling fly ash: Microwave-assisted zeolite synthesis**, Environ. Sci. Technol. 31 (1997) 2527-2532.
15. Querol, X., Plana, F., Alastuey, A., Lopez-Soler, A., Medinaceli, A., Valero, A., Domingo, M. J., Garcia-Rojo, E., **Synthesis of zeolites from fly ash at pilot plant scale. Examples of potential applications**, Fuel 80 (2001) 857-865.
16. Querol, X., Moreno, N., Umaña, J. C., Alastuey, A., Hernández, E., López-Soler, A., Plana, F., **Synthesis of zeolites from coal ash: an overview**, Int. J. Coal Geol. 50 (2002) 413-423.
17. Rayalu, S., Meshram, S. U., HASAN, M. Z., **Highly crystalline zeolites from flyash**, J. Haz. Mat. B77 (2000) 123-131.
18. Scott, J., Guang, D., Naeramitarnasuk, K., Thabuot, M., **Zeolite synthesis from coal fly ash for the removal of lead ions from aqueous solution**, J. Chem. Technol. Biotechnol. 77 (2002) 63-69.
19. Singer, A., Berggaut, V., **Cation exchange properties of hydrothermally treated coal fly ash**, Environ. Sci. Technol. 29 (1995) 1748-1753.
20. Dyer, A., **Zeolite surfaces and reactivity**. In: D. J. Vaughan, R. D. A. Patrick, Eds, Mineral Surfaces. Chapman and Hall, London, 1995, p.333.

Análise Química e Bromatológica da Forragem da Faveleira

(*Cnidocolus quercifolius*)

José Carlos Oliveira Santos¹, Lionete Dantas Nunes¹, José Pires Dantas^{1,2}, Sílvia Berenice Puziski Nóbrega², Shiva Prasad³

Abstract

This work is aimed at exploring the potentialities of faveleira (*Cnidocolus quercifolius*) as animal fodder. The study on evaluation of forage potential of faveleira, by quantification of production of aerial part and roots and their bromatological analysis defines the plant parts that can be recommended for animal feeding. The results will serve for planning recommendation, at field level, at the time of the plant use, in relation to the part, which presents better characteristics for animal feeding. Considering the nutritional requirements of ruminants, the different parts of the faveleira studied showed, in relation to the mineral and bromatological composition, capable of furnishing the diet of these animals, in the form of ration, associating different parts of the plant.

Keywords: Faveleira, animal food, forage, fodder

¹ Departamento de Química, CCT, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 58109-790, Paraíba, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, PRODEMA, UEPB-UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

³ Departamento de Engenharia Química. CCT, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 58109-970, Paraíba, Brasil.

Introdução

Devido aos problemas de desertificação e insustentabilidade de culturas exóticas no semi-árido nordestino, que, além, de requererem alta tecnologia de produção trouxeram modificações irreversíveis ao meio ambiente, é que se torna necessário um aprofundamento de pesquisas com espécies da caatinga semi-árida nordestina. De algumas delas já se conhece as potencialidades, outras, porém, estão em vias de extermínio, sem que suas propriedades científicas sejam conhecidas.

Nos países tropicais, a subnutrição é normalmente aceita como sendo uma das limitações mais importantes para animais de pastejo. Embora vários pesquisadores relacionarem a baixa produção animal à deficiência de energia e proteína têm se observado que mesmo quando a forragem disponível na pastagem é abundante o gado define. Pesquisas sobre o assunto têm destacado o desequilíbrio mineral (deficiência ou excesso) nos solos e nas forragens como o principal responsável por essa deficiência. Trabalhos de Conrad *et al.* (1985), mostraram que os minerais são dieteticamente essenciais para todos animais e tem influência direta sobre a eficiência na produção.

A faveleira (*Cnidoscolus quercifolius*) (Figura 1) é uma planta da família Euphorbiaceae, atinge o porte arbóreo entre 4 e 5 anos, com aproximadamente, 5 metros de altura. Sua casca é suberosa e rica em proteínas, as raízes são tuberculadas, as flores hermafroditas, brancas e distribuem-se em cachos axilares e terminais (Bezerra, 1972; Ohta *et al.*, 1994), sua floração ocorre nos meses de janeiro e fevereiro e os frutos estão maduros entre maio e junho.

A faveleira se destaca, no meio das plantas da caatinga pela sua extraordinária resistência à seca, devido o armazenamento de reserva alimentícia, no caule e nas raízes, permitindo o aparecimento de novas folhas, flores e frutos (Duque, 1980).

A faveleira é uma espécie exclusiva do Brasil, ocorrendo em todos os estados do nordeste, com exceção de Alagoas e, em Minas Gerais, sendo restrita à região da caatinga. Na Paraíba, ocorrem na Serra da Catingueira, Cajazeiras, Picuí, Soledade e Taperoá (Luetzeelbulg, 1923; Santa Rosa, 1943; Melo, 2000).

Até o momento as descrições botânicas têm constatado a existência de uma única variedade de faveleira, dotada de espinhos. No entanto, alguns estudos, já relatam a existência de uma espécie sem espinhos. Por se tratar de uma planta resistente à seca e de fácil manejo, o seu potencial forrageiro, seu látex, sua madeira, e estudos em andamento poderão indicar sua aplicação na alimentação humana (Nóbrega, 2001).



Figura 1. Faveleira (*Cnidoscolus quercifolius*).

As folhas maduras e a casca servem de forragem para cabras, carneiros, jumentos e bovinos (Braga 1960; Duque, 1980). Em algumas regiões, por ocasião das secas periódicas, os fazendeiros derrubam as faveleiras para que o gado se alimente das cascas. A rama e as folhas, quando verdes, são tóxicas, matando ovelhas e cabras, devendo sempre ser utilizadas quando caírem no chão (folhas), ou trituradas e secas (ramas) (Galvão, 1960; Bezerra 1972).

As cascas, relativamente ricas em proteína são um bom alimento para bovinos. Bezerra (1972) avaliou a proteína bruta na matéria seca do lenho, raiz e casca, tendo encontrado 1,86%, 3,20% e 4,62%, respectivamente; e no farelo da Faveleira encontrou 2,15% de proteína. Viana e Carneiro (1991) constataram os seguintes teores de proteína bruta na faveleira sem espinhos, no período chuvoso: na matéria verde (3,45%); na matéria seca (16,27%); e no feno (14,06%). Entretanto, Silva *et al.* (1998) avaliaram a palatabilidade da faveleira sem espinhos e de outras espécies lenhosas, utilizando a rama apical *in natura*, para ovinos, tendo concluído que a espécie menos aceita foi a faveleira.

De acordo com Araújo Filho *et al.* (1998), a época mais apropriada para a confecção do feno é na fase de vegetação plena, dada a variação do valor nutritivo das plantas da caatinga, que é influenciado pelos ciclos fenológicos. Porém, Lima (1996), estudando diversas espécies nativas, com potencial forrageiro, ressalta que se deve procurar selecionar plantas que apresentem maior valor de proteína bruta, maior digestibilidade “*in vitro*”, e menor teor de tanino. E, de acordo com a análise bromatológica, a faveleira foi a espécie que apresentou o maior teor de proteína bruta.

As raízes, internamente, possuem um líquido viscoso composto de amido, água, ácidos orgânicos, mucilagem, cristais de oxalato de cálcio, carbonatos, polifosfatos e açúcares diversos e são utilizadas na alimentação de suínos (Duque, 1980; Braga, 1960; Bezerra, 1972; Galvão 1960; Lima, 1996). A raiz é incorporada à ração de engorda e de leite, sendo recomendado não permitir ao animal, beber água, logo após sua ingestão para prevenir intoxicações (Galvão, 1960).

Desta forma, este trabalho pretende explorar as potencialidades da faveleira (*Cnidoscolus quercifolius*) como alimentação animal. O trabalho de avaliação do potencial forrageiro da faveleira, através da quantificação de produção da parte aérea e raízes e sua análise bromatológica, tem como finalidade definir as partes da planta que seriam mais recomendadas para a alimentação animal, para isso foram coletados ramos de diferentes diâmetros e raízes. Os resultados servirão para traçar recomendação, em nível de campo, quando da utilização da planta, relativas àquela parte que apresentar melhores características à alimentação animal.

Material e métodos

Escolha das plantas

Foram selecionadas, aleatoriamente, dez plantas, com tamanhos semelhantes, em cada uma das unidades experimentais instaladas em Souza, Patos e Santa Luzia, na Mesorregião do Sertão paraibano, num total de 30 plantas. Cada unidade experimental representa um tipo de solo nas áreas de ocorrência natural da faveleira: Sousa – solo vertisol; Patos – solo bruno não-cálcico; e Santa Luzia – solo litólico eutrófico.

As plantas escolhidas em cada unidade tiveram os materiais coletados da parte aérea e separados de acordo com os diâmetros definidos abaixo. Em seguida, cada uma delas foi pesada e os resultados foram submetidos à análise estatística.

Obtenção das amostras

Em cada uma das plantas os materiais da parte aérea (ramos e folhas) e das raízes foram separados de acordo com o diâmetro, da seguinte forma: ramos grossos – acima de 50 mm; ramos médios – entre 30 e 50 mm; ramos finos – entre 10 e 30 mm; ramos muito finos – abaixo de 10 mm; raízes grossas – acima de 20 mm; raízes médias – entre 10 e 20 mm; raízes finas – abaixo de 10 mm.

Para coleta e quantificação das raízes, projetou-se sobre o chão o limite externo da copa da planta escolhida, num raio de 4,0 metros a partir do tronco, e, dentro dessa circunferência, foram coletadas as raízes existentes na seção definida em forma de cruz, como pode ser ilustrado na figura abaixo.

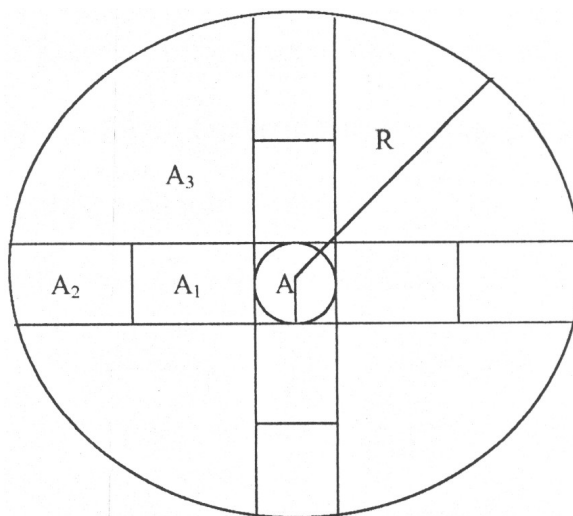


Figura 2. Esquema para procedimento de coleta das raízes da faveleira em campo.

As seções, onde foram coletadas as raízes, estão definidas na Figura 2 pelas áreas A_1 e A_2 com aproximadamente $1,0 \text{ m}^2$ cada, sendo que na área A_1 foram encontradas as raízes grossas e médias e na área A_2 foram encontradas as raízes médias e finas. Para avaliar a produção total de raízes utilizou-se a Equação 1:

$$Pt = \frac{PAa \cdot At}{Aa} \quad (1)$$

onde: Pt é o peso total de raízes, Aa é a área da amostra, PAa é o peso de raízes da área da amostra e At corresponde a área total. A área total é encontrada pela relação 2:

$$At = 2\pi R - A \quad (2)$$

onde: A corresponde a área do tronco da planta e equivale a $2\pi r$, R é o raio da circunferência maior ($4,0 \text{ m}$) e r é o raio da circunferência menor (área do tronco). A área da amostra pode ser avaliada da seguinte forma:

$$Aa = 4(A_1 + A_2) \quad (3)$$

onde $A_1 + A_2$ corresponde as áreas das seções onde foram coletadas as raízes ($2,0 \text{ m}^2$).

Análise bromatológica e química

Após indicação das porções para alimentação animal, foram avaliadas suas características química (mineral) e bromatológica das folhas, ramos e raízes em diferentes fases fenológicas da faveleira com espinhos. Para a variedade sem espinhos, foram feitas as análises, somente nas folhas verdes coletadas dois meses antes da senescência.

A análise química da matéria seca de ramos finos, próprios para a alimentação animal, das folhas verdes coletadas no pé, e senescentes, caídas no chão, da faveleira com e sem espinhos, em média de quatro repetições, foi realizada no Laboratório de Solos e Tecidos Vegetais da ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo.

A análise bromatológica das diferentes partes morfológicas de plantas de faveleira com e sem espinhos, obtidos por uma média de quatro repetições, foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias, Campus II da

Resultados e discussão

Produção e biometria

A produção e biometria da faveleira nos solos vertisol, bruno não-cálcico e litólico eutrófico estão listados na Tabela 1.

Tabela 1. Produção e biometria da faveleira em solos vertisol, litólico eutrófico e bruno não-cálcico na Mesorregião do Sertão paraibano.

Solos	Partes da planta e sua utilização			Biometria das plantas		
	Ramos AA (kg/planta)	Ramos MC (kg/planta)	Raízes AA (kg/planta)	Altura da planta (m)	Diâmetro da copa (m)	Diâmetro do tronco (cm)
vertisol	72,00	84,53	196,60	7,10	9,04	37,80
litólico eutrófico	43,00	71,53	66,40	6,80	8,48	28,80
bruno não-cálcico	62,00	73,93	167,20	6,94	8,48	32,80
CV (%)	18,98	13,90	21,07	8,81	16,40	18,94
Duncan (<0,05)	16,32	15,39	43,64	0,88	2,03	9,06

*AA = alimentação animal; MC = madeira para carvão e CV = coeficiente de variação.

A produção total por planta nos solos vertisol, bruno não-cálcico e litólico eutrófico, foi, respectivamente, de 72 kg, 62 kg e 43 kg de ramos para a alimentação animal; de 84,53 kg, 73,93 kg e 71,53 kg de ramos para carvão e madeira e 196,60 kg, 167,20 kg e 66,40 kg de raízes para alimentação animal.

A produção nos solos vertisol e bruno não-cálcico se mostrou significativamente superior em ramos e raízes para a alimentação animal, pelo Teste de Duncan, ao nível de 5%, embora os parâmetros biométricos das plantas, onde foi avaliada a produção, não mostrem diferença significativa entre eles (Malavolta et al., 1989).

Não existem outras pesquisas que tenham avaliado a produção total da faveleira e não há como traçar comparações quanto a este parâmetro. Neste estudo, não foram feitos testes de palatabilidade da planta e nem de consumo, com animais.

Análise química e bromatológica das folhas verdes

Os valores dos parâmetros avaliados se mostraram superiores quando as partes da planta foram avaliadas em seu estágio de vegetação plena, e, bastante inferiores nas folhas senescentes da faveleira, conforme pode ser visto na análise bromatológica e química.

As análises química e bromatológica das folhas verdes dois meses antes da senescência, da faveleira com espinhos e sem espinhos, estão listados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Parâmetros químicos obtidos para as folhas verdes da faveleira sem espinhos e com espinhos.

Parâmetros químicos	Faveleira sem espinhos	Faveleira com espinhos
Fósforo (g/kg)	3,70	1,80
Potássio (g/kg)	16,40	9,30
Cálcio (g/kg)	19,80	27,00
Magnésio (g/kg)	10,00	10,00
Enxofre (g/kg)	4,40	2,80
Boro (mg/kg)	72,00	60,00
Cobre (mg/kg)	9,00	6,00
Ferro (mg/kg)	495,00	770,00
Manganês (mg/kg)	116,00	138,00
Zinco (mg/kg)	24,00	18,00

Tabela 3. Parâmetros bromatológica obtidos para as folhas verdes da faveleira sem espinhos e com espinhos.

Parâmetros bromatológicos	Faveleira sem espinhos	Faveleira com espinhos
Matéria seca (%)	84,08	80,17
Proteína bruta (%)	24,87	15,10
Gordura (%)	8,40	9,66
Fibra bruta (%)	12,31	10,18
Cinzas (%)	11,65	15,07
Matéria orgânica (%)	88,35	84,93
Umidade (%)	15,92	19,83
Energia bruta (cal/g)	4,482	4,521

Os parâmetros avaliados nas folhas verdes, colhidas dos meses antes da senescência, das variedades da faveleira sem espinhos e com espinhos, revelaram a superioridade da variedade sem espinhos, em torno de 51,3% para fósforo, 43% para potássio e 39% para proteína. Os demais parâmetros não apresentaram diferenças

acentuadas entre as duas variedades.

Análise química e bromatológica na matéria seca das porções morfológicas

A análise química da matéria seca de ramos finos, próprios para a alimentação animal, das folhas verdes coletadas no pé, e senescentes, caídas no chão, da faveleira com espinhos, em média de quatro repetições, revelaram os valores constantes na Tabela 4.

Tabela 4. Parâmetros químicos da matéria seca de porções morfológicas de plantas da faveleira com espinhos, em solo vertisol.

Parâmetros Químicos	Porções morfológicas				
	RF	RAA	FVCP	FSSCC	CV (%)
Fósforo (g/kg)	0,57	0,47	1,02	1,20	38,34
Potássio (g/kg)	16,75	9,85	13,67	23,42	18,661
Cálcio (g/kg)	10,90	21,82	30,62	28,02	23,68
Magnésio (g/kg)	5,12	2,32	7,20	4,77	27,66
Enxofre (g/kg)	0,87	0,95	1,45	1,30	34,49
Cobre (mg/kg)	6,50	3,25	7,50	8,50	23,62
Ferro (mg/kg)	1878,00	200,50	2431,25	1590,50	22,53
Manganês (mg/kg)	104,00	197,75	97,25	186,25	50,18
Zinco (mg/kg)	16,50	13,00	16,50	18,75	21,00

* RF – Raízes finas; RAA – Ramos para alimentação animal; FVCP – Folhas verdes coletadas na planta; FSSCC – Folhas secas senescentes coletadas no chão; CV – coeficiente de variação.

A principal fonte de minerais em pastejo é a forragem, que incluem na sua constituição boa parte dos minerais necessários aos animais. Em países tropicais, como o Brasil, a forragem apresenta níveis marginais de certos elementos, principalmente os microminerais. Desta forma, para se alcançar uma produção mais eficiente e lucrativa, é necessário incluir na alimentação dos animais, os elementos que se apresentam deficientes. Analisando os valores apresentados na Tabela 4, constata-se que as partes morfológicas da faveleira que apresentaram maiores concentrações de macro e micronutrientes foram às folhas verdes coletadas na planta (FVCP) e as folhas secas senescentes coletadas no chão (FSSCC), destacando-se as concentrações de cálcio e ferro. Comparando-se os valores do teor de ferro, determinados nas folhas (FVCP e FSSCC), com aqueles apresentados por Malavolta *et al.* (1989) para as mais variadas culturas, não foi constatado que nenhum vegetal cultivado com fins alimentares e econômicos chegasse a apresentar teores de ferro, nas suas folhas, comparáveis aos que as folhas da faveleira apresentaram (2431,25 mg de ferro por kg de matéria seca na

FVCP e 1590,50 mg de ferro por kg de matéria seca na FSSCC). Despontam-se assim a faveleira como uma fonte natural desse nutriente tão importante ao metabolismo humano e animal.

Os dados referentes à análise bromatológica de diferentes partes morfológicas de plantas de faveleira com espinhos, obtidos por uma média de quatro repetições, encontram-se listados na Tabela 5.

Tabela 5. Parâmetros bromatológicos de diferentes partes de plantas de faveleira com espinhos, em solo vertisol.

Parâmetros Químicos	Porções morfológicas				
	RF	RAA	FVCP	FSSCC	CV (%)
Proteína bruta (%)	5,875	4,730	13,997	7,467	8,09
Gordura bruta (%)	4,407	2,420	8,247	7,760	20,515
Fibra bruta (%)	28,810	58,145	18,940	17,365	11,670
Energia bruta (Cal/g)	2,927	4,572	4,230	4,062	5,993

* RF – Raízes finas; RAA – Ramos para alimentação animal; FVCP – Folhas verdes coletadas na planta; FSSCC – Folhas secas senescentes coletadas no chão; CV – coeficiente de variação.

Observa-se na Tabela 5, que as folhas verdes, coletadas de plantas da faveleira, apresentou maior teor médio de proteína bruta (13,99 %) comparado com os teores apresentados pelas demais frações estudadas. Considerando que o nível de 7 % de proteína bruta é o mínimo requerido pelos microorganismos do rúmen para o seu desenvolvimento, (Minsom, 1984), observa-se que as frações FVCP e FSSCC da faveleira apresentaram teores acima do mínimo, enquanto que as frações RF e RAA apresentaram-se com valores abaixo do mínimo requerido pelos microorganismos. Este fato indica que os animais alimentados com essas frações não apresentariam um bom desempenho produtivo, necessitando de suplementação.

Sabe-se que é prática normal a queda das folhas da faveleira e com senescência natural o seu aproveitamento pelos ruminantes na região semi-árida. De acordo com os valores encontrados para a fração FSSCC, observa-se que os animais poderão ter um bom aproveitamento, com teores de 7,5 % de proteína bruta e de 17,4 % de fibra bruta, considerados valores mínimos necessários em rações para ruminantes. Observa-se, ainda, que a fração FVCP apresenta com teor de fibra bruta semelhante ao da fração FSSCC, mas com um valor maior de proteína bruta o que proporcionaria melhores qualidades para um ruminante do que as demais frações.

Considerando a possibilidade de um melhor aproveitamento das diferentes partes estudadas como ração para ruminantes, poder-se-ia associar as frações FVCP e RAA, na proporção de 60 % de FVCP e 40 % de RAA, proporcionando uma ração com 10,3 % de proteína bruta e 34,6 % de fibra bruta, o que permitiria um melhor aproveitamento da fração ramos da faveleira para ruminantes, enquanto que uma associação das frações RAA e FSSCC, para atender o mínimo de 7,0 % de proteína bruta, seriam necessários 18 % de RAA e 82 % de FSSCC, indicando que o uso da fração FSSCC isolada é a melhor opção, ao invés de associá-la à fração ramos, que por sua vez teria uso limitado, pelos ruminantes, para a produção, devido o seu baixo teor de proteína bruta e o elevado teor de fibra bruta apresentado.

Conclusões

A produção de ramos finos e raízes para a alimentação animal e madeira para carvão foram, significativamente, superiores no solo vertisol seguido pelo bruno não-cálcico e litólico eutrófico.

Na análise química e bromatológica, a variedade sem espinhos foi superior nos teores de proteína, fósforo, potássio e cálcio para os ramos finos e proteína, fósforo e potássio para as folhas verdes.

A variedade sem espinhos mostrou-se superior em alguns dos parâmetros avaliados, demonstrando ter um potencial forrageiro maior do que o da variedade com espinhos. As análises das folhas senescentes mostraram valores qualitativamente inferiores, em relação às demais partes da planta.

As maiores concentrações de nutrientes foram encontradas nas folhas, destacando-se as concentrações de cálcio e ferro. Também, nas folhas verdes encontrou-se o maior teor de proteína bruta.

Considerando as exigências nutricionais dos ruminantes, as diferentes partes da faveleira estudadas se mostraram, quanto a composição bromatológica e mineral, capazes de suprir a dieta desses animais, na forma de rações, associando diversas partes da planta.

Desta forma, rações produzidas com as diferentes partes da planta avaliadas, poderão suprir a demanda nutricional de ruminantes na região do semi-árido.

Referências

1. ARAÚJO FILHO, J. A., Carvalho, F. C., Gadelha, J. A., Cavalcante, A. C. R., **Fenologia e valor nutritivo de espécies lenhosas caducifólias da caatinga**. In: Anais da 35ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zoologia, Botucatu: SBZ, 1998. p. 360-362.
2. BEZERRA, G. E. **Favela – Seu aproveitamento como forrageira**. Boletim Técnico, 30:1 (1972) 71-87.
3. BRAGA, R. **Plantas do nordeste, especialmente do Ceará**. 2. ed. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, 1960. 540p.
4. CONRAD, J. H., Mcdowell, L. R., Ellis, G. L., Loosli, J. K. **Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais**. Catálogo da Biblioteca do Congresso, Brasília, n. 84, p. 72136-72154, 1985.
5. DUQUE, J. G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 3. ed. Mossoró: ESAM – Fundação Guimarães Duque, 1980. 337p.
6. GALVÃO, I. B. **Forrageiras nativas do seridó**. Seleções Agrícolas, 15: 174 (1960) 13-17.
7. LIMA, J. L. S. **Plantas forrageiras das caatingas: usos e potencialidades**. Petrolina: Embrapa, 1986. 44p.
8. LUETZEELBULG, P. V. **Estudo Botânico do Nordeste**. Rio de Janeiro: MVOP – Instituto Federal de Obras Contra as Secas, 1923. 134p.
9. MALAVOLTA, E., Vitti, G. G., Oliveira, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas – princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
10. MELO, A. L. **Estudos taxonômicos sobre o gênero *Cnidoscopus Pohl* (Crotonoideae Euphorbiaceae) no Estado de Pernambuco – Brasil**. Recife: UFRPE, 2000. 153p. Dissertação Mestrado.
11. MINSOM, D. J. **Effects of chemical and physical composition of herbaje esten upon intake**. In: Hacker, J. B. (ed.) Nutritional limits to animal production from pasture. Reino Unido: Commonwealth Agriculture Bureaux, 1984, cap. 6, p. 167-182.
12. NÓBREGA, S. B. P. **A faveleira (*Cnidoscopus quercifolius*) como fonte alternativa na alimentação humana e animal no semi-árido paraibano**. João Pessoa: UFPB, 2001. 145p. Dissertação Mestrado.
13. SANTA ROSA, J. **Óleo de favela – Nova riqueza da região das secas**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, 1943. 300p.
14. OHTA, T., Endo, Y., Kikuchi, R., Kabuto, C., Harada, N., Nozoe, S. **Absolute stereochemistry of benzocycloheptenone derivatives from *Cnidoscopus phyllacanthus***. Tetrahedron 50:19 (1994) 5659-5568.
15. SILVA, A. M. A., Pereira Filho, J. M., Sousa, I. S., Vieira, E. L., Amorim, O. S. **Aceitabilidade por ovinos a espécies lenhosas do semi-árido paraibano**. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zoologia, 35, 1998, Botucatu. Anais. Botucatu: SBZ, 1998. p. 230-232.
16. VIANA, O. J., Carneiro, M. S. S. **Plantas forrageiras xerófilas I – Faveleira inerme (*Cnidoscopus phyllacanthus*) no semi-árido cearense**. Ciência Agronômica 22: 1 (1991) 17-21.

O PERFIL CONCEITUAL DE REAÇÕES QUÍMICAS THE CONCEPTUAL PROFILE OF CHEMICAL REACTIONS

Iterlandes Machado Júnior¹, Rafael Boussada Assis¹, Jomar Oliveira Vasconcelos¹, José Carlos Leandro de Sousa¹, Vitor Hugo Rodrigues dos Santos², German Enrique Cares Cuevas¹

RESUMO

Considerando-se as dificuldades observadas no ensino médio, numa escola da rede pública em Viçosa, Minas Gerais, Brasil, para a análise da evolução conceitual dos estudantes sobre reações químicas, procurou-se pesquisar como suas idéias podem ser transformadas no processo de ensino-aprendizagem. Pôde-se verificar o quanto a intervenção acadêmica foi capaz de contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem, confirmando a hipótese de que a estrutura de análise e planejamento proposto privilegia a negociação das idéias sobre reações químicas, afinal todos tem espaço para falar.

Palavras-chave: Fluxo do discurso, Perfil Conceitual, Reações químicas.

ABSTRACT

Considering the difficulties observed in high school of the public net in Viçosa, Minas Gerais, Brazil, for the analysis the students' conceptual evolution about chemical reactions, it was researched that your ideas can be transformed in the process of teaching and learning. It can verify the amount that academic intervention is able to contribute to the improvement of the process of teaching and learning. This confirms the hypothesis that the structure of analysis and planning benefits the negotiation of the ideas about chemical reactions, at last all have space to speak.

Key-words: Flow of discourse, Conceptual profile, Chemical reactions.

¹Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Departamento de Química CEP 36570-000, Viçosa – MG, e-mail: iterlandesmjr@yahoo.com.br.

²Escola Estadual Effie Rolfs, Campus da Universidade Federal de Viçosa. CEP 36570-000, Viçosa – MG

INTRODUÇÃO

Existem muitos problemas no ensino de química como a ênfase exagerada dada à memorização de fatos, símbolos, nomes, reações, equações, teorias e modelos que ficam parecendo não ter quaisquer relações entre si [Beltran e Ciscato, 1991]. Neste caso, não há um vínculo entre o conhecimento químico e a vida cotidiana do aluno, além disto, os estudantes quase nunca têm a oportunidade de vivenciar alguma situação de investigação, o que lhes impossibilita aprender como se processa a construção do conhecimento químico. Programas de ensino em química priorizam a quantidade de conteúdos em detrimento da qualidade. De acordo com os autores supracitados, talvez o maior problema e, derivado de todos os outros, seja o da dogmação do conteúdo químico. O conhecimento químico, nesse caso, é mostrado como algo absoluto, fora do espaço e do tempo, sem contradições e sem questões a desafiar o alcance de suas teorias. A escola passa a visão de que a Ciência só é acessível aos cérebros mais privilegiados: para dominá-la o estudante precisa ser um gênio [Beltran e Ciscato, 1991].

Para Mortimer e Machado [Mortimer *et. al.*, 1997], os currículos tradicionais têm enfatizado, na maioria das vezes, apenas aspectos conceituais da química, apoiados

numa tendência que vem transformando a cultura química escolar em algo completamente deslocado de suas origens científicas e de qualquer contexto social e tecnológico.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Química a aquisição do conhecimento, mais do que a simples memorização, pressupõe habilidades cognitivas lógico-empíricas e lógico-formais. Alunos com diferentes histórias de vida podem desenvolver leituras ou perfis conceituais sobre fatos químicos, que poderão inferir nas habilidades cognitivas. O aprendizado deve ser conduzido levando-se em conta essas diferenças. (...) As competências e habilidades cognitivas e afetivas desenvolvidas no ensino de Química deverão capacitar os alunos a tomarem suas próprias decisões em situações problemáticas, contribuindo assim para o desenvolvimento do educando como pessoa humana e como cidadão [BRASIL, 1999].

Para Mortimer, vários estudos disponíveis na literatura mostram que os alunos têm, sobre os diversos fenômenos classificados como reações químicas, concepções bem diferentes daquelas aceitas pela comunidade científica [Mortimer *et. al.*, 1995].

Rosa e Schnetzler [Schnetzler <i>et. al.</i> , 1998], avaliando as concepções alternativas dos alunos(as) para o conceito de transformação química, afirmam que os estudantes podem apresentar esse conceito como uma idéia de reagente principal, mudança de forma, cor ou estado físico ou como um processo de mistura. Podendo, ainda, tais idéias estarem configuradas em cinco categorias, a saber: desaparecimento, deslocamento, modificação, transmutação e interação química, as quais fundamentaram a discussão deste estudo.	O trabalho que se segue baseia-se, então, num estudo exploratório do desenvolvimento das idéias sobre interação química, formuladas em sala de aula a partir da noção de perfil conceitual. Neste contexto, aplicar a noção de perfil conceitual ao exame da evolução do conceito de reação química, por relacionar-se mais a dinâmica do que a estrutura química pode revelar interessantes facetas da noção de perfil não detectadas através do átomo [Mortimer, 2000].
---	---

Diante do exposto pergunta-se:

1. O que os alunos pensam sobre reações químicas?
2. Como suas idéias podem ser transformadas ao longo do discurso produzido com um grupo de professores/licenciandos, numa perspectiva crítica da ciência como forma de conhecimento?

OBJETIVOS

O objetivo geral foi estruturar as idéias dos alunos expressadas durante a aula sobre reações químicas em zonas que representam diferentes compromissos epistemológicos e características ontológicas distintas, para a construção do perfil conceitual de reações químicas.

Os objetivos específicos foram:

- Diagnosticar as concepções alternativas dos estudantes sobre reações químicas, aplicando a noção de perfil conceitual;
- Analisar a evolução do perfil conceitual da aprendizagem desse tema.

METODOLOGIA

Os dados foram obtidos a partir da observação e intervenção pedagógica sobre a unidade de reações químicas, sendo realizada durante dois meses em uma turma do 1º ano do ensino médio numa escola pública, localizada na cidade de Viçosa/MG. Todas as aulas foram lecionadas por quatro professores/licenciandos em química, orientadas por um professor do departamento de química da UFV e coorientadas, nesta escola, por um professor responsável pela disciplina de química geral.

De acordo com Schnetzler e Rosa [1998], existem duas formas de interesses ou necessidades no processo de conhecimento. A primeira é a de abordagem mais abrangente, que implica em estabelecer categorias diferentes para o mesmo conceito; poderíamos chamar de necessidade ontológica, existencial. A segunda é, em si, a necessidade de estabelecer relações com aspectos intuitivos e imediatos, a experiências iniciais e ao empirismo, de conhecer propriamente dita; poderia ser chamada de necessidade epistemológica.

Partindo-se desses pressupostos, optou-se inicialmente pela aplicação de um pré-teste, visando-se identificar as concepções alternativas dos alunos e planejar as ações futuras. Para tanto, apresentou-se, a seguinte questão: “o que você entende por reação química? Dê exemplos de transformações químicas em seu cotidiano”. As aulas se seguiram segundo uma ferramenta sociocultural conhecida como *fluxo do discurso* [Mortimer e Scott, 2002], sendo gravadas em áudio e transcritas. Posteriormente, alguns episódios foram escolhidos para análise das idéias desenvolvidas segundo a noção de perfil conceitual. Conforme Mortimer para planejar o ensino de acordo com o modelo de perfil conceitual, o professor pode explorar as diferentes zonas desse perfil e identificar os obstáculos epistemológicos e ontológicos que os alunos apresentam sobre o conceito [Mortimer, 2000].

O pressuposto deste trabalho foi de que o emprego da dinâmica discursiva conhecida como fluxo do discurso, aliado a noção de perfil conceitual, poderia auxiliar os alunos na aprendizagem sobre reações químicas.

A NOÇÃO DE PERFIL EPISTEMOLÓGICO E CONCEITUAL

No livro *A Filosofia do Não* [Bachelard, 1991], o autor apresenta a noção de perfil epistemológico a partir da idéia de que o desenvolvimento conceitual depende do seu estágio de maturidade, assim seria através de um tal perfil mental que se poderia medir a ação psicológica efetiva das diversas filosofias na obra do conhecimento.

O perfil epistemológico de Bachelard para um conceito é diferente de um indivíduo

para outro e é influenciado pelas diferentes experiências que cada pessoa possui. Esse perfil é constituído de diferentes zonas, que representam os diferentes níveis de conceitualização: a realista, a empirista, a racionalista clássica e a racionalista moderna [Schnetzler e Rosa, 1998].

Segundo as autoras citadas anteriormente, com exceção da primeira zona, que é pré-científica, a configuração das demais zonas conceituais se baseiam nas correntes filosóficas e históricas da ciência. Por exemplo, para o conceito de massa, as zonas do perfil epistemológico podem ser explicitadas da seguinte maneira e em ordem crescente de abstração e racionalidade:

Zona realista: é basicamente, o pensamento de senso comum (atribui massa aquilo que é pesado);

Zona empirista: ultrapassa a realidade imediata envolvendo a operacionalização criteriosa de técnicas de medida, como a utilização da balança. Nesta zona epistemológica, o conceito é concreto e mensurável, mas ainda não abrange as relações racionais;

Zona racionalista clássica: os conceitos passam a fazer parte de uma rede de relações racionais (a massa é definida como um quociente entre força e aceleração). A relação entre massa, força e aceleração é analisada pelas leis racionais da aritmética;

Zona racionalista moderna: as noções simples da ciência clássica se tornam complexas e parte de uma rede mais ampla de conceitos (segundo a teoria da relatividade, a massa de um objeto é relativa à taxa de deslocamento do mesmo).

Existe ainda a zona racionalista contemporânea, em desenvolvimento, que englobaria os avanços mais recentes da ciência através de estudos sobre a forma, fractais e sistemas não-lineares, que permitem a incorporação, como objeto de estudo, de sistemas caóticos, como reações distantes do equilíbrio químico, sistemas irreversíveis, etc [Mortimer, 1992].

Para o perfil epistemológico do conceito de massa existem diferenças com relação aos níveis de suas zonas se considerarmos, por exemplo, dois indivíduos diferentes: uma pessoa ligada ao senso comum e um físico. A primeira apresentará, segundo esse modelo, um nível maior de utilização de idéias ligadas à zona realista, enquanto o físico lançará mão de concepções situadas na zona racionalista clássica ou moderna [Mortimer, 2000].

O perfil epistemológico de Bachelard é fortemente influenciado pelas diferentes experiências que cada pessoa tem pelas suas raízes culturais diferentes. A figura 1 reproduz o perfil epistemológico que o autor usa para ilustrar o seu próprio conceito de massa. A altura de cada zona do perfil corresponde à extensão na qual essa “maneira de ver” está presente no pensamento individual, o que é definido pelo background cultural e pelas oportunidades que o indivíduo tem de usar cada divisão do perfil na sua vida.

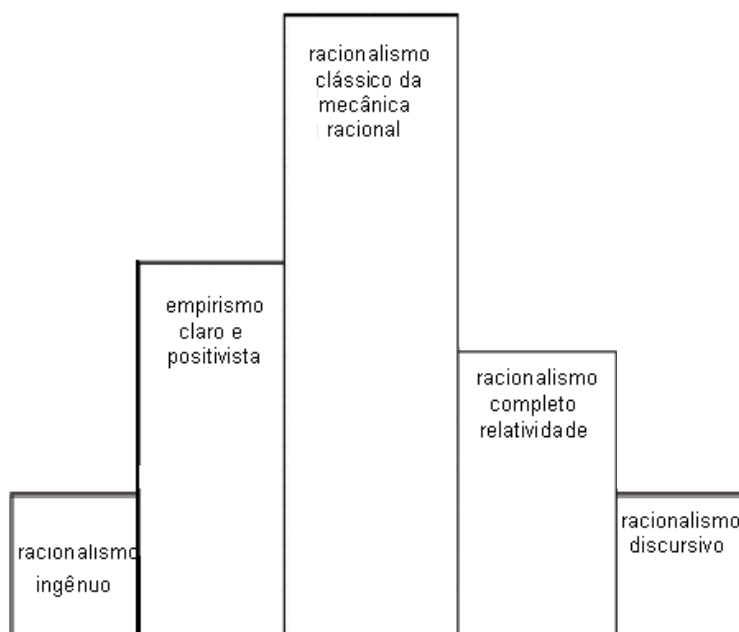


Figura 1. O perfil epistemológico de Bachelard em relação ao conceito de massa [Mortimer, 2000].

Quanto maior é uma determinada zona do perfil, mais forte é essa característica do conceito no perfil como um todo. Esta noção de perfil epistemológico representa um importante avanço na tentativa de superação de modelos de mudança conceitual na medida em que considera a possibilidade de evolução na construção dos conceitos [Schnetzler e Rosa, 1998].

A noção de perfil conceitual que nos auxiliou nessa pesquisa foi proposta por Mortimer, visando-se construir um conceito para o átomo [Mortimer, 1994]. Está baseada na visão epistemológica de Bachelard e na epistemologia genética de Jean Piaget. Para este último, o conceito de estrutura cognitiva é central em sua teoria.

Estruturas cognitivas são padrões de ação física e mental subjacentes a atos específicos de inteligência e correspondem a estágios do desenvolvimento. As estruturas cognitivas mudam através dos processos de adaptação: assimilação e acomodação para formar o significado da experiência. A assimilação envolve a interpretação de eventos em

termos de estruturas cognitivas existentes, enquanto que a acomodação se refere à mudança da estrutura cognitiva para compreender o meio. Assim, o desenvolvimento cognitivo consiste num esforço constante para se adaptar ao meio em termos de assimilação e acomodação, buscando um estado de maior equilíbrio [Wadsworth, 1987].

A teoria da equilibração de Piaget é similar a outras perspectivas de aprendizado construtivistas (Ausubel, Bruner, Gagné, Paulo Freire, dentre outros). A visão construtivista de aprendizagem [Braathen e Hewson, 1988] afirma que as pessoas constroem e reconstróem seu próprio conhecimento ao longo da vida, e que este conhecimento passa por mudanças tanto quantitativas como qualitativas (mudanças conceituais) ao longo do tempo, além disto, o conhecimento que o estudante traz consigo para um dado episódio de aprendizagem é crucialmente importante pois determina a base (conhecimento prévio) para a construção do novo conhecimento, sobre como se dará esta construção e com isso, determina o resultado final do processo.

Para a noção de perfil conceitual, as idéias que os alunos possuem sobre um dado conceito não são descartadas nem têm seu status diminuído pela aprendizagem de uma visão alternativa [Mortimer, 2000]. O novo conceito não precisa ser necessariamente dependente das concepções prévias (componentes da zona realista) desde que seja aplicado em uma diferente zona do perfil [Schnetzler e Rosa, 1998].

A noção de perfil conceitual é constituída, de cinco zonas: realista, animista, substancialista, empírica e racionalista.

Zona realista: relativa às idéias do senso comum vinculada estritamente às sensações, sem que seja feita uma reflexão sobre a sua natureza;

Zona animista: atribui vida ou propriedades antropomórficas a objetos inanimados.

Zona substancialista: representa a idéia de entidade material;

Zona empírica: relativa a visão materialista;

Zona racionalista: constituindo-se num corpo de noções e já não apenas como um elemento primitivo de uma experiência imediata.

Com base nesta categorização, qualquer pessoa pode possuir mais de uma forma de compreensão da realidade, que poderá ser usada em contextos apropriados [Mortimer, 2000]. Completa ainda que o processo de superação dos obstáculos em sala de aula pode ser explicado dentro desse novo sistema como fruto das interações no plano intermental e não mais como uma acomodação de uma perturbação que preserva

o esquema anterior [Mortimer, 2000].

Deste modo a aprendizagem é vista como construção de novas zonas num perfil conceitual, que não necessariamente implicam num abandono de concepções pertencentes a outras zonas, mas na consciência das relações entre essas diferentes zonas conceituais e a identificação de contextos em que uma e outra zona pode ser aplicada [Mortimer et. al., 2001].

Com isso, torna-se possível ensinar um conceito até certo nível sem se referir a ele num nível menos elevado, desde que essas duas zonas do perfil conceitual sejam epistemologicamente e ontologicamente diferentes.

A NOÇÃO DE PERFIL CONCEITUAL DE REAÇÕES QUÍMICAS

Descrição dos Primeiros Resultados Encontrados

A intervenção acadêmica consistiu-se de aulas expositivas e demonstrativas em uma turma de 36 alunos, sob uma abordagem progressista, ancorada no ensino de química para formar o cidadão, numa visão holística, com relações dialógicas reflexivas, valorizando a curiosidade, o espírito científico e a criatividade como elementos necessários para que os jovens pudessem adquirir uma postura crítica e participativa frente ao avanço tecnológico que marca o novo milênio.

Como modelo representacional, foram apresentadas algumas transparências com tabelas e figuras, modelos moleculares (feitas com bolinhas de isopor) e algumas equações químicas (ilustradas no quadro) para que os estudantes tivessem uma melhor compreensão inicial da reorganização ou rearranjo dos átomos, visando a obtenção dos produtos da reação mencionada anteriormente.

Como modelo fenomenológico, primeiramente, foram demonstradas algumas reações de precipitação (visando-se evidenciar algumas transformações químicas, em função das propriedades químicas das substâncias envolvidas). Exemplificou-se, ainda, a sublimação da naftalina, o que possibilitou diferenciá-la das transformações químicas. Destacou-se, ainda, o emprego das substâncias reagentes e produtos formados, em produtos e serviços utilizados na sociedade. Posteriormente, procurou-se interpretar o conjunto de conceitos cuja significação inicial foi constituída, num novo contexto social, considerando-se o estudo de algumas propriedades químicas do iodo e sua obtenção, a partir de sua tintura comercial.

Inicialmente, os alunos foram desafiados a resolver algumas questões (pré-teste) pertinentes aos dados levantados pela observação, em contextos diferenciados; de

modo que se pôde observar através do discurso produzido, o quanto estes foram capazes de se identificarem com o tema proposto.

A partir dos resultados de pré-teste, constatou-se que as concepções prévias de 77,0% dos alunos avaliados, fundamentaram-se no senso comum (zona conceitual realista). Destes, 42,4% apresentaram-se com categoria de idéias sobre reação química concebidas a partir de mudanças visuais; 23,1% como a algum tipo de mistura; 7,7% acreditam na existência de perda ou destruição da matéria e outros 3,8% dos alunos não apresentaram nenhuma distinção entre o fenômeno observado, as leis utilizadas para explicar a conservação das massas das substâncias participantes e o modelo de isopor empregado para evidenciar a reorganização ou rearranjo dos átomos das substâncias de partida, dando origem aos produtos da reação. Outros 19,2% dos alunos avaliados apresentaram um perfil conceitual substancialista, com categoria de idéias sobre corpos materiais com características semelhantes às suas substâncias constituintes ou, ainda, conferiram atributos de substâncias às propriedades organolépticas das mesmas, como o cheiro e a cor. Por último, verificou-se que 3,8% destes estudantes,

atribuem à transformação química algum tipo de capacidade (propriedade antropomórfica) do objeto de se transformar, configurando-se numa zona de perfil conceitual animista.

Conforme Driver apud [Schnetzler *et. al.*, 1998], é possível que os alunos assimilem conceitos sobre átomos e moléculas e suas representações do modo pretendido nas aulas de ciências mas, quando se encontram diante de um fenômeno que tenham que explicar, tendem a considerar relevantes não as noções que lhe foram ensinadas mas sim as idéias intuitivas próprias, das experiências de cada um.

É necessário enfatizar que a forma como as tarefas são estruturadas é responsável, em grande parte, pelo aparecimento e superação dos obstáculos no processo de construção de um modelo interacionista, o qual descreve as reações químicas como um rearranjo dos átomos das substâncias reagentes. Por esta razão, optou-se em propor uma seqüência de atividades em torno de cada fenômeno representado pelo quadro 1, segundo a ferramenta sociocultural conhecida como *fluxo do discurso* [Mortimer e Scott, 2002]:



**Titulação Potenciométrica
de Óleos e Gorduras**
Para a produção de BioDiesel

0xx-51-3019-0683

Intenções do professor	<ul style="list-style-type: none"> • Explorar as idéias dos estudantes sobre transformações químicas. • Tomada de consciência: Resolução de exercícios, baseados em temas sociais, diferenciando transformações químicas e físicas. • Contra-exemplos: Evidências experimentais de transformações físicas (misturas de substâncias), com e sem mudança de cor.
Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> • Mover a descrição de transformações químicas como mudança de cor ou simples mistura de substâncias, para um rearranjo dos átomos que constituem estas substâncias.
Abordagem	<ul style="list-style-type: none"> • Interativa/dialógica (mas com algumas intervenções de autoridade pelo professor e licenciandos)
Padrões de interação	<ul style="list-style-type: none"> • I – R – P – R – F ...
Formas de intervenção	<ul style="list-style-type: none"> • Selecionar as idéias dos estudantes

adaptado de Mortimer e Scott [Mortimer e Scott, 2002]

Quadro 1. Mistura de sal e água: Fenômeno físico, químico ou depende do sal?

Sendo:

I – Iniciação do Professor

R – Resposta do aluno

P – Ação discursiva de permitir o prosseguimento da falado aluno

F – Feedback

De acordo com os autores citados anteriormente, o *fluxo do discurso* produzido possibilita a evolução das idéias dos alunos e permite, ao pesquisador, ter acesso a esta, atendendo algumas necessidades, tais como: a descrição, a explicação e a generalização dos conceitos sobre as transformações químicas. Ainda a seqüência de atividades em torno de cada fenômeno, prevendo discussões alternadas em grupos e discussões com a participação de toda a classe, permite a ida e vinda das idéias, a consolidação de certas tendências além do enfraquecimento de outras [Mortimer e Scott, 2002].

Descrição e Análise do Desenvolvimento do Discurso Produzido Durante a Aula sobre Reações Químicas

Escolheu-se um episódio mais representativo entre alunos e professor acerca do objeto de análise, propondo-se o seguinte questionamento:

A adição de sal de cozinha na água pode ser representada pela seguinte equação: $\text{NaCl}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Na}_{(aq)}^+ + \text{Cl}_{(aq)}^-$. Podemos, então, afirmar que a dissolução do sal não envolve uma reorganização ou rearranjo de átomos, que justifique a ocorrência uma transformação química.

Sabendo-se que a equação química que representa a dissolução do sulfato de cobre em água é: $\text{CuSO}_{4(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Cu}_{(aq)}^{2+} + \text{SO}_{4(aq)}^{2-}$, podemos afirmar que houve apenas uma transformação física?

SEQÜÊNCIA 1

P – Professor; A _n – Aluno (a); G _n – Grupo; T – Turma.	acreditam que houve uma transformação física. Por quê? Porque não está tendo uma interação entre as moléculas. Como vocês puderam observar isso? (o professor representa, por meio da equação química, a transformação no quadro).
A ₁ /G ₆ – Eu acho que sim porque do mesmo jeito que ocorre com o cloreto de sódio na água, ele só dissolve. Não há nenhuma reação não, só uma dissolução.	A ₅ /G ₂ – Por causa que alí, ó, tem CuSO ₄ , repetiu do lado de cá e o aquoso apenas tá significando líquido.
P – O que os outros acham sobre a opinião deste grupo?	P – O termo aquoso indica que há uma substância, no caso o sal, dissolvido na água.
A ₂ /G ₃ – A gente acha que sim. Porque depois você pode retirar o sal da água. Então, não ocorreu uma reação química.	A ₅ /G ₂ – Então, é a mesma molécula, mas formou uma mistura!
A ₃ /G ₇ – Teve uma reação química. Pois, o sabor da água muda quando colocamos sal nela.	P - O que vocês acham? Esta mistura será homogênea ou heterogênea? (Pergunta direcionada ao grupo 1).
A ₄ /G ₅ – Quando colocamos sal na água não há reação. Mas, se colocarmos muito sal, aí, a água fica turva; então, ocorrerá a reação.	A ₆ /G ₁ – No caso, seria homogênea, tendo uma única fase, dependendo do tanto de sal. Se colocarmos muito sal vai ter uma reação.
A ₅ /G ₂ – Eu acho que houve uma transformação física, porque não houve uma transformação das moléculas.	P – Muito bem. Eles destacaram novamente que quando adicionamos sal à água, a princípio,
P – Vamos retomar a fala do grupo. Eles	

não ocorrerá uma reação química. No entanto, se acrescentássemos mais sal, a mistura vai ficar turva, indicando a ocorrência de transformação química. O grupo 4 concorda com essa idéia?

A₇/G₄ – É lógico que não tá.

P – Por quê?

A₇/G₄ – Porque não ocorreu fermentação, mudança de cor ou aparece bolha.

P – Quem concorda que houve uma transformação química, levante a mão (*Quatro estudantes ergueram a mão*). A maioria acredita que não há uma transformação química. Vamos

ver isso na prática? Ele vai adicionar um pouquinho de sulfato de cobre na água. Observem só. Mostra para a turma (ver figura 2).

A₈ – Ficou azul! Ta vendo? (*Risadas*)

P – Agora nós vamos adicionar o sulfato de cobre em álcool. Mudou de cor?

T – Não.

P – Houve precipitação do sulfato de cobre no álcool e a mistura não ficou azul, como na água. Certo? Agora vamos tentar entender. Pra gente falar se teve uma reação química, ou não, precisamos pensar sobre o que está ocorrendo.



Figura 2. Aluno e professor em apresentação de experimento à turma

A partir deste momento houve a explicação do fenômeno de dissolução, considerando a solvatação dos íons como um processo de transformação química. Em seguida, diferenciou-se a estrutura da molécula de água com a molécula de álcool, com a finalidade de justificar a não dissolução do sal no álcool devido ao impedimento espacial oferecido pela cadeia carbônica do etanol. Desta forma, pôde-se justificar a cor azul da solução pela formação do cobre na forma de hidrato e confirmar a ocorrência de reação química.

Procurou-se, ainda, diferenciar a formação de mistura homogênea (em termos de dissolução de CuSO_4 em água) da mistura heterogênea (obtida a partir da adição de CuSO_4 em álcool).

O primeiro aspecto relevante para análise diz respeito à esfera comunicativa de circulação, o que pode ser transformado em uma pergunta: quais são as vozes presentes no episódio estudado?

O professor tem uma função fundamentalmente organizadora de vozes. Assim, ele vai

<p>reorganizar e muitas vezes redirecionar as falas/informações que emergem dos diferentes lugares sociais.</p> <p>A partir da “atmosfera do já-dito”, ele provoca respostas dos alunos que irão reestruturar um conhecimento já produzido em falas sobre o mesmo assunto. Isto fica claro quando é destacada a fala do grupo 2 para o grupo 1 e deste, para o grupo 4. Este direcionamento vai possibilitar que o discurso pretendido siga adiante, abrindo possibilidades para o conflito de idéias e para que novos conceitos sejam introduzidos.</p> <p>Este aspecto também reafirma e consolida o papel do professor nesta esfera de circulação com interlocutores, ocupando uma posição assimétrica, não de autoridade, mas envolvido em uma lógica de pensamento capaz de ser compartilhada com seus alunos.</p> <p>Interessante notar que há uma intensa negociação de significados por parte dos alunos. Apesar do interesse do professor em aprofundar a diferença de mistura homogênea e heterogênea, os estudantes introduzem no assunto e relaciona a este, a quantidade de sal adicionado como um “divisor” de transformações físicas e químicas, o qual não estava presente no início da discussão. Mas, de rica importância no estudo de soluções. Agora é a voz do aluno que ecoa.</p> <p>À primeira vista, presume-se que a produção discursiva nos trabalhos desenvolvidos se dá exclusivamente através de gêneros</p>	<p>primários (senso comum). No entanto, através da análise do movimento discursivo entre professor e alunos, é possível perceber um contínuo exercício de construção dos gêneros secundários (científicos) em um diálogo permanente entre novas categorias como parte da aprendizagem e do desenvolvimento do sujeito-locutor.</p> <p>Pode-se afirmar que a negociação de significados privilegia o fluxo de idéias e este, por sua vez, possibilita explorar novas negociações, mesmo com posições hierárquicas assimétricas. Isto caracterizaria uma possibilidade de polifonia, exercitando no indivíduo as diferentes expressões de suas idéias.</p> <p>Na análise do discurso desenvolvido pelos grupos, pôde-se categorizá-los em função das idéias propostas. Assim, os grupos 1 e 4 foram constituídos por alunos que demonstraram uma visão realista, com idéias sobre os fenômenos estudados, formadas essencialmente a partir de mudanças visuais (turvação da água).</p> <p>O grupo 5 é formado pelos alunos que deram definições realistas, ainda sem fazer relação entre mistura e reação química, no contexto especificado. Durante a discussão, verificou-se a mesma intervenção do aspecto da mudança visual, o qual sobrepôs a idéia de simples união de substâncias diferentes.</p> <p>O conjunto formado pelos alunos dos grupos 1, 4 e 5 representa 43,75% de todos os participantes da discussão.</p>
---	---

<p>O grupo 2 é constituído pelos alunos que deram definições realistas, em pré-teste, baseadas em mudanças visuais (forma, cor ou estado), ainda sem fazer distinção entre fenômenos físicos e químicos. Este grupo é formado por 5 alunos, o qual representa 15,62% de todos os participantes da discussão.</p>	<p>mais capaz de caracterizar a transformação como física, negando a possibilidade de uma reação química. Não foi feita qualquer distinção sobre a espécie de sal retirado da água e adicionado e, também não mencionou se a quantidade de sal adicionado e retirado da água seria a mesma, o que poderia evidenciar a conservação da massa, indistintamente da ocorrência, ou não, de um fenômeno químico.</p>
<p>Em segundo momento, quando o aluno atribuiu a formação de um novo líquido (resultado da dissolução do sal), verificou-se, que ainda havia uma visão contínua da matéria. No final, a interferência dada pelo aluno-professor o conduziu à reformulação de suas concepções sobre mistura, superando o obstáculo da continuidade. Mediante o discurso produzido, pôde-se perceber nas falas do aluno, que foi estabelecida uma distinção clara entre tais fenômenos, explicitados por meio do modelo representacional (equação química), o qual conduziu a uma explicação da transformação das moléculas, numa abordagem racionalista.</p>	<p>O grupo 6 é constituído por três alunos que não participaram do pré-teste, não sendo, portanto, suas concepções sobre transformações químicas classificadas inicialmente segundo as zonas de perfis conceituais. Compõem, ainda, este grupo dois alunos que deram definições realistas, com características de idéias distribuídas entre mudança visual (visão de grande parte da turma).</p>
<p>O professor não se preocupou em diferenciar agregados iônicos de moléculas, considerando, ainda, inapropriada para o nível de desenvolvimento em que os alunos se encontravam. O fato do grupo 2 não constatar a conservação de massa, apesar de referir-se às moléculas, reforça a visão do professor Eduardo Mortimer [Mortimer, 2000], em que há uma certa independência entre conservação de massa e o uso do modelo atomista.</p>	<p>O conjunto formado pelos alunos dos grupos 3 e 6 representa 28,13% de todos os participantes da discussão. Estes estudantes mantiveram suas definições baseadas no senso comum (realista), ainda sem apresentar qualquer relação entre mistura e reação química.</p>
<p>O grupo 3 optou por considerar o processo de separação de mistura, como o</p>	<p>O grupo 7 é constituído pelos alunos que apresentaram definições substancialistas para as transformações químicas, em pré-teste, citando exemplos como a transformação das cores, do cheiro e da árvore transformada em papel. Observa-se que esta zona conceitual, está novamente presente na caracterização da transformação, agora evidenciada como uma mudança no sabor da água. Este grupo é</p>

<p>formado por 4 alunos, o qual representa 12,50% de todos os participantes da discussão.</p> <p>Segundo Mortimer, a visão substancialista representa um forte obstáculo e muitos dos avanços científicos não foram suficientes para a sua superação. Essa é uma idéia que vai estar presente até meados do século XIX, entre os cientistas, e pode ser freqüentemente observada em contextos didáticos, mesmo que seu uso não seja consciente [Mortimer <i>et. al.</i>, 2001].</p> <p>Os grupos 1, 3, 4, 5 e 6 estão mais distantes de uma visão interacionista, pois não apresentaram nenhuma concepção atomística que a evidenciasse, de maneira dinâmica. Estas idéias têm muito mais relação com um pensamento do senso comum, pois, apresenta, indiscriminadamente, o uso de analogias sem muito cuidado com seus resultados.</p> <p>O grupo 7, apresenta-se numa posição intermediária entre os grupos citados anteriormente e o grupo 2. Além de indicarem uma visão contínua e substancialista ao definir e exemplificar as transformações químicas, ainda, diferenciando-as das transformações físicas, este grupo não faz nenhuma aproximação com um modelo de interação química, não considera a conservação da massa e a</p>	<p>formação de mistura, o que nos leva a avaliar que os alunos desse grupo, apresentam indiscriminadamente analogias com o comportamento macroscópico, sem maiores preocupações. Esta zona conceitual substancialista para o conceito de reação química, aproxima mais de idéias formuladas a partir de estímulos sensoriais (principalmente a mudança visual). Isto, explicaria o grande obstáculo apresentado para a reflexão sobre a dinâmica das interações químicas, pois independe que uma noção atomística seja devidamente pré-estabelecida.</p> <p>O grupo 2, apesar de não constatar a conservação da massa para os fenômenos estudados, usou uma representação descontínua e racionalista em suas explicações, através de equações químicas (abordagem microscópica da matéria), alcançando a idéia caracterizada como interacionista. O pensamento desses alunos pode ser interpretado, a partir do discurso produzido, como o mais próximo da concepção aceita pela comunidade científica clássica. Este grupo, certamente está preparado para avançar em direção a uma nova definição racionalista, considerando, por exemplo, as variações de energia que ocorrem durante essas reações químicas (explorados na unidade de termoquímica).</p>
---	--

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego da dinâmica conhecida como fluxo do discurso, possibilitou a percepção de como a valorização das vozes enunciadas pelos alunos permite ao professor explorar novas categorias de idéias, mesmo com posições hierárquicas assimétricas, abrindo espaço para a identificação e superação dos obstáculos ontológicos e epistemológicos.

A relação entre os sujeitos com o objeto de conhecimento, baseia-se principalmente a partir de estímulos sensoriais (principalmente a mudança visual). Isto, explicaria o grande obstáculo apresentado para a reflexão sobre a dinâmica das interações químicas, pois independe que uma noção atomística seja devidamente pré-estabelecida. Sugerimos, neste caso, que sejam apresentados experimentos em que haja mudança visual sem reação química e, ou reação química sem mudança visual, devendo ser enfatizadas outras formas de identificação da transformação (como a transferência de calor). No entanto, vale ressaltar que embora o conflito cognitivo não tenha sido um fator determinante e nem limitante para a evolução conceitual na forma almejada, parece ter exercido um efeito sinérgico para a efetivação da mesma.

A avaliação da intervenção pedagógica tem apresentado melhores resultados em situações onde os objetivos do grupo combinam com as responsabilidades individuais. Por isso, é importante que sejam feitas avaliações paralelas, tanto dos resultados do grupo quanto das aprendizagens individuais.

Acreditamos que estas reflexões possam indicar caminhos interessantes a serem seguidos, seja na caracterização dos gêneros envolvidos em diferentes situações de produção, seja nos diferentes papéis atribuídos aos interlocutores, seja na construção do conhecimento científico, seja na busca das diferentes vozes que ecoam no ensino de reações químicas, enfim, a todas estas possibilidades oferecendo contribuições à pesquisa e ao ensino de Química.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. BACHELARD, G. **A Filosofia do Não**. 5ª edição, Editorial Presença, Lisboa, 1991.
2. BELTRAN, N.O. & CISCATO, C.A.M. **Química**. São Paulo, Cortez, 1991.
3. BRAATHEN, P.C. & HEWSON, P.W. **Um Estudo de Caso de Conhecimento Prévio, Abordagem de Aprendizagem e Troca Conceitual num Programa de Química Introdutória Universitária**. Encontro Anual da Associação Americana para a Pesquisa em Educação Científica. Lago Ozark, Montana, 1988.
4. BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**, In: Conhecimentos de Química. Ciências da Natureza, Matemática suas Tecnologias – Parte III. Brasília, 1999.
5. DRIVER, R., ASOKO, H., LEACH, J., MORTIMER, E.F., SCOTT, P. **Construindo o Conhecimento Científico na Sala de Aula**. *Química Nova na Escola*. São Paulo, n.9, p. 31-40, mai. 1999.
6. MORTIMER, E. F. **"Evolução do Atomismo em Sala de Aula: Mudança de Perfis Conceituais"**. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 1994.
7. MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.
8. MORTIMER, E. F. & AMARAL, E.M.R. **Uma Proposta de Perfil Conceitual para o Conceito de Calor**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. Porto Alegre: v.1, n.3, p.5 - 18, 2001.
9. MORTIMER, E. F. & MACHADO, A.H. **Múltiplos Olhares sobre um Episódio de Ensino "Por que o Gelo Flutua na Água?"** In: Anais [do] Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências. Belo Horizonte: UFMG-FE; UNICAMPFE, 1997.
10. MORTIMER, E.F., MACHADO, A.H., ROMANELLI, L.I. **A Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos**. *Química Nova*, vol.23, n.2, São Paulo. Mar./Apr. 2000.
11. MORTIMER, E. F. & MIRANDA, L.C. **Concepções dos Estudantes sobre Reações Químicas**. *Química Nova na Escola*. São Paulo, n.2, p. 23-26, nov. 1995.
12. MORTIMER, E. F. & SCOTT, P. H. **Atividades Discursivas nas Salas de Aula de Ciências: Uma Ferramenta Sociocultural para Analisar e Planejar o Ensino**. Publicação eletrônica. 2002. http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n3/v7_n3_a7.htm.
13. ROSA, M.I.F.P.S & SCHNETZLER, R.P. **O Conceito de Transformação Química**. *Química Nova na Escola*. São Paulo, n.8, p. 31-35, nov. 1998.
14. SCARPA, D.L. **Conhecimento – A dinâmica de Produção do Conhecimento: Processos de Intervenção e Transformação**. Publicação eletrônica. 2000. <http://www.fae.unicamp.br/br2000/trabs/1900.doc>.
15. SCHNETZLER, R.P. & ROSA, M.I.F.P.S. **O Perfil Epistemológico de Bachelard e a Noção de Perfil Conceitual para a Transformação Química**. Publicação eletrônica. 1998. <http://www.moderna.com.br/moderna/quimica>.
16. WADSWORTH, B.J. **Piaget para o Professor da Pré-Escola e 1º grau**. 2.ed. São Paulo: Pioneira, 1987.

Cursos oferecidos pelo Grupo Tchê Química

- * Disposição final de resíduos sólidos urbanos



- * Biodiesel



Tchê

www.tchequimica.com

Química

- * Sabões e Detergentes



Para maiores informações acesse www.tchequimica.com
ou ligue (51) 3019-0683

PROF. DR. ANILDO BRISTOTI (1936-2004), UM CIENTISTA PIONEIRO DO RIO GRANDE DO SUL

Lavinel G. Ionescu
SCIENCO Scientific Consulting Services
Huntington Beach, Califórnia, USA

Anildo Bristoti nasceu em 28 de Março de 1936 em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul e faleceu, vítima de acidente de trânsito, perto de Três Coroas em 24 de Abril de 2004.

Estudou química, física e matemática na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e na Universidade Federal do Rio Grande e se formou em matemática pela UFRGS em 1960. Obteve o grau de Mestre em Física na University of Califórnia at Los Angeles (UCLA) em 1967 e o Doutorado em Engenharia da Energia na mesma universidade em 1970.

Ocupou vários cargos administrativos entre os quais mencionamos o de Chefe do Departamento de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e dos Materiais (UFRGS), Coordenador do Núcleo de Assuntos Energéticos (UFRGS), Secretário da Comissão Estadual de Energia – CENERGS, Assessor Científico da Pró-Reitoria de Pós-Graduação da Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA).



Prof. Dr. Anildo Bristoti 1936-2004

Lecionou por mais de quarenta anos em várias universidades ministrando disciplinas de física, ciência dos materiais, química e engenharia.

As suas linhas principais de pesquisa trataram de fontes renováveis e utilização de energia e de planejamento energético.

As suas áreas de atuação incluíram planejamento urbano e regional, química orgânica, termodinâmica, engenharia química, engenharia elétrica e sistemas elétricos de potência.

Foi orientador de aproximadamente sessenta (60) alunos de mestrado e doutorado, principalmente na UFRGS e nos últimos anos na ULBRA. A grande maioria deles atua em engenharia, física ou química no Brasil e no exterior, como por exemplo, no Uruguai.

Publicou mais de cinquenta (50) trabalhos científicos, tratando desde ligas metálicas, carboquímica, teoria de grupo na espectroscopia Raman até utilização de energia, fontes renováveis e desenvolvimento sustentável.

Conhecemos o Prof. Dr. Anildo Bristoti logo após a nossa chegada em Porto Alegre em 1983. Na época, ele era Coordenador do Programa de Mestrado em Engenharia Metalúrgica (PPGEM) na UFRGS e nos convidou para participar do Programa como Professor e Orientador. Desde então, trabalhamos junto, primeiro no PPGEM, depois no Departamento de Físico-Química da UFRGS, na PUCRS e nos últimos oito anos na Universidade Luterana do Brasil –ULBRA, em Canoas.

Na Escola de Engenharia da UFRGS, o Prof. Dr. Anildo Bristoti, em colaboração com outros professores ajudou implantar o Curso de Doutorado em Engenharia Metalúrgica e dos Materiais (PPGEMM) e teve papel importante nos Cursos de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Engenharia Civil.

No Instituto de Química da UFRGS, o Prof Anildo, junto com o Prof. Dr. José Schifino e a nossa pessoa, fez parte da Comissão Fundadora do Curso de Pós-Graduação em Química (1985) e da Primeira Comissão Coordenadora do CPGQ. A partir de 1997, o Prof. Anildo participou principalmente de vários cursos de pósgraduação na ULBRA em Canoas, entre os quais citamos o Programa de Pós-Graduação em Ciências e o Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Energia, Ambiente e Materiais. Morreu perto de Três Coroas e Igrejinha num Sábado de manhã, à caminho da ULBRA em Canoas, onde ia ministrar uma aula de pós-graduação em engenharia.

Na ULBRA também fazia parte do Corpo Editorial da revista Brazilian Journal of Materials Science and Engineering e da revista Tecnología.

O Prof. Dr. Anildo Bristoti foi o primeiro a introduzir o processo de extração com fluidos supercríticos no Rio Grande do Sul e a única pessoa que conhecemos no Brasil que ministrou uma disciplina avançada de termodinâmica de processos irreversíveis.

A maior preocupação durante a vida inteira dele foram a divulgação e aplicação do conhecimento científico, principalmente no que tange utilização e fontes renováveis de energia, desenvolvimento ecológico e sustentável e preservação da natureza. Em termos práticos, salientamos as microdestilarias de álcool, geração e distribuição de energia elétrica e o Parque das Cachoeiras, obra prima da Natureza e do Prof. Dr. Anildo Bristoti, em São Francisco de Paula, sua terra natal.

Aqueles de nós que tiveram o privilégio de conhecer e conviver com o Prof. Anildo se lembram dele como uma pessoa sempre bem disposta, alegre, contente, cheia de pensamento positivo, pujança e dinamismo. Para ele quase tudo era possível. O Prof. Anildo era um verdadeiro catalisador, aglutinador e agregador, quando se tratava de trabalho em grupo.

Nos últimos anos adquiriu também a cidadania italiana e mudou o seu sobrenome para Bristot, em homenagem e respeito aos seus antepassados.

Com a passagem do Prof. Dr. Anildo Bristoti para outros planos mais energéticos, a ciência e a tecnologia do Rio Grande do Sul perderam um grande dínamo, motor e propulsor. O seu exemplo de pioneiro e desbravador científico porém permanecerá por muito tempo.

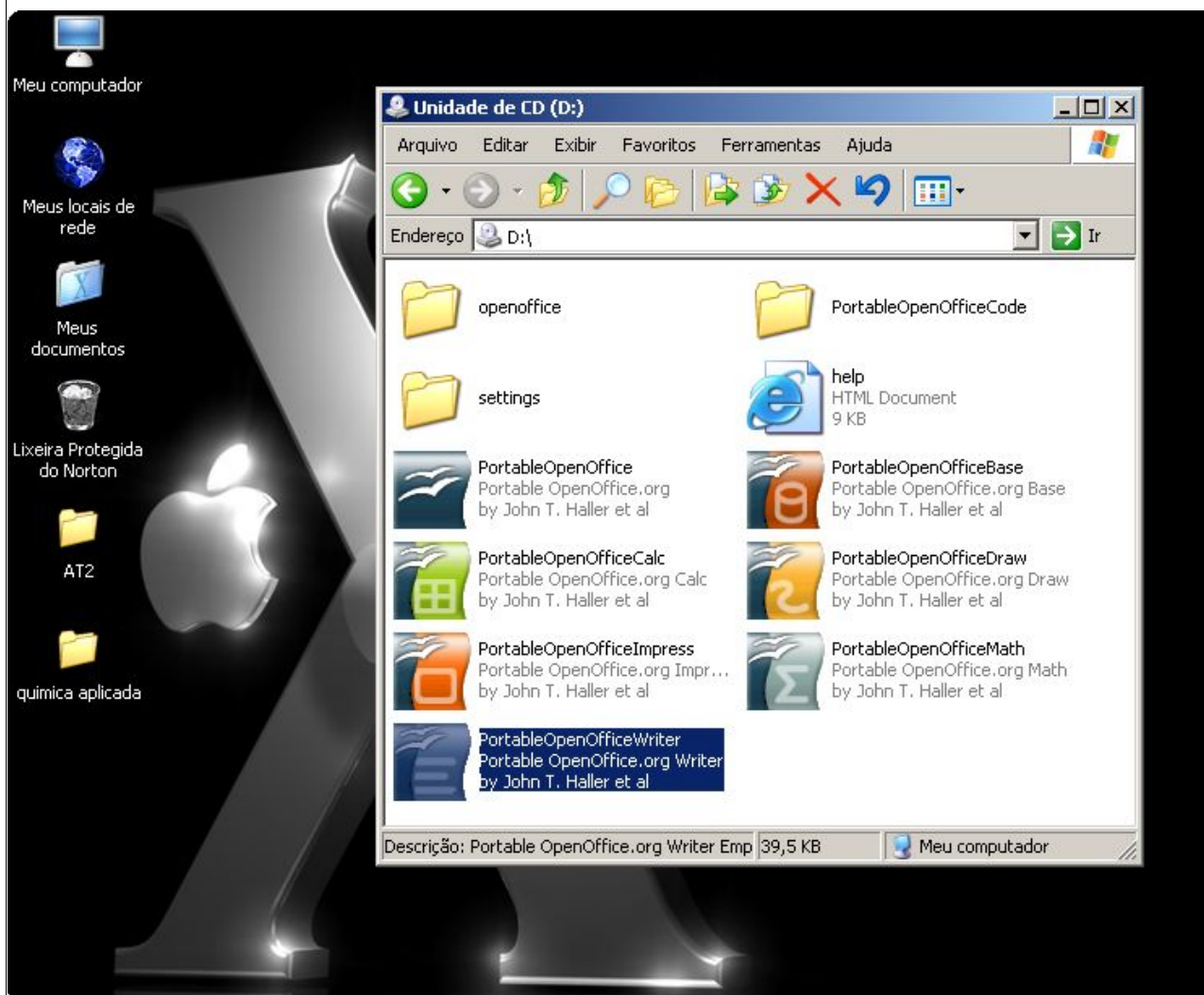
Liberte-se!

Quando as ferramentas de trabalho para escritório já atingem marcas fenomenais de produtividade e alguns já acreditavam que a vida não poderia ficar melhor..... As coisas ficaram muito melhores! Conheça o Portable OpenOffice, uma versão também gratuita, porém portátil do potente OpenOffice.

Nosso primeiro teste foi com um pendrive e depois com um CD. A instalação no CD exigiu que fosse rodado o programa ao menos uma vez na máquina antes de queimar o CD, para que a pasta “settings” fosse configurada, e não houve problemas.

Nós seguimos as instruções do fabricante para a criação de um produto personalizado e copiamos para o CD todo o conteúdo do nosso OpenOffice em Português do Brasil. Para nosso espanto, pois não somos gênios da informática, o CD não só funcionou perfeitamente, como estava em PT-BR e com o dicionário já configurado para o PT-BR!

A imagem a seguir foi retirada da nossa área de trabalho.



Quer saber mais? Visite o site do fabricante em http://portableapps.com/apps/office/suites/portable_openoffice e também <http://www.openoffice.org/>.