

Artigo

Sais Minerais em Extrato Aquoso de Coprodutos da *Myrciaria dubia* (Kunth.) McVaugh, Myrtaceae**de Sousa, R. C. P.;* Chagas, E. A.; Guimarães, P. V. P.; Nascimento Filho, W. B; Melo Filho, A. A.***Rev. Virtual Quim.*, 2015, 7 (4), 1299-1305. Data de publicação na Web: 2 de abril de 2015<http://www.uff.br/rvq>**Minerals in Aqueous Extract of the Coproducts *Myrciaria dubia* (Kunth.) McVaugh, Myrtaceae**

Abstract: The camu-camu of fruits (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh, Myrtaceae) arising from Amazonia, are considered a major source of vitamin C in the world. There are still important sources of different bioactive compounds and good source of minerals such as sodium, potassium, calcium, zinc, magnesium, manganese and copper. However, the processing of these fruits for extraction of the pulp, the product of greatest interest to many consumption, creates an effective quantity of different wastes, solid and liquid, capable of utilization for various uses its technological potential is studied. Thus, this work aimed at determining, quickly, via direct conductometric electroanalytical method, the amount of dissolved minerals contained in the aqueous extract of processed seeds and peels, coproducts of *Myrciaria dubia*, with potential use in the area of biotechnology development. The samples used for the study come from the experimental processing of fruit camu-camu. Three coproducts (byproducts/waste) named: CF, CS and SSC also processed via Standard Operating Procedure (SOP) created in our own laboratory for the study of organic waste. Analyzing the results obtained it was found that the samples CF and SSC showed higher electrical conductivity, which characterizes them as a rich source of electrolytes, showing greater ability to exchange ions to the solution, which can be characterized as a nutrient solution. Conductivity values obtained from samples from CF, CS and SSC outweigh some brands of bottled water sold in the Brazilian market, ranging from 32 to 72% when compared to the highest value obtained, 408,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ at 25°C, considered as a nutrient solution of high value rich in minerals. The conductometry technique was effective for rapid determination of total dissolved coproducts of processed fruit samples camu-camu minerals. It also made possible by the high mineral contents, characterize them as nutrient solution, with potential for exploitation in the area of biotechnology development.

Keywords: Amazon; camu-camu; biotechnology development; seeds; nutrient solution.

Resumo

Os frutos do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) oriundos da Amazônia, são considerados como uma das maiores fontes de vitamina C do mundo. São ainda importantes fontes de diferentes compostos bioativos e boa fonte de minerais, tais como sódio, potássio, cálcio, zinco, magnésio, manganês e cobre. Entretanto, no processamento destes frutos, para extração da sua polpa, produto de maior interesse para diversos consumos, é gerado um quantitativo efetivo de diferentes resíduos, sólidos e líquidos, passíveis de aproveitamento para diversos usos, se estudado seu potencial tecnológico. Assim, neste trabalho teve-se por objetivo determinar, de forma rápida, via método eletroanalítico de condutometria direta, a quantidade de sais minerais dissolvidos, contidos em extrato aquoso de sementes e cascas processadas, coprodutos da *Myrciaria dubia*, com potencial de aproveitamento na área de desenvolvimento biotecnológico. As amostras utilizadas para o estudo são oriundas do processamento agroindustrial experimental dos frutos de camu-camu. Três coprodutos (subprodutos/resíduos) denominados: CF, CS e SSC, processados igualmente via Procedimento Operacional Padrão (POP) criado no próprio laboratório para estudo de resíduos orgânicos. Analisando os resultados obtidos verificou-se que as amostras CF e SSC apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica, o que as caracteriza como uma fonte rica em eletrólitos, apresentando maior capacidade de troca de íons para a solução, podendo ser caracterizadas como uma solução nutritiva. Os valores de condutividade obtidos nas amostras CF, CS e SSC superam os de algumas marcas de água mineral vendidas no mercado brasileiro, variando de 32 até 72% quando comparadas ao maior valor obtido, 408,00 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a 25°C, considerada como uma solução nutritiva de valor alto, rica em sais minerais. A técnica de condutimetria mostrou-se eficaz para determinação rápida de sais minerais dissolvidos totais em coprodutos de amostras de frutos de camu-camu processadas. Possibilitou ainda, pelos altos teores apresentados, caracterizá-las como solução nutritiva, com potencial para aproveitamento na área de desenvolvimento biotecnológico.

Palavras-chave: Amazônia; camu-camu; desenvolvimento biotecnológico; sementes; solução nutritiva.

* Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Rodovia BR-174, Km 8, Distrito Industrial, CEP 69301970 - Boa Vista-RR, Brasil.

 rita.sousa@embrapa.br

DOI: [10.5935/1984-6835.20150072](https://doi.org/10.5935/1984-6835.20150072)

Sais Minerais em Extrato Aquoso de Coprodutos da *Myrciaria dubia* (Kunth.) McVaugh, Myrtaceae

Rita de Cassia P. de Sousa,^{a,*} Edvan A. Chagas,^a Pedro Vitor P. Guimarães,^b Wilson B. do Nascimento Filho,^c Antonio A. de Melo Filho^d

^a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Programa em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal – BIONORTE, Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima, Embrapa Roraima, BR 174 - Km 8 - S/N, Distrito Industrial, CEP 69301-970, Caixa Postal 133, Boa Vista-RR, Brasil.

^b Universidade Estadual de Roraima, Rua 07 de Setembro, Canarinho, CEP 69306-530, Boa Vista-RR, Brasil.

^c Universidade Federal de Roraima, Campus Paricarana: Av. Cap. Ene Garcez, 2413, Aeroporto, CEP 69304-000, Boa Vista-RR - Brasil.

^d Universidade Federal de Roraima, Centro de Ciências e Tecnologia, Departamento de Química, Av. Cap. Ene Garces, 2413, Campus do Paricarana, Aeroporto, CEP 69304-000, Boa Vista-RR, Brasil.

* rita.sousa@embrapa.br

Recebido em 12 de setembro de 2014. Aceito para publicação em 30 de março de 2015

1. Introdução
2. Materiais e Métodos
3. Resultados e Discussão
4. Conclusão

1. Introdução

Os sais minerais desempenham um importante papel biológico nos seres vivos, agindo como ativadores de enzimas, como componentes estruturais de diversas moléculas orgânicas e participando da manutenção do equilíbrio osmótico, entre outras funções.¹ Podem ser encontrados sob duas formas, insolúvel e solúvel. Sob a forma insolúvel, acham-se os sais minerais imobilizados como componentes da

estrutura esquelética e solúvel, os dissolvidos na água em forma de íons, ambos, fundamentais para a matéria viva.

A condutimetria permite a medição da condutância elétrica de soluções iônicas sendo um método de análise que se fundamenta na medida de condutividade elétrica.²

Estudos anteriores já apontavam o potencial desse método para uso na mensuração do teor de sais da solução do solo.³ Com os valores de condutividade elétrica (CE) do solo é possível também,

quantificar de forma indireta os sais neles presentes. A medida de CE determina, de forma rápida, quanto de sais é possível conter em uma solução, conseqüentemente, essa informação serve como um controle de grande importância, pois quanto mais íons na solução, maior será a condutividade elétrica.⁴

Ordinariamente, a condução da eletricidade através das soluções iônicas se dá à custa da migração de íons positivos e negativos com a aplicação de um campo eletrostático.^{5,6} A condutância de uma solução iônica depende do número de íons presentes (concentração iônica), bem como das cargas e das mobilidades dos íons, estes podem ser determinados tanto por medida direta ou indireta.²

A técnica de condutimetria direta é utilizada para verificar a pureza de água destilada ou deionizada, verificar variações nas concentrações das águas minerais, determinar o teor em substâncias iônicas, dissolvidas, determinação da salinidade do mar em trabalhos oceanográficos e ainda para determinar a concentração de eletrólitos de soluções simples.⁷

A medida é feita através de condutímetro e a unidade de condutância adotada pelo Sistema Internacional de Unidades é o Siemens (S). Como a condutividade aumenta com a temperatura, emprega-se 25 °C como temperatura padrão.⁸

Atualmente, vários trabalhos utilizando essa técnica, têm sido desenvolvidos, aprimorados e utilizados atualmente com o objetivo de estimar a qualidade fisiológica das sementes, por meio da medição da quantidade de exsudado liberado para o meio externo, quando imersas em água.

Por meio da leitura de condutividade em exsudado de sementes de feijão, verificou-se que é possível expressar a quantidade de sais dissolvidos total, entre os quais podem se destacar os cloretos de sódio, magnésio e cálcio, os sulfatos de magnésio, potássio e cálcio e os carbonatos e nitratos de cálcio e magnésio.

As sementes ou grãos com potencial comestível, principalmente as gramíneas, fazem parte do hábito alimentar de diversos povos, devido a sua facilidade de manutenção e conservação; por seu baixo custo e pelo alto valor nutritivo. Nos grãos de cereais pode-se encontrar nutrientes como: carboidratos, proteínas, gorduras, sais minerais, vitaminas, enzimas e outras substâncias. Entre os sais minerais presentes nos cereais estão: Na, K, Cl, P, Ca, Mg, S, Fe.⁹

Os sais minerais desempenham função essencial na nutrição do organismo. Esses elementos podem ser encontrados na água, no sal de cozinha, nas frutas, nos frutos do mar, no leite e derivados e em outros alimentos. Reguladores orgânicos, os sais minerais controlam os impulsos nervosos, as atividades musculares e o equilíbrio da relação ácido-base do organismo. No Brasil, o consumo de alguns desses nutrientes é preocupante, uma vez que se encontra abaixo dos padrões estabelecidos pelos órgãos internacionais de saúde.¹⁰

Portanto, produtos vegetais nativos, de uma região, ricos em sais minerais, podem ser uma alternativa para consumo alimentar desses nutrientes. Para tanto, há necessidade de estudos para identificação desse tipo de produto.

Os frutos do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh, Myrtaceae) oriundos da Amazônia, são considerados como uma das maiores fontes de vitamina C do mundo. E ainda como importantes fontes de diferentes compostos bioativos e boa fonte de minerais, tais como Na, K, Ca, Zn, Mg, Mn e Cu. Entretanto, no processamento destes frutos, para extração da sua polpa, produto de maior interesse para diversos consumos, é gerado um quantitativo efetivo de diferentes coprodutos, sólidos e líquidos, passíveis de aproveitamento para diversos usos, se estudados seu potencial tecnológico.

Trabalhos sobre o potencial tecnológico dessa espécie, relativo aos seus coprodutos, cascas e principalmente as sementes são escassos. Tem um peso equivalente que varia entre 14 e 27% do peso total do fruto.¹¹ Para

cada tonelada de frutos processados estimam-se 270 Kg, somente de sementes, sendo necessária uma maior valorização deste coproduto.

Assim, neste trabalho teve-se por objetivo determinar, de forma rápida, via método eletroanalítico de condutometria direta, a quantidade de sais minerais dissolvidos, contidos em extrato aquoso de sementes e cascas processadas, coprodutos da *Myrciaria dubia*, com potencial de aproveitamento na área de desenvolvimento biotecnológico.

2. Materiais e Métodos

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Resíduos (LABRES), localizado na sede da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, situada a 8 km do centro da cidade de Boa Vista-RR, no ano de 2014. Para leitura da condutividade elétrica foi utilizado um Condutivímetro Microprocessado da marca Quimis calibrado com uma solução padrão de Cloreto de Potássio (KCl) a 0,01 M que corresponde a 1408,3 microsiemes.cm⁻¹ a 25 °C.

As amostras utilizadas para o estudo são oriundas do processamento agroindustrial experimental dos frutos de camu-camu. Três coprodutos denominados: CF, CS e SSC, processados igualmente via Procedimento Operacional Padrão (POP) criado no próprio laboratório para estudo de resíduos orgânicos.

As amostras, CF, CS e SSC foram preparadas em triplicata, pesando-se 0,50 g em béquer de vidro, com capacidade de 50 mL. Após foram adicionados 50 mL de água deionizada, homogeneizadas com bastão de vidro e deixadas em repouso por 24 horas.

Para início do procedimento de medição ligou-se o condutivímetro, aguardando por aproximadamente 30 minutos, para realização das leituras. Nesse intervalo, lavou-se a sonda de medição da condutividade elétrica com água destilada e

enxugou-se com papel absorvente macio. Após, o equipamento foi calibrado com solução padrão de KCl a 0,01 mol.L⁻¹.

Como branco e testemunha utilizou-se duas amostras de água, processadas no laboratório, deionizada (B) e destilada (T), nas quais foi medida a condutividade, antes das amostras em estudo. A cada leitura, foi realizada a lavagem e secagem da sonda, para então proceder à leitura das amostras conforme estabelecido pelo fabricante.

Os dados de condutividade elétrica devem ser acompanhados da temperatura na qual foi medida. Para propósitos comparativos de dados de condutividade elétrica, define-se uma das temperaturas de referência (20 ou 25 °C).¹² Assim, por ser uma medida que depende expressivamente da temperatura, os resultados de análise das amostras foram corrigidos para 25°C. Para conversão, utilizou-se a equação abaixo.^{12,13}

$$C = (\chi \text{ medida} / 1 + 0,019(T-25))$$

Equação (1)

Onde: C = Condutividade elétrica a 25 °C;
 χ medida

χ medida = Condutividade elétrica medida; T = Temperatura de medida da condutividade elétrica.

O teor de sais minerais dissolvidos foi calculado utilizando-se o valor obtido da medida de condutividade elétrica por um fator de conversão que varia de 0,55 a 0,75.¹⁴

3. Resultados e Discussão

A presença de sais dissolvidos em solução transformam-na em um eletrólito capaz de conduzir corrente elétrica, estando em função da quantidade de íons presentes (concentração iônica) e temperatura, o que indica a quantidade de sais presentes no meio.¹⁵ A Tabela 1, mostra os resultados

médios, valor de condutividade elétrica corrigida a 25 °C e teor de sais minerais dissolvidos, obtidos no estudo realizado com três amostras de co-produtos, CF, CS e SSC, oriundas do processamento agroindustrial experimental dos frutos de camu-camu.

Analisando os resultados obtidos (Tabela 1) verificou-se que as amostras CF e SSC apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica, o que as caracteriza como uma fonte rica em eletrólitos, apresentando maior capacidade de troca de íons para a solução.

Estas amostras podem ser caracterizadas, ainda, como uma solução nutritiva, uma vez que há uma relação com o teor de sais dissolvidos pela medida de condutividade.¹⁶

A água mineral natural é um tipo de solução nutritiva, possui vários sais minerais em sua composição conforme o local de onde é retirada. A água possui propriedades minerais dissolvidas em sua composição vindas do solo e rochas por onde passa. Esses sais comprovadamente atuam de forma benéfica no corpo humano quando consumidos na quantidade ideal.

A capacidade de uma solução aquosa de conduzir uma corrente elétrica é devido à presença de íons. Essa propriedade varia com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água, com a temperatura, com a mobilidade dos íons, com a valência dos íons e com as concentrações real e relativa de cada íon.¹²

Tabela 1. Valor de condutividade elétrica, corrigida a 25 °C e teor de sais minerais dissolvidos obtidos no estudo realizado com três amostras de co-produtos, CF, CS e SSC, oriundas do processamento agroindustrial experimental em frutos de camu-camu

Amostras	Co-produtos (camu-camu)	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	Sais minerais dissolvidos ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
1	CF	1521±132,8	1086,7
2	CS	603±60,6	430,7
3	SSC	1408±1,0	1005,1

A condutividade de uma solução nutritiva não influencia somente a absorção de água, mas também a absorção de sais, estando ambas intimamente ligadas.¹⁷

Por exemplo, numa amostra de água mineral natural de uma determinada empresa (X), a condutividade elétrica medida foi de 408 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, o que indica uma quantidade de sais minerais alta.

Comparando com outras marcas presentes no mercado, essa água mineral natural foi a que mais apresentou condutividade elétrica, e conseqüentemente maior volume de sais minerais dissolvidos em sua composição. Para comparar, na tabela 2, dados de condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a 25°C) obtidos a partir de consulta em rótulos de marcas vendidas no mercado.

Tabela 2. Dados de condutividade elétrica contido em rótulos de marcas de água mineral vendidas no mercado.¹⁸

Água mineral					
Característica físico-química	X	A	B	C	D
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a 25°C)	408,0	105,9	234,0	257,0	336,0

Os valores de condutividade obtidos nas amostras CF, CS e SSC (Tabela 1) superam os valores das amostras de água mineral (Tabela 2), variando 32% até 72% maiores, quando comparadas ao maior valor obtido, 408,00 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a 25°C, relativo a algumas marcas de água mineral vendidas no mercado brasileiro (Tabela 2), considerada como uma solução nutritiva de valor alto, ou seja rica em sais minerais.

Os sais minerais não possuem classificação ou divisão, os principais são: cálcio, cromo, cobre, flúor, iodo, ferro, magnésio, manganês, fósforo, zinco, sódio, potássio. Portanto, é válido relatar suas principais características, bem como suas finalidades, e os efeitos da carência ou excesso destes minerais.¹⁹

O camu-camu vem ganhando espaço na pesquisa por ser uma fruta rica em ácido ascórbico, flavonoides e ser fonte de minerais.²⁰ Em estudos realizados com camu-camu produzidos em Roraima foram identificados na casca a presença de Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, Cu e K.²¹

A caracterização física e química de duas amostras destes materiais, cascas e sementes, descartados durante um processo de avaliação em laboratório obtiveram, teor de água variando de 5,45 a 5,67 %, pH com variação de 6,7 a 7,6 e índice médio de acidez em torno de 0,02g.100g⁻¹ de ácido cítrico, considerando que o material tem potencial para o desenvolvimento de novas tecnologias com possibilidade de uso na agricultura de pequeno porte.²²

4. Conclusão

A técnica de condutimetria mostrou-se eficaz para determinação rápida de sais minerais dissolvidos totais em co-produtos de amostras de frutos de camu-camu processadas. Possibilitou ainda, pelos altos teores apresentados, caracterizá-las como solução nutritiva, com potencial para aproveitamento na área de desenvolvimento

biotecnológico.

Agradecimentos

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa; Universidade Federal de Roraima – UFRR e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Referências Bibliográficas

¹ Araujo, C. Água, Sais minerais, Carboidratos e Lipídeos. Disponível em: <<http://phdoctors.wordpress.com/2009/06/27/agua-sais-minerais-carboidratos-e-lipidios/>>. Acesso em: 5 Agosto 2014.

² Anderson, B. C.; Araújo, D. R.; Vasconcelos, G. A.; Fernandes, T. S. Titulação Condutimétrica de Ácido Fosfórico em Coca-Cola. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/94685203/Condutimetriaformatadohttp://analiticaqmc20132.paginas.ufsc.br/files/2013/10/CONDUTIMETRIA.pdf>>. Acesso em: 2 Agosto 2014.

³ Andrade-Neto, T. M.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal da Bahia, Brasil, 2005. [Link]

⁴ Cavalcante, M. Z. B.; *Tese de Doutorado*, Universidade Estadual Paulista, Brasil, 2007. [Link]

⁵ Caminha-Junior, I. C.; Seraphim, O. J.; Gabriel, L. R. A. Caracterização de uma área agrícola irrigada com efluente agro-industrial, através de análises químicas e da resistividade do solo. *Energia na Agricultura* **2000**, *13*, 40.

⁶ Ohlweiler, O. A.; *Fundamentos de Análise Instrumental*, 1a. ed., Livros Técnicos e Científicos, 1981.

⁷ Condutimetria. Disponível em: <http://www.ufjf.br/nupis/files/2012/04/aula-4-condutimetria_1.pdf>. Acesso em: 10 Agosto 2014.

- ⁸ Grasshoff, K.; Ehrhardt, M.; Krelling, K.; *Methods of seawater analysis*. 3a. ed., Wiley VCH, 1999.
- ⁹ Só Nutrição. Disponível em: <<http://www.sonutricao.com.br/conteudo/guia/cereais.php>>. Acesso em: 10 julho 2014.
- ¹⁰ Alimente-se com Sabedoria: Nutrição & Saúde. Disponível em: <<http://alimentesecomsabedoria.blogspot.com.br/2014/03/carencia-de-minerais-noorganismo.html>>. Acesso em: 10 julho 2014.
- ¹¹ Yuyama, K.; Valente, J. P.; Chaves Flores, W. B. Taxonomia e descrição da planta. In: CRV. Camu camu. Curitiba, 2011a. p. 19-25.
- ¹² CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Banco de dados de QA Versão 2: Manual de instruções. Belo Horizonte: CPRM. 2007. Manual Medição *in loco*: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido. Organizado por Pinto, M. C. F. Versão maio 2007. [Link]
- ¹³ Conductivity A.; *Introduction, In: Standard methods for the examination of water and wastewater*, 19a. ed., APHA, AWWA, WEF: Washington, 1995.
- ¹⁴ Parron, L. M.; Muniz, D. H. F.; Pereira, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Dados eletrônicos. - Colombo : Embrapa Florestas, 2011. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/921050/1/Doc232ultimaversao.pdf>>. Acesso em: 7 outubro 2014.
- ¹⁵ Cetesb. Qualidade de água. São Paulo. Disponível em: <<http://www.CETESB.sp.gov.br/Agua/rios/curiosidades.asp>>. Acesso em: 10 julho 2014.
- ¹⁶ Fontes, A. S.; Azevedo, A. E. G.; Zucchi, M. R.; Medeiros, Y. D. P. *Resumos 18º Simpósio Brasileiro de recursos hídricos*. Campo Grande, Brasil, 2009.
- ¹⁷ Huett, D. O. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hydroponic lettuce in response to electrical conductivity and K:Ca ratio in solution. *Australian Journal of Agricultural Research* **1994**, *45*, 251. [CrossRef]
- ¹⁸ Itati. Água mineral natural. Disponível em: <<http://www.itati.com.br/blog/saude-2/sais-minerais-na-agua-e-a-condutividade/Publicado em31 de maio de 2011>>. Acesso em: 10 julho 2014.
- ¹⁹ Campos, D. M. T. Mineralograma. Medicina Ortomolecular. Disponível em <<http://www.dianacamposortomolecular.com.br/mineralograma.html>>. Acesso em: 5 julho 2014.
- ²⁰ Schwertz, M. C.; Maia, J. R. P.; Sousa, R. F. S.; Aguiar, J. P. L.; Yuyama, L. K. O.; Lima, E. M. Efeito hipolipidêmico do suco de camu-camu em ratos. *Revista Nutrição* **2012**, *25*, 35. [CrossRef]
- ²¹ Ribeiro, P. F. A.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de Viçosa, 2012. [Link]
- ²² Ferreira, M. W. M; Sousa, R. C. P; Mendes, L.; Smiderle, O. J.; Chagas, E. A; Lima, C. G. B. *Resumos do II Simpósio Internacional de Botânica Aplicada e II Simpósio Nacional de Frutíferas do Norte e Nordeste (SINBOT/SINFAN)*, Manaus, Brasil, 2013.