

CURSO DE FARMÁCIA

Julia Müller Trevisan

**AVALIAÇÃO DO EMPREGO DE FT-IR ASSOCIADO A QUIMIOMETRIA PARA A
DETERMINAÇÃO DE CAROTENOIDES EM FARINHA DE BETERRABA**

Santa Cruz do Sul

2017

Julia Müller Trevisan

**AVALIAÇÃO DO EMPREGO DE FT-IR ASSOCIADO A QUIMIOMETRIA PARA A
DETERMINAÇÃO DE CAROTENOIDES EM FARINHA DE BETERRABA**

Trabalho de conclusão apresentado ao Curso de Farmácia da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) para aprovação na disciplina Trabalho de Curso II.

Orientadora: Prof^a. Dra. Ana Lúcia Becker Rohlfs

Coorientador: Prof. Dr. Valeriano Antonio Corbellini

Santa Cruz do Sul

2017

RESUMO

Devido à complexidade das matrizes de alimentos, os métodos de análise são, em sua grande maioria, destrutivos, impedindo sua aplicação para controle *on line* de processo. Métodos espectroscópicos, aliados à calibração multivariada, vem sendo muito estudados nas áreas de química analítica e química de alimentos, visando, principalmente, à redução do tempo e da extensiva manipulação das amostras. Pensando neste contexto, esta pesquisa objetivou avaliar o potencial da técnica FT-IR/ATR para quantificar carotenoides em farinha de beterraba. As farinhas foram produzidas em três diferentes temperaturas – 37°C, 40°C e 45°C. Analisou-se a composição centesimal da beterraba *in natura* e das farinhas e procedeu-se as análises por FT-IR/ATR empregando método de adição padrão, devido à baixa concentração de carotenoides naturalmente presentes nas farinhas. As farinhas produzidas foram fortificadas, em triplicata, com concentrações de β -caroteno de 0,8 a 2,8 mg L⁻¹ e os espectros foram lidos em absorvância na região do MIR, de 4000 a 650 cm⁻¹, com 8 varreduras, totalizando 54 espectros, que foram normalizados entre 0 e 1, para posterior análise quimiométrica, com auxílio do software Pirouette®. Utilizando-se as mesmas amostras, extraiu-se o β -caroteno adicionado e foi efetuada a leitura em Espectrofotômetro na região do Vis em 448 nm. Os resultados obtidos através da análise de componentes principais (PCA) e análise de regressão por mínimos quadrados parciais (PLS) evidenciou o pronunciado efeito da farinha de beterraba, utilizada como matriz, nas análises realizadas. O melhor coeficiente do modelo de previsão PLS foi aquele que relacionou os valores de β -caroteno extraídos da farinha produzida a 37°C, que alcançou um R² 0,9997 e RMSECV 0,0094.

PALAVRAS-CHAVE: farinha de beterraba; carotenoides; FT-IR/ATR; quimiometria.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo geral	10
2.2 Objetivos específicos	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 Panorama: desperdício e resíduos vegetais	11
3.2 Utilização de resíduos vegetais na geração de produtos com valor agregado....	13
3.2.1 Farinhas	13
3.2.2 Corantes.....	15
3.3 Beterraba.....	16
3.4 Propriedades terapêuticas de alimentos funcionais	18
3.5 Carotenoides	21
3.6 Metodologias para análise de carotenoides	24
3.6.1 Espectroscopia de Absorção molecular na região UV/Visível	24
3.6.2 Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE).....	25
3.6.3 Espectroscopia de Absorção Molecular no Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR)	27
4 ARTIGO CIENTÍFICO	30
5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	37
REFERÊNCIAS	38
ANEXO A – Instruções para autores da Revista SODEBRAS	45

1 INTRODUÇÃO

Apesar do Brasil ser um dos maiores exportadores agrícolas no mundo, com milhares de toneladas produzidas todos os anos, há um enorme número de brasileiros que não conseguem alcançar as necessidades alimentares essenciais. Paralelamente a isto, no setor do agronegócio, o desperdício ao longo da cadeia produtiva é bastante alto, principalmente durante o plantio e colheita e no destino final (consumidor). Tendo em vista este cenário, cada vez mais se fazem úteis estratégias para a obtenção de nutrientes essenciais provindos dos alimentos aliadas no combate ao desperdício.

A elaboração de farinhas a partir de rejeitos agroindustriais pode ser uma solução para facilitar o acesso de populações de baixa renda à uma alimentação com maior qualidade nutricional. Farinhas de produtos vegetais, como beterraba, cenoura e espinafre podem substituir (de forma parcial ou total) a farinha de trigo na elaboração de receitas de bolos, pães, massas e tortas. Além disso, pelo processamento simples, se apresenta como fonte de renda favorável não somente à indústria, mas aos pequenos produtores.

Os alimentos funcionais são aqueles que, além de possuírem seu fator nutritivo básico, são capazes de atuar benéficamente sobre uma ou mais funções do organismo, de forma a contribuir com a melhora da saúde ou reduzir o risco de enfermidades. Já os nutracêuticos podem ser um alimento ou parte dele que proporciona benefício de saúde, prevenindo ou tratando doenças.

Os carotenoides constituem um grupo de polienos, com mais de 600 compostos lipossolúveis, que desempenham papel fundamental na saúde humana e que atuam como alimento funcional e nutracêutico. São capazes de retardar o estresse oxidativo celular e, conseqüentemente, auxiliar na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, como obesidade, câncer, diabetes e enfermidades cardiovasculares. Carotenoides como o β -caroteno são precursores da vitamina A, que como todos os nutrientes essenciais, precisa ser fornecida ao organismo. Frutas e hortaliças são excelentes fontes de compostos bioativos, sendo muito importante que alimentos com qualidade nutricional estejam sempre presentes na alimentação. Estes alimentos apresentam elevada atividade de água e o método mais utilizado para a conservação é a desidratação. A simples retirada da água eleva a estabilidade, possibilitando o armazenamento para consumo durante um longo período de tempo, já que o

desenvolvimento de micro-organismos é inibido, assim como as atividades metabólicas do vegetal.

Dada a importância das técnicas de Infravermelho, em função de seu relativo baixo custo (não envolve o uso de solventes e preparação prévia da amostra), além da menor geração de resíduos e do menor tempo de análise, este trabalho busca obter uma relação entre o método convencional para a análise de carotenoides (Vis) e a Espectroscopia de Absorção Molecular no Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR) através de ferramentas quimiométricas.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, H. V. et al. Cinética de secagem de abacaxi cv pérola em fatias. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 11, n. 2, p.123-128, 2009.
- AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenoides como alternativa contra a hipovitaminose A. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2006.
- ARAÚJO FILHO, D. G. et al. Processamento de produto farináceo a partir de beterrabas submetidas à secagem estacionária. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 33, n. 2, p. 207-214, 2011.
- ARAÚJO LOPES, W.; FASCIO, M. Esquema para interpretação de espectros de substâncias orgânicas na região do infravermelho. *Química Nova*, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 670-673, 2004.
- ATOUI, A. K. et al. Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chemistry*, Barking, v. 89, p. 27-36, 2005.
- BACH, V. et al. Culinary preparation of beetroot (*Beta vulgaris* L.): the impact on sensory quality and appropriateness. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, n. 95, p. 1852–1859, 2014.
- BARRETO, G. P. M.; BENASSI, M. T.; MERCADANTE, A. Z. Bioactive Compounds from Several Tropical Fruits and Correlation by Multivariate Analysis to Free Radical Scavenger Activity. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, Campinas, v. 20, n. 10, p. 1856-1861, 2009.
- BELIK, W.; CUNHA, A. R. A. A.; COSTA, L. A. Crise dos Alimentos e Estratégias para a Redução do Desperdício no Contexto de uma Política de Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil. *Planejamento e Políticas Públicas*, Brasília, n. 38, p. 107-132, 2012.
- BOHOYO-GIL, D. et al. UHPLC as a suitable methodology for the analysis of carotenoids in food matrix. *European Food Research and Technology*, Berlin, v. 235, p. 1055-1061, 2012.
- BOIVIN, D. et al. Antiproliferative and antioxidant activities of common vegetables: A comparative study. *Food Chemistry*, Barking, v. 112, p. 374–380, 2009.
- BRASIL. ANVISA. Resolução CNNPA nº 12, de 24 de julho de 1978: aprova normas técnicas relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78_farinhas.htm>. Acesso em: 05 set. 2016.
- BRASIL. ANVISA/MS. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005: regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteínas, vitaminas e minerais. Disponível

em:<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_269_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3-bdd1-f96162d607b3>. Acesso em 07 set. 2016.

BUREAU, S. et al. Application of ATR-FTIR for a rapid and simultaneous determination of sugars and organic acids in apricot fruit. *Food Chemistry*, Barking, v. 115, p. 1133–1140, 2009.

CARVALHO, Débora. Desperdício: custo para todos: alimentos apodrecem enquanto milhões de pessoas passam fome. *Desafios do desenvolvimento: a revista de informações e debates do IPEA*, Brasília, ed. 54, 2009. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=1256:reportage_nsmaterias&Itemid=39>. Acesso em: 4 set. 2016.

CARVALHO, M. J. F. et al. Total carotenoid content, α -carotene and β -carotene, of landrace pumpkins (*Cucurbita moschata* Duch): A preliminary study. *Food Research International*, [s.l.], v. 47, p. 337-340, 2012.

CARVALHO, C. et al. *Anuário brasileiro de hortaliças 2013*. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2013. 88 p.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGUETA, P. C.; SANDI, D. Corantes alimentícios. *Boletim do CEPPA*, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 203-220, 2002.

DEÁK, K. et al. Carotenoid determination in tomato juice using near infrared spectroscopy. *International Agrophysics*, Lublin, v. 29, p. 275-282, 2015.

DE LA ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. *Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value, and stability*. 1. ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2010.

FELLOWS, P. *Tecnología del procesamiento de los alimentos: principios y prácticas*. Zaragoza: Acribis, 1994.

FERRÃO, M. F. et al. Determinação simultânea dos teores de cinza e proteína em farinha de trigo empregando NIR-PLS E DRIFT-PLS. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 24, n. 3, p. 333-340, 2004.

FERREIRA, M. M. C. et al. Quimiometria I: calibração multivariada, um tutorial. *Química Nova*, São Paulo, v. 22, n. 5, 1999.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *The State of Food Insecurity in the World 2015. Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress*. Roma, 2015.

GARZÓN, G. A. et al. Determination of carotenoids, total phenolic content, and antioxidant activity of Arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh), an amazonian fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, [s.l.], v. 60, p. 4709–4717, 2012.

GONDIM, J. A. M. et al. Composição Centesimal e de minerais em cascas de frutas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

- GUSTAVSSON, J. et al. *Global Food Losses and Food Waste*. Roma: FAO, 2011.
- HARDISSON, A. et al. Mineral composition of the banana (*Musa acuminata*) from the island of Tenerife. *Food Chemistry*, Barking, v. 73, p. 153-161, 2001.
- HARRISON, E. H. Mechanisms involved in the intestinal absorption of dietary vitamin A and provitamin A carotenoids. *Biochimica et Biophysica Acta*, [s.l.], v. 1821, p. 70-77, 2012.
- HASLER, C. M. Functional foods: Their role in disease prevention and health promotion. *Food Technology*, Chicago, v. 52, n. 11, p. 63-70, 1998.
- HOLLER, F. J.; SKOOG, D. A.; CROUCH, S. R. *Princípios de análise instrumental*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo, 2008.
- KABIR, F. et al. Antioxidant and cytoprotective activities of extracts prepared from fruit and vegetable wastes and by-products. *Food Chemistry*, Barking, v. 167, p. 358-362, 2015.
- KRINSKY, Norman I. Overview of Lycopene, Carotenoids, and disease prevention. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, New York, v. 218, n. 2, p. 95-97, 1998.
- LIAAEN-JENSEN, Synnove. Basic Carotenoid Chemistry. In: KRINSKY, N.; MAYNE, S.; SIES, H. *Carotenoids in Health and Disease*. New York: Marcel Dekker, 2004. p.8.
- MAKRIS, D. P.; BOSKOU, G.; ANDRIKOPOULOS, N. K. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, San Diego, v. 20, p. 125-132, 2007.
- MARTÍNEZ-VALDIVIESO, D. et al. Application of near-infrared reflectance spectroscopy for predicting carotenoid content in summer squash fruit. *Computers and Electronics in Agriculture*, Atenas, v. 108, p. 71–79, 2014.
- MCCLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. Lipids. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. (Org). *Fennema's Food Chemistry*. New York: CRC Press, 2008. p.211.
- MELO, E. A. et al. Capacidade antioxidante de hortaliças submetidas a tratamento térmico. *Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 85-95, 2009.
- NAWROCKA, Agnieszka; LAMORSKA, Joanna. Determination of Food Quality by Using Spectroscopic Methods. In: GRUNDAS, Stanislaw; STEPNIEWSKI, Andrzej. *Advances in Agrophysical Research*. InTech, 2013. 408 p.

NEMZER, B. et al. Betalainic and nutritional profiles of pigment-enriched red beet root (*Beta vulgaris* L.) dried extracts. *Food Chemistry*, Barking, v. 127, p. 42-53, 2011.

PALACIN, J. J. F. et al. Determinações das curvas de secagem de milho nas espigas (*Zea mays* L.). *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 13, p. 300-313, 2005.

PETO, R. et al. Can dietary beta-carotene materially reduce human cancer rates? *Nature*, London, v. 290, p. 201-208, 1981.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes artificiais em alimentos. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v.14, n. 2, p. 237-250, 2003.

RAVICHANDRAN, K. et al. Impact of processing of red beet on betalain content and antioxidant activity. *Food Research International*, [s.l.], v. 50, p. 670-675, 2013.

RIVERA, S. M.; CANELA-GARAYOA, R. Analytical tools for the analysis of carotenoids in diverse materials. *Journal of Chromatography A*, [s.l.], v. 1224, p. 1-10, 2012.

RODRIGUEZ-AMAYA, Delia B. *A Guide to Carotenoid Analysis in Foods*. Washington D. C: OMNI Research, ILSI Press, 2001.

RODRIGUEZ-AMAYA, Delia B. Avanços na pesquisa de carotenoides em alimentos: contribuições de um laboratório brasileiro. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 63, n. 2, p.129-138, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. *HarvestPlus handbook for carotenoid analysis*. 1. ed. Washington, DC e Cali: IFPRI e CIAT, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. *Fontes de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos*. Brasília: Ministério de Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2008.

ROY, M. K. et al. Antioxidant potential, anti-proliferative activities, and phenolic content in water-soluble fractions of some commonly consumed vegetables: Effects of thermal treatment. *Food Chemistry*, Barking, v. 103, p. 106–114, 2007.

RUBIO-DIAZ, D. E. et al. Profiling of nutritionally important carotenoids from genetically-diverse tomatoes by infrared spectroscopy. *Food Chemistry*, Barking, v. 120, p. 282–289, 2010.

RUNGPICHAYAPICHET, P. et al. Non-destructive determination of β -carotene content in mango by near-infrared spectroscopy compared with colorimetric measurements. *Journal of Food Composition and Analysis*, New York, v. 38, p. 32-41, 2015.

SAAD, A. G.; JAISWAL, P.; JHA, S. N. Non-destructive quality evaluation of intact tomato using VIS-NIR spectroscopy. *International Journal of Advanced Research*, [s.l.], v. 2, n. 12, p. 632-639, 2014.

SALES, R. L. et al. Mapa de preferência de sorvetes ricos em fibras. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, p. 27-31, 2008.

SANTANA, A. F.; OLIVEIRA, L. F. Aproveitamento da casca de melancia (*Curcubita citrullus*, Shrad) na produção artesanal de doces alternativos. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 16, n. 4, p. 363-368, 2005.

SANTOS, C. E. et al. *Anuário brasileiro de hortaliças 2015*. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. 68 p.

SANTOS, Mariana Cristina Souza. *Utilização da espectroscopia na região do infravermelho (FTIR) e quimiometria na identificação do café torrado e moído adulterado*. 2005. 77 p. Dissertação (Programa de Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

SCHWARTZ, S. J.; VON ELBE, J. H.; GIUSTI, M. M. Colorants. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. (Org). *Fennema's Food Chemistry*. New York: CRC Press, 2008. p. 593-599.

SILVA, L. M. R. et al. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, Barking, v. 143, p. 398-404, 2014.

SILVA, M. L. C. et al. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J. *Identificação espectrométrica de compostos orgânicos*. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

SMIDERLE, Lara de Azevedo Sarmet Moreira. *Atividade Antioxidante, Polifenóis Totais, Carotenoides Totais, α - e β -carotenos e Isômeros trans (E) e cis (Z) em Cultivares de Abóbora (*Cucurbita moschata*) Cruas e Cozidas*. 2013. 114 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SOUZA, A. M. et al. Experimento didático de quimiometria para calibração multivariada na determinação de paracetamol em comprimidos comerciais utilizando espectroscopia no infravermelho próximo: um tutorial, parte II. *Química Nova*, São Paulo, v. 36, n. 7, p. 1057-1065, 2013.

SOUZA, P. D. J. et al. Análise sensorial e nutricional de torta salgada elaborada através do aproveitamento alternativo de talos e cascas de hortaliças. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 18, n. 1, p. 55- 60, 2007.

SOUZA, C. O. et al. Carotenoides totais e vitamina A de cucurbitáceas do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 926-933, 2012.

SOUZA, J. C.; FERRÃO, M. F. Aplicações da espectroscopia no infravermelho no controle de qualidade de medicamentos contendo diclofenaco de potássio. Parte I: Dosagem por regressão multivariada. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 437-445, 2006.

STORCK, C. R et al. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 537-543, 2013.

SZYMANSKA-CHARGOT, Monika; ZDUNEK, Artur. Use of FT-IR Spectra and PCA to the Bulk Characterization of Cell Wall Residues of Fruits and Vegetables Along a Fraction Process. *Food Biophysics*, [s.l.], v. 8, p. 29-42, 2013.

TACO. *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos*, 4ª ed., Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4-versao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em: 17 set. 2016.

TIVELLI, S. W. et al. Beterraba: do plantio à comercialização. Boletim Técnico, 210. Campinas: Instituto Agrônomo - IAC, 2011. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/bt_210.pdf>. Acesso em: 14 set. 2016.

UENOJO, M.; JUNIOR, M. R. M.; PASTORE, G. M. Carotenoides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. *Química Nova*, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

UNITED NATIONS. Fatos sobre Alimentação. Rio + 20: o futuro que queremos. Rio de Janeiro, Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/alimentacao.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2016.

VILELA, C. A. A.; ARTUR, P. O. Secagem do açafrão (*Curcuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 2, p. 387-394, 2008.

VILELA, N. J.; LANA, M. M.; MAKISHIMA, N. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 2, p. 141-143, 2003.

VITTI, M. C. D. et al. Comportamento de beterrabas minimamente processadas em diferentes espessuras de corte. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 4, p. 623-626, 2003.

VOGEL, Arthur Israel. *Análise química quantitativa*. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

VOLP, Ana Carolina Pinheiro; RENHE, Isis Rodrigues Toledo; STRINGUETA, Paulo César. Pigmentos naturais bioativos. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2009.

VULIC, J. et al. Antioxidant and cell growth activities of beet root pomace extracts. *Journal of Functional Foods*, St. John's, v. 4, p. 670-678, 2012.

WHO. *Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995–2005*. WHO Global Database on Vitamin A Deficiency. Geneva: World Health Organization, 2009.

YOUNG, A. J.; PHILLIP, D. M.; LOWE, G. M. Carotenoid Antioxidant Activity. In: KRINSKY, N.; MAYNE, S.; SIES, H. *Carotenoids in Health and Disease*. New York: Marcel Dekker, 2004. p.105.

WETZEL, David. L. Near-Infrared Reflectance Analysis: Sleeper Among Spectroscopic Techniques. *Analytical Chemistry*, Washington, v. 55, n. 12, p. 1165-1176, 1983.

WONDRACEK, D. C. et al. Influência da saponificação na determinação de carotenoides em maracujás do cerrado. *Química Nova*, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 180-184, 2012.

ZANATTA, C. L.; SCHLABITZ, C.; ETHUR, E. M. Avaliação físico-química e microbiológica de farinhas obtidas a partir de vegetais não conformes à comercialização. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 21, n. 3, p. 459-468, 2010.