

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Daiane Ribeiro Soares

**Avaliação da atividade antioxidante da Maca Peruana  
(*Lepidium meyenii* Walp) em óleo de soja por métodos Quimiométricos**

Trabalho de Conclusão de Curso

Campo Mourão

2015

Daiane Ribeiro Soares

**Avaliação da atividade antioxidante da Maca Peruana  
(*Lepidium meyenii Walp*) em óleo de soja por métodos Quimiométricos**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão, para a obtenção do título de Engenheira de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Março

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Patricia Valderrama

Campo Mourão

2015



---

---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA MACA PERUANA (*LEPIDIUM MEYENNI* WALP) EM ÓLEO DE SOJA POR MÉTODOS QUIMIOMÉTRICOS

Por

DAIANE RIBEIRO SOARES

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em 02 de Dezembro de 2015 às 20:00 horas como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. A candidata foi argüida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

---

Profº. Drº. Professor Paulo Henrique Março  
Orientador

---

Profº. Drº. Bogdan Demczuk Junior  
Membro da banca

---

Profº. Drº. Augusto Tanamati  
Membro da banca

---

**Nota:** O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da UTFPR *Campus* Campo Mourão.

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, o criador de todo o universo e autor do meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia e calma em meus desesperos.

A maior benção recebida em minha Vida, minha amada mãe Lúcia Ribeiro, meu porto seguro, minha amiga fiel, sinônimo de Amor Eterno.

A minha avó Arlinda Xavier (*in memoriam*), responsável por todos os ensinamentos e conselhos eternizados em minha memória e acima de tudo pela Fé que carrego.

## **Agradecimentos.**

A Deus que me guiou ao longo dessa jornada universitária, sempre me reerguendo das cinzas.

A toda minha Família que se fez presente todos esses anos, nunca me desamparando e me recebendo sempre de braços abertos, patrocinando todo o afeto, suporte e auxílio, dentre todos os obstáculos que me deparei e em especial Lúcia Ribeiro a Heroína e responsável por todo esse ensinamento de Vida que adquiri dia após dia.

Aos meus Mestres e Acolhedores Paulo Henrique Março e Patrícia Valderrama que transformaram meu modo de pensar e me ensinaram a repensar com oportunidades e orientações, não existe gratidão e consideração maior que a minha por Vocês.

Professor Paulo, obrigada por toda paciência em toda a orientação, incentivo e compreensão que tornaram possível a conclusão deste Trabalho e minha eterna gratidão pela oportunidade.

Professora Patrícia minha grande inspiração acadêmica, obrigada por acreditar em mim sempre.

A banca examinadora agradeço por toda compreensão e sugestão que foram adquiridas e agregadas ao meu conhecimento acadêmico.

As todos os professores da UTFPR campus Campo Mourão, e em especial a Professora Ângela Maria Gozzo, pela qual possuo uma admiração incomparável, obrigada por dividir comigo todas as suas experiências industriais e por toda a paciência, conselhos e pelas palavras carinhosas de encorajamento que sempre me proporcionou.

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,  
lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram  
conquistadas do que parecia impossível”.*

*Charles Chaplin*

## RESUMO

SOARES, Daiane Ribeiro. Avaliação da atividade antioxidante da Maca Peruana (*Lepidium meyenii* Walp) em óleo de soja por métodos Quimiométricos. 2015. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

A Maca Peruana (*Lepidium Meyenii* Walp) é um alimento muito consumido nos Andes Peruanos e vem sendo utilizado no Brasil graças a propriedades medicinais atribuídas por culturas populares. Devido à falta de informações sobre este cultivar, foi proposto um estudo para avaliar o potencial antioxidante de Maca Peruana. Para isso, foram adquiridos espectros nas regiões Visível e Infravermelho Próximo das amostras de óleos de soja, com e sem adição de Maca, após aquecimento em diferentes temperaturas. Os resultados obtidos foram avaliados através de métodos quimiométricos de Análise de Componentes Principais (Principal Component Analysis – PCA) e de Resolução Multivariada de Curvas com Mínimos Quadrados Alternados (Multivariate Curve Resolution with Alternating Least Squares – MCR-ALS). Na metodologia proposta, o primeiro espectro foi obtido na temperatura de 25 °C, sendo aquecido de 30 até 170 °C, a cada 10 °C, sendo um espectro coletado a cada incremento de temperatura. As amostras foram analisadas em um espectrofotômetro Vis-NIR (400 a 2500 nm). Os resultados sugerem que a Maca Peruana inibe o surgimento de produtos de oxidação, o que é evidenciado ao se compararem os resultados obtidos para os óleos aquecidos sem e com adição de Maca Peruana.

**Palavras-chave:** MCR-ALS, NIRS, *Lepidium Meyenii* Walp, Óleo de Soja.

## ABSTRACT

SOARES, Daiane Ribeiro. Evaluation of the antioxidant activity of the Peruvian Maca (*Lepidium meyenii* Walp) soybean oil by Chemometric methods. 2015. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

The Peruvian Maca (*Lepidium Meyenii* Walp) is a food which is widely consumed around the Peruvian Andes and has been used in Brazil thanks to medicinal properties attributed by popular culture. Due to lack of information on this cultivar, it was proposed a study to evaluate the Peruvian Maca antioxidant potential. For this purpose, spectra were acquired in the visible and near infrared regions of soybean oil samples with and without addition of litter after heating at different temperatures. The results were evaluated by chemometric methods of Principal Component Analysis (PCA) and Multivariate Curve Resolution with Alternating Least Squares (MCR-ALS). In the proposed method, the first spectrum was obtained at a temperature of 25 °C is heated from 30 to 170 °C, to 10 °C, being collected spectra at each temperature increment. The samples were analyzed in a spectrophotometer Vis- NIR (range from 400 to 2500nm). The results suggest that Maca inhibits the appearance of oxidation products, as evidenced when comparing the results obtained for the heated oil with and without addition of Maca

**Key words:** MCR-ALS, NIRS, *Lepidium meyenii* Walp, Soybean Oil.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Perfil espectral Vis-NIR observado para a amostra de óleo de soja (A) com adição de Maca peruana e (B) sem adição de Maca peruana.....21
- Figura 2** - PCA dos espectros da amostra de óleo aquecida sem Maca Peruana: (A) PC1 x PC2; (B) PC1 x PC3; (C) PC2 x PC3; (D) PC3 x PC4; (E) PC1 x PC4.....22
- Figura 3** - Loadings referentes a (A) PC1; (B) PC2; (C) e PC3 (D) PC4.....23
- Figura 4** - PCA da amostra de óleo aquecida com adição de Maca Peruana.....23
- Figura 5** - PCA vs variáveis para (A) PC1 e (B) PC2.....24
- Figura 6** - (A) Perfis de degradação e (B) respectivos perfis espectrais, recuperados por MCR-ALS para a amostra de óleo de soja aquecida com adição de Maca Peruana.....25
- Figura 7** - (A) Perfil de degradação e (B) respectivos perfis espectrais, recuperados por MCR-ALS para a amostra de óleo de soja sem Maca Peruana.....27

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3. OBJETIVOS.....	15
3.1    Objetivos Gerais .....	15
3.2    Objetivos Específicos .....	15
4. METODOLOGIA .....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	21
6. CONCLUSÕES.....	21
REFERÊNCIAS .....	29

## 1. INTRODUÇÃO

Muito utilizada nos Andes, a Maca é um tubérculo visto por locais como um medicamento, os quais sugerem que este cultivar tem influências no comportamento sexual de homens e mulheres, de modo a aumentar a fertilidade, além de servir para tratamento de sintomas da menopausa. A possível função afrodisíaca da Maca foi estudada em ratos, relatada por Zheng *et al.*, (2000). Além disso, indústrias farmacêuticas sugerem que Maca tem a capacidade de modular a resposta contra estresse oxidativo, o que elevou este cultivar a uma posição de destaque, passando a ser comercializada e em diversos países da América do Sul, além de estar frequentemente incluída em dietas de suplementação, comercializadas principalmente nos Estados Unidos, Europa e Japão (TUCKER; BURANAPIN, 2000, HERMANN; BERNET, 2009). De acordo com Campos *et al.*, (2013), os efeitos biológicos causados pelo consumo de Maca são atribuídos à presença de compostos bio ativos, tais como macaenas e macamidas, fitoesteróis (como o campesterol e sitosterol), diferentes tipos de glucosinolatos (GLs) e compostos fenólicos.

A primeira descrição taxonômica da espécie *Lepidium meyenii* Walp foi realizada pelo biólogo alemão Wilhelm Gerhard Walpers, em 1843, o qual colheu tal cultivar em um vilarejo chamado Meyenni, na Província de Puno, Peru. Em 1990, a bióloga peruana Glória Chacón de Popovici propôs a classificação de uma nova espécie exclusiva do território peruano: *Lepidium peruvianum* Chacón. Contudo, este nome não está oficializado no órgão regulador internacional, International Association for Plant Taxonomy. Cientificamente, *Lepidium peruvianum* é considerada como um sinônimo de *Lepidium meyenii* Walp (CHACÓN DE POPOVICI, 1990). Popularmente conhecida como Maca Peruana, este cultivar é um vegetal crucífero nativo da Região dos Andes, no Peru, podendo ser encontrada também na Bolívia, Colômbia, Chile e Argentina. Porém, a espécie é a única domesticada e primariamente cultivada nas altas montanhas dos Andes Centrais do Peru, a qual relata-se existir em tal região desde aproximadamente 2000 a.C., em altitudes entre 3.500 a 4.800 metros (CÁRDENAS, 2005). Pertencente a família *Brassicaceae*, a Maca vem sendo comercializada em diversas formas, tais como micropulverizada (em pó, comprimidos), liofilizada e como extratos hidro-alcoólicos (TUCKER; BURANAPIN, 2000).

Nos últimos anos tem-se aumentado o interesse pelo domínio dos antioxidantes, conduzindo a uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos na área de aplicação em alimentos. Além disso, a elaboração de melhores metodologias para avaliação e medição da oxidação e eficácia de novas espécies de antioxidantes (SHAHIDI, 2008). A recomendação

pelo consumo de alimentos que tenham potencial antioxidante tem relação significativa com o modo de vida atual, no qual, a cada dia mais, leva pessoas a quadros de problemas de saúde, principalmente devido a má alimentação. No entanto, antioxidantes sintéticos utilizados nas indústrias de alimentos tem sido alvo de questionamentos com relação à toxicidade (BAUER *et al.*, 2001). Sendo assim, a cada dia mais estudos aparecem dedicados à busca por compostos naturais que exibam a propriedade funcional de agir retardando ou prevenindo a oxidação do substrato envolvido nos processos oxidativos inibindo a formação de radicais (HALLIWEL *et al.*, 1995; MELO; GUERRA, 2002; TOMEI; SALVADOR, 2007). Além dos possíveis riscos que o uso irregular e/ou indiscriminado dos antioxidantes sintéticos pode acarretar ao homem, soma-se a rejeição generalizada dos aditivos alimentares sintéticos. Ênfase tem sido dada à identificação e purificação de novos compostos com atividade antioxidante, oriundos de fontes naturais, que possam agir sozinhos ou sinergicamente com outros aditivos como uma forma de prevenir a deterioração oxidativa de alimentos e restringir a utilização de antioxidantes sintéticos (SHAHIDI *et al.*, 2007).

Uma série de antioxidantes de diversos tipos vem sendo utilizados com o propósito de prolongar a vida útil de alimentos, com intuito de fornecer ao consumidor um alimento seguro e agradável ao paladar. Dentre estes, destacam-se os processos de conservação dos óleos vegetais, os quais, dependendo de condições como exposição à radiação e/ou armazenamento, podem ser facilmente deteriorados por reações radicalares que levam a rancificação (SHAHIDI, 2008). Em óleos comestíveis, a escolha do antioxidante deve visar à preservação dos ácidos graxos insaturados para aumentar a estabilidade a degradação térmica, o que acontece geralmente entre 150 à 220 °C, porém a presença de altas concentrações de ácidos graxos insaturados em óleos vegetais requer a adição de antioxidantes com maior estabilidade térmica (YILMAZ; KARAKAYA, 2009).

O consumo de alimentos fritos tem aumentado nos últimos anos, tendo em vista que o processo de fritura fornece uma alternativa de preparação rápida para muitos alimentos, isso sem contar com o sabor diferenciado, que agrada a maioria das pessoas (BORGES *et al.*, 2014). A preferência por alimentos que proporcionam facilidade de manipulação e preparo fez com que as indústrias de alimentos passassem a dispor de produtos específicos para o processo de fritura, como os alimentos pré-processados congelados, que são largamente adotados pelo mercado consumidor, pois a rapidez é um aspecto fundamental na sociedade atual (DEL RÉ; JORGE, 2006).

Durante o processo de fritura, óleos e gorduras são expostos às condições que contribuem para diminuir sua qualidade e modificar sua estrutura, sendo essas, principalmente, a umidade proveniente dos alimentos, que é a causa da alteração hidrolítica, o oxigênio do ar, que entra na massa de óleo através da superfície do recipiente possibilitando a alteração oxidativa e a elevada temperatura em que ocorre a operação (por volta de 180 °C) a qual provoca alterações significativas (SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002). As reações hidrolíticas são catalisadas pela ação do calor e umidade, com a formação de ácidos graxos livres, monoacilgliceróis e diacilgliceróis. A auto-oxidação lipídica está associada à reação do oxigênio com ácidos graxos insaturados e acontece em etapas denominadas de iniciação, propagação e término (RAMALHO; JORGE, 2006).

Os produtos dessas reações apresentam um alto impacto no sabor, aroma e qualidade nutricional dos óleos com significativa implicação na saúde humana (BROWN, 2009), sendo eles os hidroperóxidos, aldeídos, alcoóis e ácidos (MOROS *et al.*, 2009). Se a produção de radicais livres supera a capacidade antioxidante em um sistema vivo, espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio podem reagir com lipídios, proteínas e com o DNA, conduzindo a danos estruturais e/ou funcionais nas células, enzimas e material genético (BARREIROS *et al.*, 2006). Desta maneira, várias patologias incluindo o câncer, doenças cardiovasculares, doença de Alzheimer e de Parkinson, seguidas de doenças inflamatórias e imunológicas como artrite, asma, alergia e outras relacionadas com o processo de envelhecimento apresentam em sua etiologia, pelo menos em parte, os efeitos danosos da produção de radicais em consequência do estresse oxidativo (TOMEI; SALVADOR, 2007). No entanto, a forma de se avaliar estes processos oxidativos é, naturalmente, destrutiva, o que além de não permitir um reaproveitamento da amostra, não permite monitoramento *online* do processo. Para tanto, métodos de análises não destrutivos e que permitam análises rápidas, tais como os métodos ópticos, são ferramentas interessantes para se dizer sobre a qualidade de um alimento.

Para avaliar resultados a partir de métodos ópticos a forma mais viável é através de métodos quimiométricos. Por definição, pode-se dizer que a quimiometria está relacionada a um conjunto de métodos matemáticos e estatísticos que são aplicados com o intuito de se obter informações não triviais a partir de um conjunto de dados complexos (BARROS NETO *et al.*, 2006). A aplicação de métodos ópticos em conjunto com a quimiometria pode trazer informações intrínsecas de diferentes análises em diversos ramos da ciência e da indústria (LIMA, 2013). A espectroscopia e a quimiometria podem ser utilizadas em aplicações tanto qualitativas quanto quantitativas de um determinado analito (NAES *et al.*, 2002).

No caso do monitoramento do comportamento térmico de azeites, a ferramenta quimiométrica de Resolução de Multivariada de Curvas com Mínimos Quadrados Alternados (Multivariate Curve Resolution with Alternating Least Squares - MCR-ALS) (TAULER, 1995; MARÇO *et al.*, 2011) vem se mostrando de extrema eficiência quanto a recuperação de sinais referentes aos espectros das substâncias que aparecem e desaparecem durante o aquecimento, assim como suas respectivas concentrações relativas (LE DRÉAU *et al.*, 2008, GONÇALVES *et al.*, 2014). Gonçalves *et al.*, 2015 afirmam ainda que o MCR-ALS pode ser empregado na determinação da contribuição dos compostos químicos responsáveis pelo fenômeno de oxidação. Além disso, o método pode servir para comparar diferentes óleos de acordo com suas estabilidades térmicas.

Desta forma, este trabalho sugere uma forma alternativa para se estudar a atividade antioxidante da Maca Peruana pela adição da farinha deste cultivar em óleo de soja, na tentativa de observar seu efeito sob os produtos de oxidação formados quando o óleo é aquecido em diferentes temperaturas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos Gerais**

Sugerir uma forma alternativa para se estudar a atividade antioxidante da Maca Peruana, observando-se o efeito da adição da farinha deste cultivar em óleo aquecido em diferentes temperaturas com a finalidade de se observar os produtos de oxidação produzidos.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- I. Adquirir espectros na região UV-Vis das amostras de óleo de soja aquecidas a partir de 30 °C até a temperatura de fritura (170 °C) a cada 10 °C, para se observar o comportamento destes óleos em cada temperatura;
- II. Aquecer amostras de óleo de soja com adição de Maca peruana da mesma forma que para o óleo sem Maca com o objetivo de se comparar os comportamentos e verificar a atividade anti oxidação da Maca;
- III. Aplicar a metodologia MCR-ALS nos perfis espectrais de óleos sob diferentes condições para que se possa observar o perfil comportamental destas com e sem adição de Maca Peruana;
- IV. Oferecer metodologias que proporcione entender, sugerir e transmitir novas formas de se avaliar os resultados obtidos.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os ensaios antioxidantes disponíveis podem ser classificados em duas categorias, sendo estas baseadas em estudos de cinética química, também denominados de métodos diretos como Ensaio ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity), Ensaio de redução do  $\beta$ -caroteno e Quimioluminescência do luminol, e ensaios mediados pela transferência de elétrons, também denominados de métodos indiretos, tais como Ensaio com reagente Folin-Ciocalteu (FCR), Redução do radical DPPH (2,2- diphenyl-1-picrylhydrazyl), Ensaio TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity), Ensaio FRAP (ferric reducing antioxidant power) (HUANG *et al.*, 2005; TOMEI; SALVADOR, 2007).

De acordo com Tomei; Salvador (2007), os métodos indiretos são mais utilizados que os métodos diretos. Os métodos diretos mostram-se mais adequados para avaliação da atividade antioxidante, especialmente aqueles baseados no modelo de reação em cadeia controlada por, em geral, se apresentarem como mais sensíveis. A desvantagem apresentada por estes métodos é que muitos deles são tempo-dependentes, o que sugere que suas aplicações requerem experiência em reações de cinética química. Os métodos indiretos, são adequados e de mais fácil manipulação e, apesar de não apresentarem a mesma sensibilidade, também permitem uma avaliação adequada da atividade antioxidante. No entanto, é questionável até que ponto os dados obtidos por estes ensaios podem fornecer informação quantitativas da capacidade de inibição da amostra no processo oxidativo biológico. Outro impasse na aplicação dos métodos indiretos é a sua baixa reprodutibilidade. A razão principal disto é que os resultados são altamente dependentes da concentração de reagentes e do tempo de incubação.

De acordo com Tanajura *et al.*, (2012), o uso de métodos óticos para determinação da oxidação de óleos é pouco explorado, e se mostra como sendo um tipo de metodologia com potencial para inovação. Há cerca de 200 patentes relacionadas a métodos óticos e oxidação, porém, apenas espectroscopia de fluorescência e espectrometria no infravermelho são citadas. Nenhuma das patentes sugere o uso da espectroscopia combinada com calibração multivariada para predição da estabilidade oxidativa. A calibração multivariada consiste na obtenção de um modelo matemático construído entre dados provenientes de análises realizadas pelo método que fornece dados de primeira ordem (um vetor de respostas por amostra), tais como as técnicas de espectroscopia, e dados resultantes de análise padrão, normalmente univariada obtidos por um método de referência, como é o caso das respostas de



estabilidade oxidativa. O método quimiométrico mais amplamente usado para este fim é a regressão por Mínimos Quadrados Parciais (PLS), o qual pode ser aplicado para produzir como modelo para predição da estabilidade oxidativa de amostras desconhecidas.

“A denominação "Análise Multivariada" corresponde a um grande número de métodos que utilizam simultaneamente todas as variáveis na interpretação do conjunto de dados. Essas variáveis podem ser as concentrações de elementos mais importantes, altura de picos em perfis cromatográficos, comprimentos de onda em perfis espectroscópicos ou até mesmo imagens (MARÇO *et al.*, 2014).

Os métodos quimiométricos de análise multivariada podem ser classificados em diferentes categorias com distintas aplicações, conforme o objetivo do estudo, como por exemplo a otimização de processos, a classificação de dados, as determinações quantitativas e qualitativas, podendo assim ser subdivididos em diversas frentes de pesquisas e aplicações, tais como planejamento e otimização de experimentos, processamento de sinais analíticos, reconhecimento de padrões e classificação de dados, calibração multivariada, métodos de inteligência artificial, dentre outros (MARÇO *et al.*, 2014).

Os métodos de Resolução Multivariada de Curvas (MCR, do inglês *Multivariate Curve Resolution*) são métodos de processamento de sinais analíticos que têm o intuito de resolver misturas de sinais. Esses métodos recuperam valores de concentração relativa e os espectros puros dos componentes relacionados a tais concentrações dentro da amostra, a partir de uma matriz de dados que contém os valores para as variáveis analisadas. A análise de dados por MCR pode ser realizada sobre uma única matriz de dados (dados de primeira ordem) ou sobre matrizes de dados para cada amostra (dados de segunda ordem), simultaneamente (MARÇO *et al.*, 2014).

O modelo geral do MCR pode ser verificado em uma equação de forma:

$$\mathbf{D} = \mathbf{C} \mathbf{S}^T \quad (\text{Equação 1}).$$

em que  $\mathbf{D}$  é a matriz de resposta instrumental,  $\mathbf{C}$  é a matriz de concentração relativa e  $\mathbf{S}$  é uma matriz de espectros puros (MARÇO *et al.*, 2014).

O método de Resolução Multivariada de Curvas com Mínimos Quadrados Alternantes (MCR-ALS, do inglês *Multivariate Curve Resolution with Alternating Least-Squares*) é um tipo de MCR no qual a resolução iterativa da equação 1 é realizada por ALS. Para que o MCR consiga obter resultados mais condizentes com as informações químicas, aproximações de resolução iterativa são consideradas mais populares devido à sua flexibilidade para lidar com

vários tipos de arranjos de dados e problemas químicos, além da habilidade para acomodar informações externas no processo de resolução. Todas elas dividem um passo comum na otimização (das matrizes  $\mathbf{C}$  e/ou  $\mathbf{S}^T$ ) que se inicia com as estimativas iniciais de  $\mathbf{C}$  e  $\mathbf{S}^T$ , adaptadas de acordo com as informações químicas ou matemáticas incluídas no processo de otimização sob a forma de restrições. A análise de fatores de alvo iterativo (ITTFA, do inglês Iterative Target Factor Analysis) e o MCR-ALS foram às primeiras aproximações iterativas a serem executadas, embora outras metodologias com diferentes princípios, como a Análise de resolução de fatores (RFA, do inglês Resolving Factor Analysis), tenham aparecido posteriormente.” (MARÇO *et al.*, 2014).

Em estudos prévios realizados por Celloni (2014), determinou-se a análise centesimal de diferentes marcas de Maca Peruana, sendo que quatro das amostras são as mesmas utilizadas para este estudo, sendo elas identificadas como \*J, \*Sm, \*U e \*Uc. Os resultados desta análise estão expressos na tabela 1.

<b>Tabela 1 – Resultados da Análise Centesimal para diferentes marcas de Maca Peruana encontradas no comércio de Campo Mourão</b>					
<b>Amostra</b>		<b>*Sm</b>	<b>*J</b>	<b>*U</b>	<b>*Uc</b>
<b>Colorímetro</b>	<b>L</b>	74,47	79,21	79,38	63,24
	<b>A</b>	6,67	5,40	5,15	5,36
	<b>B</b>	26,16	25,55	24,01	21,36
<b>Proteínas (%)</b>		0,13	0,21	0,13	0,13
		0,12	0,12	0,13	0,12
		0,12	0,11	0,13	0,12
<b>Umidade (%)</b>		10,66	10,51	7,97	8,75
		11,01	10,78	10,90	8,95
		10,51	10,74	10,86	8,83
<b>Cinzas (%)</b>		4,21	4,42	4,28	4,31
		4,20	4,30	4,25	4,30
		4,21	4,39	4,25	4,31
<b>Carboidratos (%)</b>		85,01	84,86	87,62	86,81
		84,67	84,81	84,72	86,63
		85,16	84,76	84,76	86,74

\*Sm: Sem marca; \*U: Unilife; \*Uc: Unilife cápsula; \*VS: Vita Seaf

De acordo com análises prévias, a Maca apresenta quantidades de proteína que variam entre 10 e 18%, carboidrato de 59 a 68%, fibra (3,85 a 8,5%) e lipídeos (0,2 a 2,2%), além de aminoácidos livres e minerais, tais como cálcio e ferro (DINI *et al.*, 1994). De acordo com CANALES *et al.*, (2000), a maca possui cerca de 9 dos 10 aminoácidos essenciais, o que lhe

confere propriedades interessantes no que se refere ao consumo (CANALES *et al.*, 2000; BALICK; LEE, 2002).

A composição química do tubérculo inclui uma variedade de metabólitos secundários decorrentes de diferentes vias, ou seja, glucosinolatos, fenilpropanóides (polifenóis), isoprenóides (monoterpenos e sesquiterpenos) e alcalóides (DINI *et al.*, 2002; PIACENTE *et al.*, 2002; SANDOVAL *et al.*, 2002; TELLEZ *et al.*, 2002; GONZALES *et al.*, 2005). Também é conhecido por conter uma variedade de fitoquímicos, tais como campesterol, estigmasterol, betasitosterol, isotiocianatos de benzilo, catequinas, e outros glucosinolatos. (ZHENG *et al.*, 2000; LI *et al.*, 2001). Segundo Sandoval *et al.*, (2002), os fitoquímicos presentes na Maca demonstraram potencial significativo como antioxidante (SANDOVAL *et al.*, 2002), o que é de interesse para a área de alimentos, uma vez que a ingestão destes vem sendo recomendada a cada dia mais pelos nutricionistas. De acordo com Sandoval *et al.*, 2002, estudos feitos *in vitro* indicaram que a Maca peruana reage com oxidantes como os radicais livres e células protegidas contra peroxinitrito e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, podendo ajudar a manter um equilíbrio entre oxidantes e antioxidantes.

Esses efeitos benéficos relacionados às propriedades da maca têm sido realizados com extratos aquosos ou hidro alcoólicos, portanto, os efeitos fisiológicos têm sido atribuídos a presença de glucosinolatos, polifenóis e a capacidade antioxidante. A eficácia dos extratos de maca aquosos é melhorada quando a farinha da maca (pó) é aquecida até a ebulição, sugerindo que o tratamento térmico facilita o rendimento da extração de glucosinolatos, compostos fenólicos e outros metabólitos secundários (GONZALES *et al.*, 2012).

Para simular o processo em que os óleos são submetidos a altas temperaturas e estudar os compostos originados durante o estresse térmico é muito comum à utilização da termo oxidação. Este método consiste em submeter óleos e gorduras a elevadas temperaturas, porém sem a presença do alimento, ou seja, sem a umidade e demais componentes provenientes do alimento (a ser frito). Desta forma, a temperatura e o oxigênio (proveniente do ar) são as principais variáveis que devem ser levadas em consideração. A oxidação de óleos na ausência de alimento também é utilizada para estudar a eficiência de antioxidantes contra a formação dos produtos de oxidação, prejudiciais à saúde humana (SHYAMALA *et al.*, 2005).

#### 4. METODOLOGIA

Para avaliar o potencial antioxidante da maca peruana, amostras de óleo de soja foram analisadas, considerando-se a adição de maca, comercializada na forma de farinha (pó finamente dividido) de quatro fornecedores diferentes feitas em triplicatas em concentrações de 2,5 gramas.

Para realização dos testes de degradação térmica, adicionou-se empiricamente Maca Peruana em 50 mL de amostra de óleo de soja comercial. A quantidade observada como ideal por ser um limite de solubilização, neste volume indicado, foi de 2,5 g de Maca.

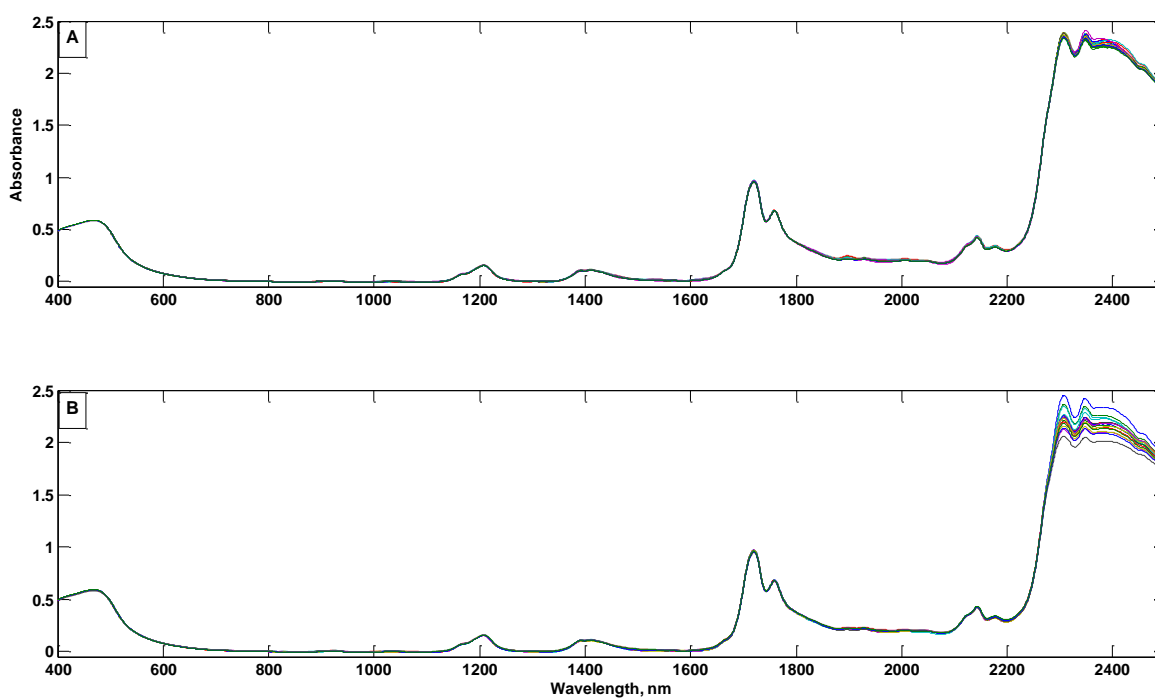
Para melhor solubilização, após a adição da Maca, as amostras foram submetidas à agitação por 10 minutos em um agitador magnético e em seguida as misturas de maca – óleo foram filtradas utilizando-se bomba a vácuo, a fim de se eliminar resíduos de farinha que pudessem interferir nas medidas espectrais.

As amostras de óleo de soja contendo Maca e as isentas deste composto foram aquecidas em 16 temperaturas diferentes, o primeiro espectro da amostra foi adquirido em temperatura ambiente de 25 °C e após o com o início do processo de aquecimento o segundo espectro a 30 °C e assim sucessivamente até 170° C, de 10 em 10° C, aonde um espectro foi coletado a cada incremento de temperatura. A temperatura de 170° C foi escolhida como limite superior por estar próxima da temperatura considerada como de fritura de alimentos. Para fins de comparação, o mesmo procedimento foi realizado para a amostra de óleo de soja sem adição de maca (GONÇALVES *et al.*, 2014).

Após o aquecimento armazenou-se as amostras em temperatura ambiente (25°C) para evitar o efeito da temperatura na absorbância da amostra, e então adquiriu-se o espectro em cada temperatura na região Vis-NIR. Os dados foram processados utilizando-se ambiente Matlab R2007® de propriedade do orientador. A aplicação de métodos quimiométricos tais como a Análise de Componentes Principais (Principal Component Analysis – PCA) foi realizada utilizando-se PLS toolbox 7.8 fornecido pela EMBRAPA Solos. O tratamento via MCR-ALS foi realizado utilizando-se os códigos gratuitamente disponíveis na webpage do MCR-ALS na internet (MCR-ALS webpage, 2014).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 apresenta os espectros obtidos na região do Vis-NIR para as amostras de óleo aquecidas em diferentes temperaturas (**A**) com e (**B**) sem adição de Maca Peruana. Os espectros se apresentaram muito semelhantes na região visível do espectro e na região de sobretons do NIR (entre 900 e 1800 nm). No entanto, verificou-se que existem alterações significativas no perfil espectral entre 2200 e 2500 nm. Os espectros equivalentes a temperatura de 25° C permaneceram exatamente iguais aos adquiridos a 30° C, tanto para as amostras aquecidas com adição de Maca Peruana quanto para aquelas aquecidas sem este composto e, por isso, foram removidas das análises. Assim, um total de 16 amostras foram avaliadas.

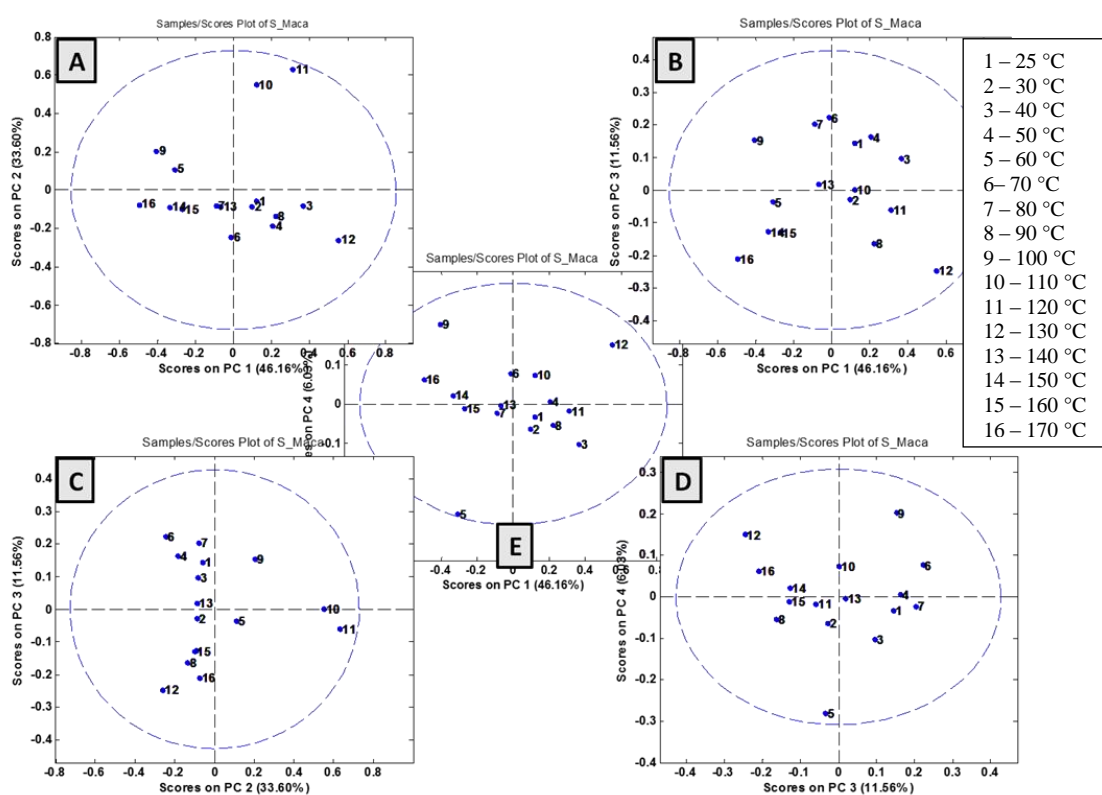


**Figura 1.-** Perfil espectral Vis-NIR observado para a amostra de óleo de soja (**A**) com adição de Maca peruana e (**B**) sem adição de Maca peruana.

Desta forma, para melhor avaliar as diferenças e semelhanças entre as amostras, foram utilizados os métodos quimiométricos de Análise de Componentes Principais (PCA), para se estimar o número de espécies diferentes que surgiram a partir do aquecimento das amostras, e de Resolução Multivariada de Curvas com Mínimos Quadrados Alternantes (MCR-ALS),

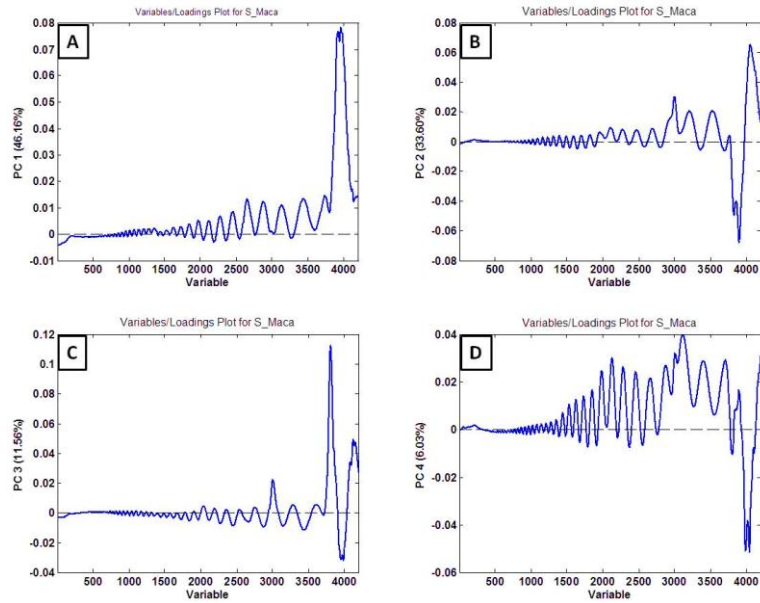
para obtenção do perfil de degradação térmica relativo às espécies espectrofotometricamente ativas assim como os respectivos perfis de concentração.

A aplicação de PCA nos espectros obtidos para a amostra aquecida sem adição de Maca sugere a necessidade de 5 componentes principais (PCs) para explicar aproximadamente 98% da variância total dos dados. Para este conjunto de espectros, o gráfico com combinações entre as PCs de 1 até 4 está apresentado na Figura 2. As combinações com a PC 5 não estão apresentadas por não adicionarem nenhuma informação significativa às PCs apresentadas na Figura 2.



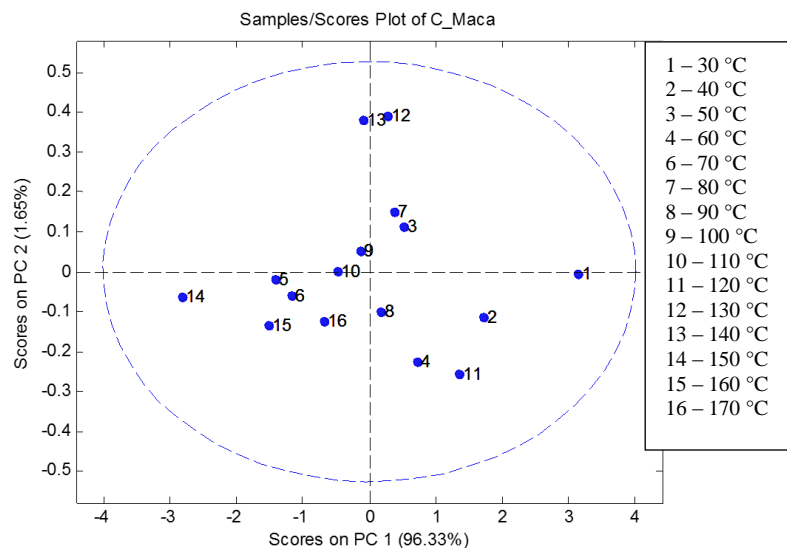
**Figura 2** - PCA dos espectros da amostra de óleo aquecida sem Maca Peruana: (A) PC1 x PC2; (B) PC1 x PC3; (C) PC2 x PC3; (D) PC3 x PC4; (E) PC1 x PC4.

Os gráficos dos loadings, que trazem informação sobre as variáveis responsáveis pela separação entre as amostras, estão apresentados na Figura 3. Observa-se que as variáveis que mais influenciaram na separação entre as amostras estão acima de 3500, que equivalem a comprimentos de onda maiores que 2200 nm.

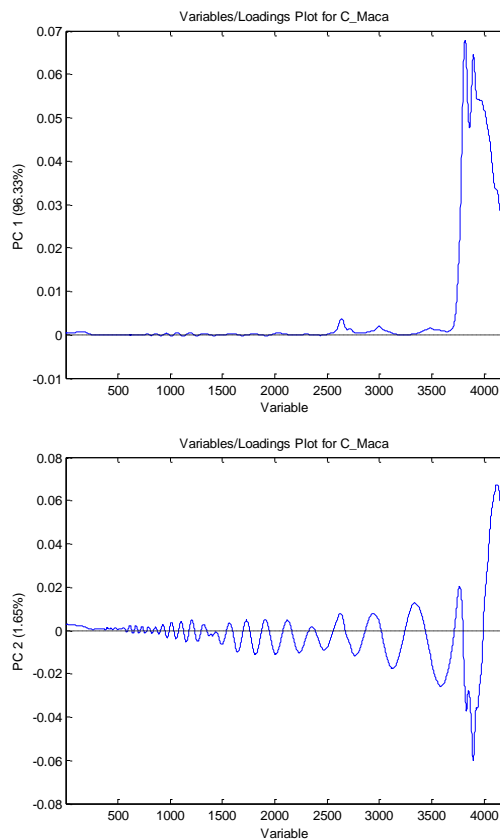


**Figura 3** – Loadings referentes a (A) PC1; (B) PC2; (C) e PC3 (D) PC4.

Para a amostra de óleo aquecida após a adição de Maca Peruana, a PCA utilizou 3 PCs para explicar aproximadamente a mesma variância da amostra de óleo pura (sem adição de Maca), 98% da variância total dos dados. A figura 4 mostra o gráfico de PC1 x PC2 para as amostras aquecidas com adição de Maca Peruana, enquanto a figura 5 os gráficos das variáveis referentes a esta separação.



**Figura 4** - PCA da amostra de óleo aquecida com adição de Maca Peruana.



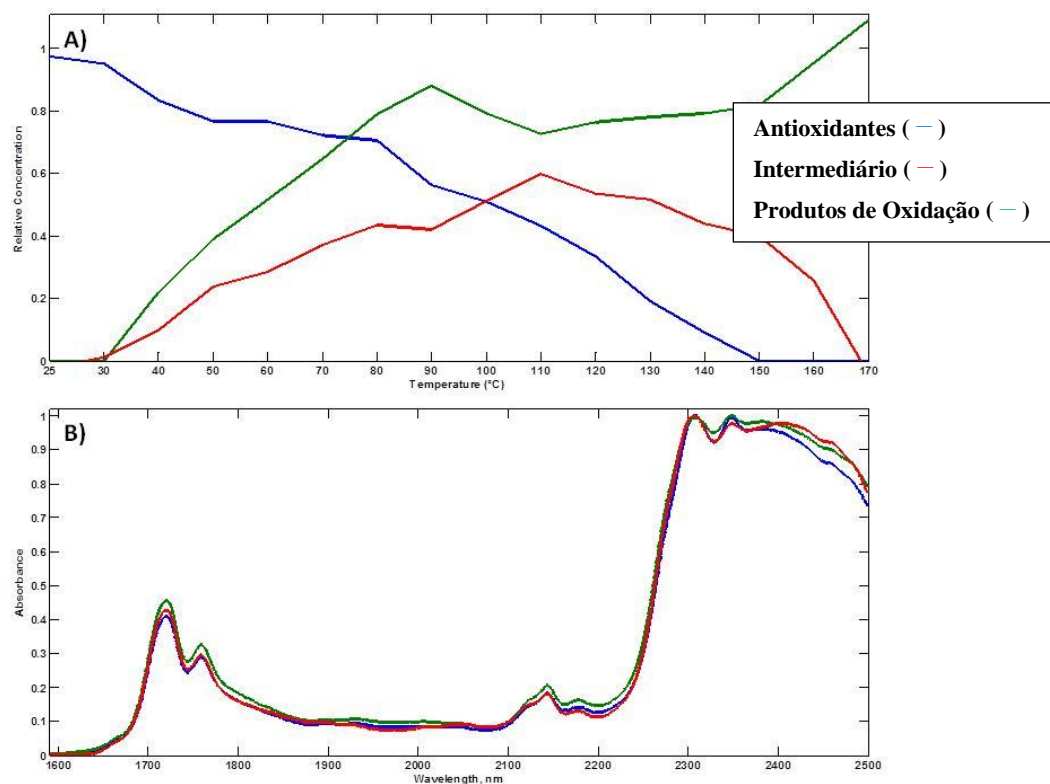
**Figura 5** - PCA vs variáveis para (A) PC1 e (B) PC2.

A partir da análise destas figuras fica evidente que outra metodologia é necessária para se visualizar se há ou não diferença entre as amostras já que os perfis espectrais foram muito parecidos e, portanto, a PCA não apresenta uma explicação lógica com relação as diferenças e semelhanças entre as amostras. No entanto, os gráficos dos loadings sugerem que as diferenças estão situadas sempre em comprimentos de onda maiores (acima de 2200 nm). Além disso, a PCA sugere que a adição de Maca Peruana inibe a formação de algumas substâncias, já que se utilizam 3 componentes para esta situação, enquanto que para a amostra de óleo pura foram utilizadas 5 PCs.

Para melhor observar as diferenças entre as amostras e obter-se um perfil de degradação térmica, fez-se a aplicação de MCR-ALS nas amostras monitoradas sob diferentes condições, utilizando-se a informação obtida pela aplicação de PCA para a estimativa do posto da matriz, necessária para iniciar o MCR. Como os gráficos que trazem informações relativas as variáveis mostram que os comprimentos de ondas maiores influenciam mais, utilizaram-se os comprimentos de onda acima de 1600 nm.



A aplicação de MCR-ALS permitiu a visualização de um perfil de degradação térmica das amostras. A figura 6 apresenta os gráficos dos (A) perfis cinéticos e (B) respectivos espectros recuperados por MCR-ALS para a amostra de óleo aquecida com adição de Maca.



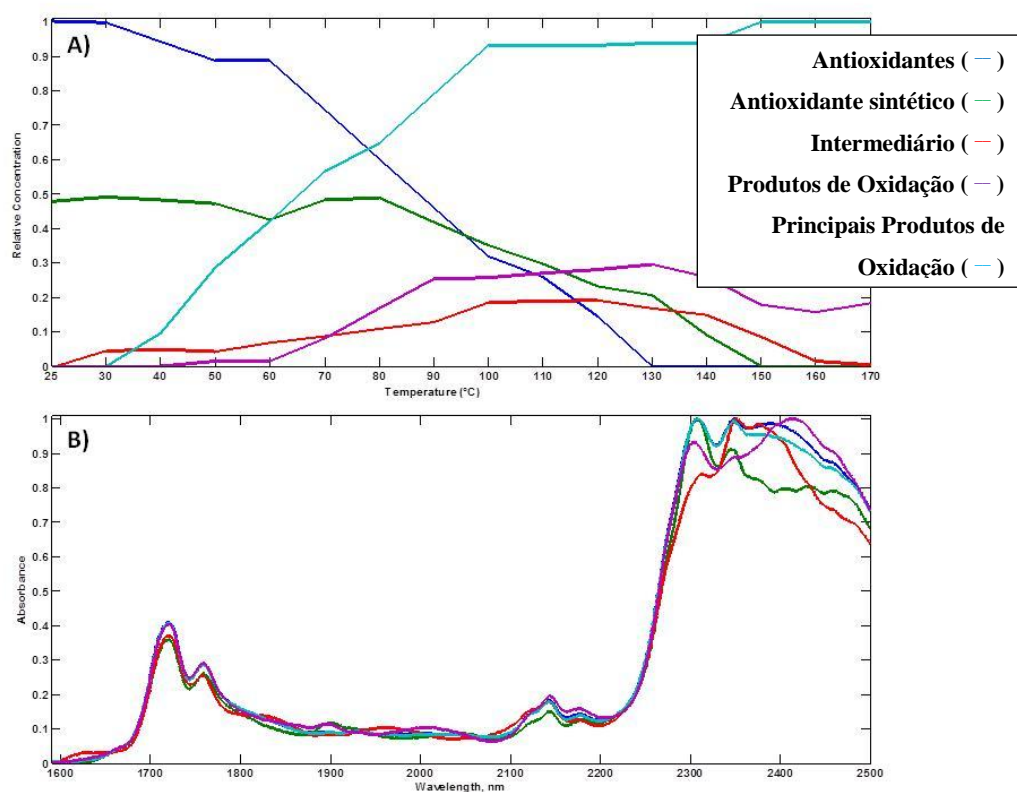
**Figura 6 - (A)** Perfis de degradação e **(B)** respectivos perfis espectrais, recuperados por MCR-ALS para a amostra de óleo de soja aquecida com adição de Maca Peruana.

Observa-se por esta figura que para a amostra aquecida com adição de Maca, a partir de 100° C de aquecimento, ainda é possível encontrar uma quantidade restante equivalente a 50% da inicial de antioxidantes. Observa-se ainda a presença de substâncias intermediárias, que aparecem em quantidade significativa a partir de 60 °C, sendo que acima de 150° C sugere-se apenas a presença de produtos de oxidação e uma quantidade decrescente de algum produto intermediário.

A Figura 7 mostra (A) os perfis de degradação e (B) os respectivos espectros recuperados por MCR-ALS para o óleo de soja aquecido sem adição de Maca peruana. Observa-se na Figura 7 (B) que neste caso existem 2 perfis a mais em relação a amostra aquecida com a adição da Maca (Figura 6 – B): um perfil em verde, o qual, devido a temperatura e condições de existência, sugere-se que seja um outro tipo de antioxidante (o

qual pode ser o antioxidante sintético adicionado pelo fabricante e não evidenciado no caso anterior) e um outro produto de oxidação, produto da degradação de compostos não caracterizados neste estudo. Além disso, neste caso nota-se que o composto relacionado a maior atividade antioxidante, representado pelo perfil em azul, deteriora-se mais rapidamente na amostra sem adição de Maca que no caso anterior pois, neste caso, além de observar-se um decaimento de concentração destes antioxidantes mais abrupto próximo a 90° C, fica evidente que aqui, a partir de 130° C não resta mais nada do perfil majoritário inicial em azul.

Os resultados sugerem que a Maca peruana apresenta atividade antioxidante por inibir a formação de produtos de oxidação verificados na amostra de óleo aquecida sem adição de Maca, além de estabilizar as espécies antioxidantes. No entanto, os estudos realizados não possibilitam a identificação de quais foram às espécies inibidas pela adição da Maca. Desta forma, novos estudos são necessários para se afirmar qual está sendo a função exata da Maca na mistura. Porém, observa-se que o método proposto pode fornecer informações importantes para a avaliação da atividade de algumas substâncias sem a necessidade de utilização de reagentes tóxicos, empregando-se um método de custo relativamente baixo, que necessita do mínimo de preparo de amostra (adição da Maca em óleo e filtração), além de ser um método rápido e eficiente.



**Figura 7 - (A)** Perfil de degradação e **(B)** respectivos perfis espectrais, recuperados por MCR-ALS para a amostra de óleo de soja sem Maca Peruana.

Assim, sugerimos que a aplicação de métodos quimiométricos pode ser usada para fornecer informações sobre a atividade antioxidante de substâncias de uma forma alternativa, permitindo análises rápidas, redução de custos, de baixa (ou nenhuma) consumo de reagente, além de outras vantagens em relação a interpretação dos dados.

## 6. CONCLUSÕES

A metodologia utilizada no estudo com concentrações estipuladas empiricamente se mostrou promissora no sentido de permitir a extração de informações para avaliar a influência da adição Maca Peruana em amostras de óleo de soja, utilizando-se espectroscopia VIS-NIR e o processo de degradação térmica possibilitando observar o comportamento degradativo do óleo em 16 temperaturas diferentes e tornando-se comparativa com resultados obtidos sem a adição de Maca.

Os resultados obtidos pela adição das macas dos quatro fornecedores diferentes sugeriram coerência nos resultados que apontaram para atividade inibitória com relação à formação de produtos, os quais não foram identificados neste estudo.

A aplicação dos métodos quimiométricos possibilitou a aquisição de todos os resultados esperados mostrando-se uma proposta que pode ser empregada no estudo de outras matrizes alimentares, apresentando como principais vantagens a velocidade das medidas, a geração mínima de resíduos e a necessidade mínima de preparo de amostra.

Para se concluir sobre o efeito exato da adição da Maca, novos estudos são necessários.

## REFERÊNCIA

BALICK, M. J.; LEE, R. Maca: From traditional food crop to energy and libido stimulant. **Alternative Therapies in Health and Medicine**. 8(2):96- 98, 2002.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Quim. Nova**, v.29, p.113-123, 2006.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. 25 anos de Quimiometria no Brasil. **Química Nova**, v. 29, p. 1401, 2006.

BAUER, A. K. *et al.* The lung tumor promoter, butylated hydroxytoluene (BHT), causes chronic inflammation in promotion-sensitive BALB/cByJ mice but not in promotion-resistant C57BL/6 mice. **Toxicology**, v.169, n.1, p.1-15, 2001.

BORJES, L. C.; CECON, G.; SILVA, A. P. B. Análise da degradação do óleo de fritura de restaurantes comerciais do centro de Chapecó- SC. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 9, n.3, p. 833- 848, 2014.

BROWN, W. V.; KARMALLY, W.; KRIS-ETHERTON, P.; RUDEL, L. R. Discussion on dietary fat. **Clin Lipidol**. v. 3. p. 303–314. 2009.

CAMPOS, D.; CHIRINOS, R.; BARRETO, O.; NORATTO, G.; PEDRESCHI, R. Optimized methodology for the simultaneous extraction of glucosinolates, phenolic compounds and antioxidant capacity from maca (*Lepidium meyenii*). **Industrial Crops and Products**. v. 49. p. 747 – 754, 2013.

CANALES, M.; AGUILAR, J.; PRADA, A.; MARCELO, A.; HUAMÁN, C.; CARVAJAL, L. Evaluación nutricional de *Lepidium meyenii* (MACA) en ratones albinos y su descendencia. **Arch. Latinoam. Nutr.**, v. 50, p.126-33, 2000.

CÁRDENAS, S. E. Recuperación de productos nativos de los Andes: kiwicha y maca. **Revista de Antropología Facultad de Ciencias Sociales. E.A.P. de Antropología** (ISSN: 1811-380X), v.3, n. 3, p. 193-201, 2005.

CELLONI, Isabela de Souza. Caracterização centesimal e espectral da Maca Peruana (*Lepidium meyenii Walp*). 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

CHACÓN DE POPOVICI, G. LA MACA (*Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov.) y Su Habitat. **Revista Peruana de Biología**, v. 3, n. 2, p.169-272, 1990.

DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. Comportamento de óleos vegetais em frituras descontínuas de produtos pré-fritos congelados. **Ciênc.Tecnol. Aliment. Campinas**, 26(1): 56-63, 2006.

DINI, A.; MIGLIUOLO, G.; RASTRELLI, L.; SATURNINO, P.; SCHETTINO, O. Chemical composition of *Lepidium meyenii*. **Food Chemistry**, 49(4), p. 347–349. 1994.

DINI, I., TENORE, G. C.; DINI, A. Glucosinolates from maca (*Lepidium meyenii*). **Biochemical Systematic and Ecology**, v. 30, p. 1087–1090. 2002.

Disponível em: <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/nit/issue/view/968> acessado em: 01/11/2015.

GONÇALVES, R. P.; MARÇO, P. H.; VALDERRAMA, P. Degradação térmica de tocoferol e produtos de oxidação em diferentes classes de Azeite de Oliva utilizando espectroscopia UV-VIS E MCR-ALS. **Quim. Nova**, v. XY, n. 00, p. 1-4, 2015.

GONÇALVES, R.P.; MARÇO, P.H.; VALDERRAMA, P. Thermal edible oil evaluation by UV–Vis spectroscopy and chemometrics. **Food Chemistry**, 163, 83–86, 2014.

GONZALES, G. F.; Ethnobiology and Ethnopharmacology of *Lepidium meyenii* (Maca), a Plant from the Peruvian Highlands. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**. v. 2012, 2012.

GONZALES, G. F.; MIRANDA, S., NIETO, J.; FERNÁNDEZ, G.; YUCRA, S., RUBIO, J. Red maca (*Lepidium meyenii*) reduced prostate size in rats. **Reproductive Biology and Endocrinology**, 3(1), 5, 2005.

HALLIWEL, B. et al. The characterization of antioxidants. **Food Chem. Toxicol.**, Oxford, v. 33, n. 7, p. 601-17, 1995.

HERMANN, M; BERNET, T. The transition of maca from neglect to market prominence: Lessons for improving use strategies and market chains of minor crops [on-line]. Agricultural Biodiversity and Livelihoods Discussion Papers 1. **Bioversity International**, Rome, Italy. 2009.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agric. Food Chem.* V.53, p.1841-1856, 2005.

LI, G.; AMMERMAN, U.; QUIRÓS, C. F. Glucosinolate contents in Maca (*Lepidium peruvianum Chacón*) seeds, sprouts, mature plants and several derived commercial products. **Econ. Bot.** 55, 225 – 262. 2001.

MARÇO, H. P.; VALDERRAMA, P.; ALEXANDRINO, G. L.; POPPI, R. J.; TAULER, R. Resolução multivariada de curvas com mínimos quadrados alternantes: Descrição, Funcionamento e Aplicações. **Quim. Nova**, v. 37, n. 9, p. 1525-1532. 2014.

MARÇO, P.H.; POPPI, R.J.; SCARMINIO, I.S.; TAULER, R. Investigation of the pH effect and UV radiation on kinetic degradation of anthocyanin mixtures extracted from *Hibiscus acetosella*. **Food Chemistry**, 125, 1020–1027, 2011.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologias de Alimentos**, v.36, n.1, p.1-11, 2002.

MOROS, J.; ROTH, M.; GARRIGUES, S.; GUARDIA, M. Preliminary studies about thermal degradation of edible oils and fried food flavor. **Food Chemistry**, 114(4), p.1529-1536. 2009.

PIACENTE, S., CARBONE, V., PLAZA, A., ZAMPELLI, A., PIZZA, C. Investigation of the tuber constituents of maca (*Lepidium meyenii* Walp.). *J. Agric. Food Chem.* 50, 5621–5625. 2002.

RAMALHO, V. JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Quím Nova.* 29(4):755-760. 2006.

SANIBAL, A. A. E.; MANCINI-FILHO, J. Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura. *Food Ingred.* South American, v. 18, p. 64-71, 2002.

SHAHIDI, F. Antioxidants: Extraction, Identification, Application and Efficacy Measurement. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, v. 7, n. 8, p. 3325-3330, 2008.

SHAHIDI, F.; ALASALVAR, C.; LIYANA-PATHIRANA, C. M. Antioxidant Phytochemicals in Hazelnut Kernel (*Corylus avellana* L.) and Hazelnut Byproducts. *J. Agric. Food Chem.*, Washington, v. 55, n. 4, p. 1212-20, 2007.

SHYAMALA, B.N. et al. Leafy vegetable extracts - antioxidant activity and effect on storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v.6, n.2, p.239-45, 2005.

TANAJURA, A. S.; MEIRA, M.; RIBEIRO, E. M. O.; GONÇALVES, H. R.; QUINTELLA, C. M. Prospecção tecnológica sobre métodos para determinação da oxidação de óleos e biocombustíveis com ênfase em métodos óticos. 2012.

TAULER, R. Multivariate curve resolution applied to second order data. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 30, p.133-146, 1995.

TELLEZ, M. R.; KHAN, A. I.; KOBASISY, M.; SCHRADER, K. K.; DAYAN, E. F.; OSBRINK, W. Composition of the essential oil of *Lepidium meyenii* (Walp). *Phytochemistry* 61, p. 149–155. 2002.

TOMEI, R. R.; SALVADOR, M. J. Metodologias analíticas atuais para avaliação da atividade antioxidante de produtos naturais. *XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e*



**VII Encontro Latino Americano de Pós Graduação-Universidade do Vale do Paraíba, Campinas, Anais.** Universidade do Vale do Paraíba, v. 1. p. 1963-1967. 2007.

TUCKER, K. L.; BURANAPIN, S. Nutrition and aging in developing countries. **Journal of Nutrition.** v. 131. p. 2417S–2423S. 2000.

YILMAZ, M. T.; KARAKAYA, M. Differential Scanning Calorimetry Analysis of Goat Fats: Comparison of Chemical Composition and Thermal Properties Differential Scanning Calorimetry Analysis of Goat Fats. **Comparison of Chemical Composition and Thermal Properties,** v. 86, n. 9, p. 877-883, 2009.

ZHENG, B. L.; HE, K.; KIM, C. H.; ROGERS, L.; SHAO, Y.; HUANG, Z. Y.; LU, Y.; YAN, S. J.; QIEN, L. C.; ZHENG, Q. Y. Effect of a lipidic extract from *Lepidium meyenii* on sexual behavior of mice and rats. **Urology,** v. 55. p. 598 – 602, 2000.