

# **12º Encontro de Química dos Alimentos**

**Composição Química, Estrutura e Funcionalidade:  
A Ponte Entre Alimentos Novos e Tradicionais**

## **12<sup>th</sup> Meeting on Food Chemistry**

**Bridging Traditional and Novel Foods:  
Composition, Structure and Functionality**

### **Extended Abstracts**

**Sociedade Portuguesa de Química  
Divisão de Química Alimentar**

**Instituto Superior de Agronomia  
10 a 12 de Setembro de 2014**



**SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA**



**INSTITUTO  
SUPERIOR DE  
AGRONOMIA**  
*Universidade de Lisboa*

# Ficha técnica

---

## **Título**

12º Encontro de Química dos Alimentos

Composição Química, Estrutura e Funcionalidade: A Ponte Entre Alimentos Novos e Tradicionais

12<sup>th</sup> Meeting on Food Chemistry

Bridging Traditional and Novel Foods: Composition, Structure and Functionality

## **Editores/Coordenação**

Isabel Sousa

Anabela Raymundo

Catarina Prista

Vitor Alves

## **Edição**

Sociedade Portuguesa de Química

ISBN

978-989-98541-6-1

## **Setembro 2014**

---

Esta publicação reúne as actas enviadas referentes às comunicações apresentadas no 12º Encontro de Química dos Alimentos. Todas as comunicações foram avaliadas pela Comissão Científica do Encontro.

## **Aplicação da modelização por redes neuronais ao teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante em bananas de diferentes cultivares secadas sob condições distintas**

*Raquel Guiné<sup>a,b,\*</sup>, Maria João Barroca<sup>c</sup>, Fernando Gonçalves<sup>a,b</sup>, Mariana Alves<sup>a</sup>, Solange Oliveira<sup>a</sup>, Mateus Mendes<sup>d,e</sup>*

<sup>a</sup> Dep. Indústrias Alimentares, Escola Superior Agrária de Viseu, Portugal

<sup>b</sup> CI&DETS, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal

<sup>c</sup> ISEC, Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal

<sup>d</sup> ESTGOH, Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal

<sup>e</sup> Instituto de Sistemas e Robótica da universidade de Coimbra, Portugal.

\* raquelguine@esav.ipv.pt

**Palavras chave:** compostos fenólicos; atividade antioxidante; redes neuronais artificiais

### **RESUMO**

Neste trabalho investigou-se o impacto das condições de secagem sobre o teor em compostos fenólicos totais e atividade antioxidante em bananas de duas cultivares, tendo-se usado redes neuronais artificiais para modelizar e analisar os dados.

Bananas em fresco, secadas por ar a 50 e 70 °C e liofilizadas foram analisados quanto ao seu conteúdo em compostos fenólicos (FT) utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu e atividade antioxidante (AA) utilizando o radical ABTS. Todas as amostras foram sujeitas a seis extrações sucessivas. Os dados experimentais serviram para treinar redes neuronais, usadas para análise de dados e previsão das variáveis de saída (FT e AA).

Os resultados indicam que as bananas das duas cultivares são semelhantes e que a secagem com ar provocou um decréscimo do conteúdo em FT e na AA. A liofilização também diminuiu o teor de FT, porém em menor grau. Os testes feitos com as redes neuronais mostraram que as variáveis FT e AA podem ser previstas com precisão elevada a partir das variáveis de entrada: variedade, estado de secagem, tipo de extrato e ordem do extrato, de entre as quais assumem maior importância a ordem do extrato e o estado de secagem.

### **1. INTRODUÇÃO**

Os compostos fenólicos estão amplamente presentes no reino vegetal, sendo essenciais para o crescimento e reprodução das plantas, além de serem responsáveis pela cor, adstringência e aroma em vários alimentos [1]. Estes compostos, sendo antioxidantes, combatem os radicais livres, previnem doenças cardíacas, doenças neurodegenerativas, problemas do aparelho circulatório, cancro, inflamação e inibem a oxidação lipídica [1-2]. Porém, o processamento térmico pode destruir a quantidade ou a biodisponibilidade destes compostos, reduzindo assim os efeitos benéficos para a saúde [3].

As redes neuronais artificiais (ANN: Artificial Neural Networks) têm sido utilizadas nos últimos anos para a modelização de muitos processos em engenharia de alimentos, como por exemplo: modelização e controlo do processo de secagem das uvas, previsão do desempenho energético do processo de secagem por atomização para óleo de peixe e leite em pó desnatado, previsão do encolhimento e reidratação de cenouras desidratadas [4-5].

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram usadas bananas de duas cultivares (*Musa nana* e *Musa cavendishii*) que foram cortadas em rodela de 8 mm de espessura e posteriormente submetidas a processamento. Para a secagem convectiva foi usada uma câmara com temperatura constante (50 e 70 °C) e para a liofilização as amostras foram primeiramente congeladas e depois liofilizadas a uma temperatura de cerca de -50 °C e uma pressão de 0,7 Pa.

As amostras foram submetidas a extrações sucessivas, primeiro 3 vezes com metanol/ácido acético (98:2 v/v) (M1, M2, M3) e depois mais 3 vezes com acetona/água (60:40 v/v) (A1, A2, A3). Cada extração durou 1 hora sob agitação com um banho de ultrassons. Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo reagente de Folin-Ciocalteu usando ácido gálico como padrão. A atividade antioxidante foi determinada pelo método ABTS usando trolox como padrão.

No presente trabalho os dados experimentais foram modelizados usando redes neuronais artificiais treinadas e simuladas no Matlab. As variáveis de saída foram fenóis totais e atividade antioxidante e as variáveis de entrada foram variedade, estado (fresco ou diferentes secagens), tipo de extrato e ordem do extrato.

## 3. TESTES, RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra o teor de compostos fenólicos presentes em todas as amostras em estudo. Para as bananas de ambas as variedades, os fenóis totais presentes nos primeiros extratos de metanol e acetona representam sempre a maioria do total dos compostos extraídos com cada solvente. Porém, embora a maior parte dos compostos fenólicos seja recuperada na primeira extração para cada solvente, verifica-se que esse primeiro extrato representa uma quantidade insuficiente dos compostos fenólicos presentes, confirmando-se desta forma a utilidade da realização de extrações sucessivas. A percentagem relativa de compostos fenólicos extraídos com metanol é em média mais elevada (60%) do que com acetona (40%).

A Tabela 2 mostra os valores de atividade antioxidante para todas as amostras e verifica-se que a AA dos primeiros extratos de metanol e acetona é sempre a mais representativa. Verificou-se ainda que a desidratação resultou numa diminuição da AA para cerca de 50%, em média.

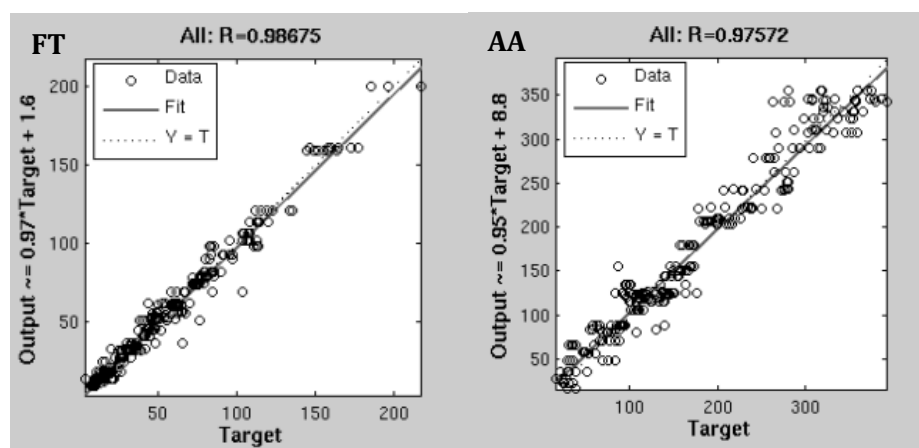
Como os resultados da Figura 1 mostram, a rede neuronal artificial com 10 neurónios na camada escondida aprende a prever o conteúdo de FT e a AA com uma precisão muito elevada, com coeficientes de correlação superiores a 97% para todo o conjunto.

**Tabela 1.** Teor de compostos fenólicos totais nas diferentes amostras de banana estudadas.

Compostos fenólicos totais (mg EAG/g massa seca)						
<i>Musa nana</i>						
	M1	M2	M3	A1	A2	A3
Fresca	2,82±0,15	1,07±0,05	0,82±0,03	1,25±0,05	0,69±0,19	0,25±0,03
50 °C	1,25±0,04	0,66±0,04	0,49±0,05	1,17±0,07	0,20±0,07	0,17±0,01
70 °C	1,29±0,10	0,63±0,03	0,47±0,02	0,87±0,04	0,33±0,01	0,21±0,03
Liofilizada	1,57±0,07	0,75±0,01	0,51±0,04	1,00±0,16	0,57±0,09	0,31±0,04
<i>Musa cavendishii</i>						
	M1	M2	M3	A1	A2	A3
Fresca	1,81±0,20	0,44±0,15	0,39±0,10	0,64±0,08	0,49±0,07	0,41±0,10
50 °C	0,85±0,03	0,63±0,05	0,52±0,16	0,79±0,03	0,34±0,08	0,17±0,02
70 °C	1,16±0,02	0,61±0,12	0,44±0,15	0,84±0,04	0,30±0,03	0,17±0,08
Liofilizada	1,66±0,12	0,75±0,18	0,33±0,07	2,04±0,16	0,91±0,10	0,58±0,07

**Tabela 2.** Atividade antioxidante das diferentes amostras de banana estudadas.

Atividade antioxidante (µmol Trolox/g massa seca)						
<i>Musa nana</i>						
	M1	M2	M3	A1	A2	A3
Fresca	6,8±0,6	1,5±0,1	0,9±0,2	3,6±0,2	2,6±0,9	0,7±0,2
50 °C	3,4±0,1	1,6±0,1	1,2±0,1	3,6±0,4	1,1±0,0	0,6±0,1
70 °C	2,6±0,3	1,7±0,1	1,3±0,2	3,1±0,2	1,4±0,1	0,8±0,1
Liofilizada	3,3±0,5	2,1±0,1	1,2±0,1	3,4±0,4	2,9±0,0	1,2±0,3
<i>Musa cavendishii</i>						
	M1	M2	M3	A1	A2	A3
Fresca	4,8±0,3	1,4±0,4	1,2±0,2	3,2±0,2	2,0±0,9	1,2±0,4
50 °C	2,7±0,1	2,8±0,3	2,0±0,1	2,5±0,3	1,6±0,3	0,8±0,1
70 °C	3,8±0,2	1,8±0,1	1,4±0,2	3,7±0,2	1,4±0,2	0,9±0,3
Liofilizada	3,5±0,4	2,1±0,1	1,3±0,4	3,3±0,2	3,3±0,0	2,8±0,1

**Figura 1.** Ajuste do modelo preditivo de ANN aos dados experimentais.

As redes neuronais permitem obter informação sobre os dados através da análise dos pesos de cada variável de entrada. No presente trabalho foi testada uma versão simplificada da rede neuronal, com apenas um neurónio na camada escondida, para aproximar cada uma das variáveis separadamente. Foi possível treinar estas redes simplificadas de forma a conseguirem aproximar os dados com  $R > 0,85$ , o que é bastante razoável e permite extrair

conclusões com elevado grau de confiança. A vantagem de aproximar as variáveis com estas redes simplificadas é que eles têm apenas um peso para cada variável de entrada, peso esse que é uma indicação direta da relevância de cada variável para o neurónio e, portanto, para a variável de saída. A Tabela 3 mostra os pesos de cada entrada para o neurónio único na camada oculta das redes neuronais utilizadas. Os resultados obtidos indicam que a ordem do extrato é o fator mais importante para ambas as variáveis de saída (FT e AA). Assim, as variáveis estado, tipo de extrato e variedade são menos importantes do que a ordem do extrato. Ainda assim, o estado é o segundo melhor preditor, o que confirma que ambos FT e AA são consideravelmente afetados com a secagem. Os pesos também mostram que ambos os tipos de banana são muito semelhantes, já que a variedade é o preditor menos importante de todos. Outra confirmação importante é que o tipo de extrato de facto afeta os resultados, especialmente no que respeita aos FT.

**Tabela 3.** Pesos das variáveis de entrada para cada variável de saída ( $R = 0,86$ ).

<b>Var. entrada \ Var. saída</b>	<b>Conteúdo fenólico</b>	<b>Atividade antioxidante</b>
Variedade	-0,034	-0,034
Estado	0,556	-0,669
Tipo de extrato	-0,199	0,032
Ordem do extrato	-0,923	0,780

#### 4. CONCLUSÕES

Em geral, os compostos fenólicos presentes em todas as amostras de banana foram preferencialmente recuperados nos extratos de metanol, e verificou-se que os processos de secagem diminuem os fenóis totais e a atividade antioxidante nas bananas. A liofilização preserva melhor as propriedades originais do que a secagem convectiva com ar quente.

A modelização de rede neuronal mostrou que FT e AA podem ser previstos com precisão elevada a partir das variáveis de entrada consideradas. A análise dos pesos indicou que a ordem do extrato é o fator mais importante para prever a quantidade de FT e AA, e ambas as variedades de banana apresentam propriedades semelhantes.

#### Agradecimentos

À ESAV-IPV, à FCT e ao centro de investigação CI&DETS (PEst-OE/CED/UI4016/2014).

#### Referências

- [1] R Watson, V Preedy, S Zibadi, Polyphenols in Human Health and Disease, 2014. Academic Press: San Diego, USA.
- [2] T Hamaguchi, K Ono, A Murase, M Yamada, Am J Pathol, 2009, 175, 2557-2565.
- [3] S Bittar, S Périno-Issartier, O Dangles, F Chemat, Food Chem, 2013, 141, 3268-3272.
- [4] N Khazaei, T Tavakoli, H Ghassemian, M Khoshtaghaza, A Banakar, Comput Electron Agr, 2013, 98, 205-213.
- [5] M Aghbashlo, H Mobli, S Rafiee, A Madadlou, Comput Electron Agr, 2012, 88, 32-43.