

## 122. EFEITO DO PROCESSAMENTO SOBRE A CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS SOLÚVEIS TOTAIS DE GRÃOS DE ARROZ COM PERICARPO MARROM-CLARO, VERMELHO E PRETO

Melissa Walter<sup>1</sup>, Enio Marchesan<sup>3</sup>, Paulo Fabrício Sachet Massoni<sup>3</sup>, Leila Picolli da Silva<sup>3</sup>, Márcia Vizzotto<sup>4</sup>, Luis Antonio de Avila<sup>3</sup>

Palavras-chave: compostos fenólicos, atividade antioxidante, beneficiamento

### INTRODUÇÃO

Os compostos fenólicos (polifenóis) são encontrados em ampla variedade de alimentos, incluindo frutas, verduras e grãos, sendo que a concentração e o tipo de compostos variam devido a fatores genéticos e ambientais, bem como, condições de processamento (KRIS-ETHERTON et al., 2002). Dessa forma, a quantidade de polifenóis na dieta é bastante variada, dependendo do tipo e quantidade de alimento consumido.

Nesse sentido, o arroz, sendo um dos principais alimentos na dieta de grande parte da população, pode apresentar papel importante na concentração de antioxidantes ingerida diariamente. Vários polifenóis já foram identificados nesse cereal, e pesquisas têm demonstrado correlação positiva entre a concentração de fenólicos no grão e a atividade antioxidante (GOFFMAN & BERGMAN, 2004; ZHANG et al., 2006), como já observado para outros alimentos ricos nesses compostos.

O tipo e a concentração de polifenóis no grão variam entre genótipos, sendo relacionados principalmente à cor do pericarpo. Além disso, a concentração desses compostos também é afetada pelo processamento. No arroz, os polifenóis estão associados principalmente ao pericarpo, que é removido durante o processo para obtenção do grão polido, principal forma de consumo de arroz no País, reduzindo a concentração desses compostos no grão (HU et al., 2003; ZHOU et al., 2004). O arroz também pode passar pela parboilização e, obrigatoriamente, pelo cozimento, previamente ao seu consumo, sendo que pouco se sabe sobre o impacto desses dois processos sobre os polifenóis no grão.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do processamento sobre a concentração de compostos fenólicos solúveis totais (CFST) de grãos de arroz com pericarpo marrom-claro, vermelho e preto.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos utilizados no presente trabalho foram multiplicados em ensaio de campo na safra 2006/07, sob iguais condições de cultivo, na área de várzea sistematizada do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS. Foram utilizadas cinco variedades de arroz com pericarpo vermelho de cultivo tradicional na região Nordeste do Brasil, coletadas pela Embrapa Meio-Norte, denominadas PB1, PB4, PB5, PB11 e PB13; uma variedade com pericarpo vermelho desenvolvida pela Epagri, denominada Epagri; uma variedade de arroz com pericarpo preto desenvolvida pelo IAC, denominada IAC 600; e uma variedade de arroz com pericarpo marrom-claro do IRGA, denominada Irga 417. Esses materiais genéticos compuseram os tratamentos. Após a colheita, os grãos foram secos até 13% de umidade, com temperatura da massa de grãos não ultrapassando 40°C.

Para as avaliações laboratoriais, os grãos foram submetidos a diferentes tipos de processamento: integral, polido, parboilizado integral e parboilizado polido, avaliados na forma crua e cozida. Para a obtenção dos grãos integrais, os mesmos foram descascados em provador de arroz Zaccaria (PAZ-1), observando a ausência de estrias nos grãos, indicando que não houve perda de farelo no processo. Para o arroz polido, os grãos descascados foram submetidos a polimento, para remoção das camadas externas do grão. A parboilização das amostras foi realizada conforme metodologia adaptada de Elias et al. (1996). Os grãos com casca foram submetidos à encharcamento (razão massa de grãos:água de 1:1,5)

<sup>12</sup> Professora, Instituto Federal Farroupilha Campus Alegrete, RS 377 Km 27, Distrito de Passo Novo, Alegrete, RS, CEP 97540-970. E-mail: [melmelissaw@hotmail.com](mailto:melmelissaw@hotmail.com). <sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Maria. <sup>4</sup> Embrapa Clima Temperado.

em água aquecida a  $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ , por 300min, e autoclavados a  $116\pm 1^{\circ}\text{C}$  (pressão de  $0,6\pm 0,05$  KPa), por 10 min. Após esse processo as amostras foram secas até  $13\pm 1\%$  de umidade, com temperatura da massa de grãos não ultrapassando  $40^{\circ}\text{C}$ . Para a obtenção do arroz parboilizado integral, os grãos foram descascados, e para o arroz parboilizado polido, eles foram descascados e polidos. Para a avaliação do arroz cozido, os grãos foram cozidos em proporção massa de grãos:água de 1:2,5 por aproximadamente 30min, e posteriormente foi realizada secagem em estufa com circulação de ar a  $50^{\circ}\text{C}$ . Os grãos foram moídos a fim de obter tamanho de partícula adequado para as análises.

A avaliação da concentração de CFST foi realizada após a extração das amostras seguindo metodologia modificada de Iqbal et al. (2005) e Pérez-Jiménez & Saura-Calixto (2005), utilizando como solventes metanol 80%, metanol 80% pH 2,0 e acetona 70%. Os sobrenadantes obtidos foram misturados e a concentração de CFST foi avaliada pela metodologia de Folin-Ciocalteu (SINGLETON et al., 1999; IQBAL et al., 2005), utilizando curva padrão de ácido gálico, sendo os resultados calculados como equivalente ácido gálico (mg EAG) por 100g de grão (em base seca). As extrações e reações foram conduzidas em triplicada, obtendo-se média desses resultados.

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O polimento reduziu significativamente a concentração de CFST para todos os genótipos pesquisados (Tabela 1). Avaliando a distribuição dos polifenóis no grão de arroz, observou-se que no genótipo com pericarpo marrom-claro 62% dos CFST estão presentes no pericarpo, enquanto nos grãos com pericarpo vermelho e preto esse valor variou entre 92% e 97%. Esses resultados demonstram que, no arroz, os compostos fenólicos estão principalmente associados ao pericarpo. Por isso, o processo de polimento, ao remover as camadas mais externas do grão, reduz significativamente a concentração destes compostos no arroz polido.

Outro processo utilizado na industrialização do arroz é a parboilização. Nesse processo, os grãos com casca são submetidos à encharcamento em água aquecida ( $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 300min), autoclavados ( $116\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 10 min) e secos ( $40^{\circ}\text{C}$ ), e posteriormente beneficiados para obtenção do arroz parboilizado integral e parboilizado polido. Para o arroz parboilizado integral, comparado ao arroz integral, foi observada redução significativa na concentração de CFST (Tabela 1), com redução de 48,6% para grãos com pericarpo marrom-claro, de 73,0 a 87,0% para grãos com pericarpo vermelho e de 32,8% para grãos com pericarpo preto. Essa redução na concentração de polifenóis nos grãos parboilizados integrais pode estar relacionada à perda de fenólicos na água de parboilização, decomposição térmica ou interação com outros componentes do grão.

Os polifenóis, devido a suas características químicas, são solúveis em água e, dessa forma, parte dos compostos pode ser solubilizada na água de parboilização. Concentrações de compostos fenólicos entre 10,77 e 39,24mg EAG (provenientes da parboilização de 100g de arroz com casca) foram observadas na água de parboilização no presente estudo, demonstrando que pequena parte da redução na concentração de polifenóis nos grãos parboilizados deve-se a esse fato.

Além disso, por se tratar de um processo térmico, deve-se considerar o efeito da temperatura da parboilização sobre os polifenóis. Diversos trabalhos têm demonstrado que compostos fenólicos de diferentes alimentos podem sofrer decomposição sob altas temperaturas, sendo esse efeito dependente das condições de temperatura, do tempo de processamento, do tipo de compostos na amostra, entre outros (LARRAURI et al., 1997; PIGA et al., 2003). Essa decomposição leva à redução na concentração de polifenóis, como observado no presente trabalho para os grãos parboilizados.

Deve-se considerar também a possibilidade de interação dos compostos fenólicos com outros componentes do arroz. O processo de parboilização resulta em reorganização da estrutura interna do grão, principalmente de amido e proteínas, mas os polifenóis também podem ser afetados através da formação de complexos, especialmente com proteínas. Dessa forma, esses compostos tornam-se indisponíveis e, conseqüentemente, observa-se redução em sua concentração no grão parboilizado, visto que a metodologia utilizada quantifica compostos fenólicos solúveis.

Diferentemente dos grãos parboilizados integrais, para os grãos parboilizados polidos, quando comparados aos grãos polidos, não foi observada diferença significativa na concentração de CFST na maioria dos genótipos avaliados (Tabela 1). Considerando que a maior parte (62 a 97%) dos polifenóis no arroz está localizada nas camadas externas do grão, que são removidas durante o polimento, com pequena concentração desses compostos no grão polido, explica-se a semelhança nos valores encontrados. Entretanto, uma exceção foi o genótipo com pericarpo preto (IAC 600), o qual apresentou concentração de polifenóis significativamente maior nos grãos parboilizados polidos comparados aos grãos polidos. Esse resultado diferenciado em relação aos outros genótipos foi obtido, pois durante o processo de polimento desses grãos parboilizados não foi possível remover totalmente as camadas externas contendo os polifenóis, permanecendo uma leve coloração roxa no grão, indicativo da presença de polifenóis no grão parboilizado polido.

Além dos processamentos durante a industrialização, deve-se também considerar o cozimento realizado previamente ao consumo do grão. Dessa forma, realizou-se a avaliação da concentração de polifenóis em grãos crus e cozidos (Figura 1). Os grãos integrais e polidos foram os mais afetados pelo processo de cozimento, com redução de 20,9 a 72,0% na concentração de CFST nos grãos integrais cozidos comparados aos crus, e de 39,6 a 62,2% para os grãos polidos cozidos. Para os grãos parboilizados, o efeito do cozimento foi menor, com redução entre 12,0 e 32,6% para grãos parboilizados integrais cozidos e entre 15,1 e 27,8% para grãos parboilizados polidos cozidos. Essa redução na concentração de polifenóis após o cozimento dos grãos está relacionada à decomposição térmica, visto que compostos fenólicos são afetados por temperaturas elevadas, como discutido anteriormente. A redução na concentração de polifenóis após o cozimento não foi tão pronunciada nos grãos parboilizados (integrais e polidos) provavelmente porque esses já haviam passado por processo hidrotérmico anterior (parboilização), com perda de parte dos compostos fenólicos.

## CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que o processamento do arroz afeta a concentração de compostos fenólicos solúveis totais. O polimento reduz a concentração de compostos fenólicos devido a estes estarem localizados principalmente nas camadas externas do grão, removidas durante o processo. Já o efeito da parboilização é devido à perda de parte desses compostos na água, decomposição térmica e, possivelmente, interação com outros componentes. O cozimento também reduz a concentração de compostos fenólicos, principalmente nos grãos integrais e polidos, devido à decomposição térmica.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto, pelas bolsas de doutorado do primeiro autor e de produtividade do segundo autor, e ao IRGA e Epagri pelo fornecimento do material genético.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ELIAS, M. C. et al. **Secagem e armazenamento de grãos: sistemas, métodos e processos**. Pelotas: UFPel-FAEM-DCTA, 1996.
- GOFFMAN, F. D.; BERGMAN, C. J. Rice kernel phenolic content and its relationship with antiradical efficiency. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Hoboken, v. 84, n. 10, p. 1235-1240, Aug. 2004.
- HU, C. et al. Black rice (*Oryza sativa* L. *indica*) pigmented fraction suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide in chemical and biological model systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 51, n. 18, p. 5271-5277, Aug. 2003.
- IQBAL, S.; BHANGER, M. I.; ANWAR, F. Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in Pakistan. **Food Chemistry**, Oxford, v. 93, n. 2, p. 265-272, Nov. 2005.
- KRIS-ETHERTON, P. M. et al. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. **American Journal of Medicine**, Oxford, v. 113, n. 9, p. 71S-88S, Dec. 2002.
- LARRAURI, J. A.; RUPRES, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 45, n. 4, p. 1390-1393, Apr. 1997.
- PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Literature data may underestimate the actual antioxidant capacity of cereals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 12, p. 5036-5040, Jun. 2005.

PIGA, A.; DEL CARO, A.; CORDA, G. From plums to prunes: influence of drying parameters on polyphenols and antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 51, n. 12, p. 3675-3681, Jun. 2003.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, Oxford, v. 299, n. 1, p. 152-178, Jan. 1999.

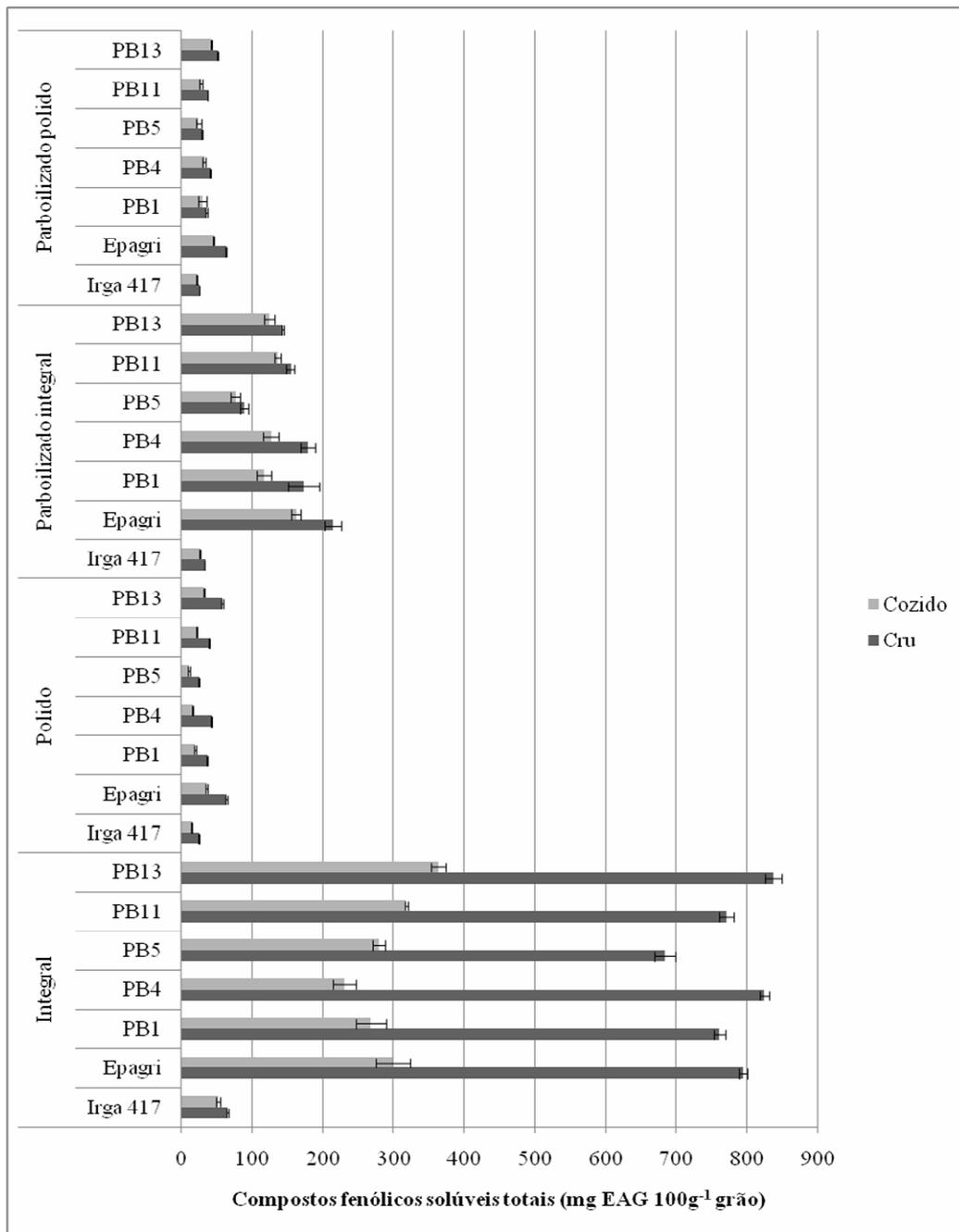
ZHANG, M. et al. Separation, purification and identification of antioxidant compositions in black rice. **Agricultural Sciences in China**, Amsterdam, v. 5, n. 6, p. 431-440, Jun. 2006.

ZHOU, Z. et al. The distribution of phenolic acids in rice. **Food Chemistry**, Oxford, v. 87, n. 3, p. 401-406, Sep. 2004.

**Tabela 1** - Concentração de compostos fenólicos solúveis totais de grãos de arroz com pericarpo marrom-claro, vermelho e preto submetidos a diferentes beneficiamentos

	Integral	Polido	Parboilizado integral	Parboilizado polido
Irga 417	<sup>A</sup> 65,14 ± 0,95 <sup>g</sup>	<sup>C</sup> 24,79 ± 0,05 <sup>f</sup>	<sup>B</sup> 33,46 ± 0,08 <sup>f</sup>	<sup>C</sup> 25,69 ± 0,40 <sup>e</sup>
Epagri	<sup>A</sup> 794,88 ± 4,67 <sup>cd</sup>	<sup>C</sup> 63,85 ± 0,87 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 214,38 ± 10,69 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 63,13 ± 0,08 <sup>b</sup>
PB 1	<sup>A</sup> 761,30 ± 7,42 <sup>e</sup>	<sup>C</sup> 36,58 ± 1,04 <sup>e</sup>	<sup>B</sup> 173,20 ± 19,62 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 35,47 ± 1,31 <sup>de</sup>
PB 4	<sup>A</sup> 825,00 ± 6,14 <sup>bc</sup>	<sup>C</sup> 42,40 ± 0,72 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 179,53 ± 9,28 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 40,94 ± 0,95 <sup>cd</sup>
PB 5	<sup>A</sup> 684,63 ± 13,15 <sup>f</sup>	<sup>C</sup> 24,77 ± 0,93 <sup>f</sup>	<sup>B</sup> 89,14 ± 5,32 <sup>e</sup>	<sup>C</sup> 29,50 ± 0,73 <sup>de</sup>
PB 11	<sup>A</sup> 771,23 ± 8,82 <sup>de</sup>	<sup>C</sup> 39,40 ± 0,93 <sup>d</sup>	<sup>B</sup> 154,44 ± 5,45 <sup>cd</sup>	<sup>C</sup> 36,79 ± 0,10 <sup>de</sup>
PB 13	<sup>A</sup> 837,65 ± 10,05 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 57,93 ± 1,63 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 143,97 ± 1,36 <sup>d</sup>	<sup>C</sup> 51,36 ± 0,38 <sup>bc</sup>
IAC 600	<sup>A</sup> 943,98 ± 25,46 <sup>a</sup>	<sup>D</sup> 40,03 ± 0,77 <sup>cd</sup>	<sup>B</sup> 634,75 ± 3,15 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 137,87 ± 11,73 <sup>a</sup>

Compostos fenólicos solúveis totais expresso como mg de equivalente ácido gálico -EAG- por 100g de grão, base massa seca; resultados expressos como média ± desvio padrão; médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.



**Figura 1** - Efeito do cozimento sobre a concentração de compostos fenólicos solúveis totais de grãos de arroz com pericarpo marrom-claro e vermelho submetidos a diferentes beneficiamentos. Compostos fenólicos solúveis totais expressos como mg de equivalente ácido gálico -EAG- por 100g de grão, base massa seca.