

# Efeito de embalagens de politereftalato de etileno em vinhos tintos suaves submetidos à radiação gama ( $Co^{60}$ ) para envelhecimento precoce

PIRES, Juliana Angelo  
SCANHOLATO, Mariana  
HARDER, Marcia Nalesso Costa  
ARTHUR, Valter  
MORAES, Liz Mary Bueno de

## RESUMO

O presente trabalho objetivo avaliar a influência do material politereftalato de etileno, durante o processo de irradiação dos vinhos tintos através da radiação gama ( $Co^{60}$ ) e a eficácia do material para o armazenamento desta bebida. O método tradicional de armazenamento dá-se na ausência de oxigênio e acondicionando as bebidas em garrafas ou barris de carvalho. O que garante sua preservação e também para alguns vinhos um bom envelhecimento. Desde 1963 é possível o uso da irradiação para estes mesmos fins, utilizando-se da radiação gama emitida pelo radioisótopo  $Co^{60}$ , demonstrados em experimentos realizados com vinhos brancos e do porto. Foram preparadas amostras de vinho tinto suaves, sendo obtidos em comercio local. As doses de radiação utilizadas foram 0kGy, 1kGy, 3kGy e 6kGy. As amostras foram submetidas a análises físico-químicas (teor alcoólico, acidez fixa, acidez volátil, pH, sólidos solúveis). O teor alcoólico dos vinhos não aumentou, conforme o crescimento das doses de irradiação. Houve diminuição do pH. acidez fixa e volátil demonstrou-se com oscilações. Houve oscilação para o teor de sólidos solúveis. Portanto demonstrou-se através dos resultados das análises físico-químicas estarem dentro do esperado, pois os mesmos foram encontrados em outros experimentos, constatou-se a ausência de interferência dos materiais e politereftalato de etileno no processo de irradiação para fins de envelhecimento de vinhos tintos suaves. E pelo mesmo motivo, também foi possível averiguar a eficácia dos materiais referidos, para o armazenamento dos vinhos, uma vez que não influenciaram os parâmetros analisados.

**Palavras chave:** vinho tinto suave, radiação gama, embalagens, PET.

## ABSTRAT

This study evaluates the influence of polyethylene terephthalate material during the process of irradiation of red wines through the gamma radiation ( $\text{Co}^{60}$ ) and the effectiveness of the material for the storage of the beverage. The traditional method of storage occurs in the absence of oxygen and equipping the drinks in bottles or oak barrels. What ensures their preservation and also for some good wine aging. Since 1963 it is possible to use the same irradiation for these purposes, using the gamma radiation emitted by the radioisotope  $\text{Co}^{60}$  shown in experiences with white wines carried out and the port. Samples were prepared from soft red wine obtained in local market. The radiation doses were 0kGy; 1kGy; 3kGy and 6kGy. The samples were submitted to physic-chemical analysis (alcohol content; fixed acidity; volatile acidity; pH and soluble solids). The alcohol content was not observed in the analysis of soft wine. The pH decreased. Fixed and volatile acidity showed oscillations. There was an oscillation of soluble solids content. Therefore the results demonstrate the physicochemical analysis are as expected as they were found in other experiments there is a absence of interference from ethylene polyterephthalate materials in the irradiation process for soft red wines aging. And for the same reason it was also possible to ascertain the effectiveness of these materials for the storage of the wines.

**Key words:** soft red wine, gamma radiation, packing, PET

## RESUMEM

Este estudio evalúa la influencia de polietileno tereftalato de material durante el proceso de irradiación de vinos tintos a través de la radiación gamma ( $\text{Co}^{60}$ ) y la eficacia del material para el almacenamiento de la bebida. El método tradicional de almacenamiento se produce en ausencia de oxígeno y el equipamiento de las bebidas en botellas o en barriles de roble. Lo que asegura su preservación y también para algunos el envejecimiento de un buen vino. Desde 1963 es posible usar la irradiación misma para estos fines, utilizando la radiación gamma emitida por el  $\text{Co}^{60}$  radioisótopo, que se muestra en experimentos vinos blancos llevadas a cabo y el puerto. Las muestras fueron preparadas con vinos suave, obtenido en el mercado local. Las dosis de radiación utilizadas fueron 0kGy, 1kGy y 6kGy 3kGy. Las muestras fueron sometidas a la físico-química (contenido de alcohol, acidez fija, la acidez volátil, pH, sólidos solubles). El contenido de alcohol no se observó cambio en el análisis de los vinos suaves. La disminución del pH. Acidez fija y volátil se demostró con oscilaciones. Hubo una oscilación sólidos solubles. Así demostró-se a través de los resultados de los análisis físico-químicos son los esperados, ya que se encontraron en otros experimentos, hubo una falta de interferencia de los materiales de politereftalato de etileno en el proceso de irradiación de vinos tintos vinos tintos suaves. Y por la misma razón, también era posible determinar la eficacia de estos materiales para el almacenamiento de los vinos.

**Palabras clave:** vino tinto suave, irradiación gamma, embalaje, PET.

## 1 INTRODUÇÃO

O vinho é considerado como um complexo de substâncias químicas com potencial de oxidação. Para que ela apresente o bouquet este potencial deve estar baixo, pois o bouquet é constituído de substâncias odorantes agradáveis na forma reduzida, quando em contato com o oxigênio perde sua fineza. Essas substâncias em presença do ar são destruídas. Se guardar a garrafa de vinho aberta em torno de 12 a 24 horas seu bouquet desaparece e o vinho perde suas qualidades. Por estes motivos os vinhos são habitualmente armazenados em garrafas de vidro ou em tonéis de madeira, para limitar ao máximo a dissolução de oxigênio, podendo proporcionar-lhes a conservação e um processo seguro de envelhecimento (HASHIZUME, 2001).

O uso de embalagens alternativas tem sido eleito pelas indústrias de alimentos como uma forma segura e barata para armazenamento de produtos. Garrafas de polímeros sintéticos, como politereftalato de etileno e polipropileno estão substituindo as garrafas de vidro para vinhos destinados ao mercado de varejo.

Os estudos com irradiação atualmente se concentram na indústria alimentícia, principalmente quando o calor é inviável para sua conservação. A irradiação é, entre todos os processos de conservação, o que tem sido mais investigado (HARDER, 2009).

O uso da radiação também é recomendado para o aperfeiçoamento de propriedades tecnológicas de produtos destinados ao consumo humano. A aplicação da radiação gama em bebidas alcoólicas possui o propósito de incrementar certos índices de qualidade, melhorar as características sensoriais ou esterilizar os mostos (DIEHL, 1995; URBAIN, 1986; SOUZA 2006). Também possui a capacidade de diminuir o potencial redox em bebidas alcoólicas. Este tipo de potencial em um ambiente é afetado por vários compostos, sendo o oxigênio a molécula que mais contribui para o seu aumento (GAVAS *et al.*, 2008).

Pelos efeitos que o tratamento de irradiação possui em bebidas alcoólicas, incluindo a conservação, a diminuição do potencial redox, além da capacidade de oscilar o pH, teor alcoólico e acidez, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência do material politereftalato de etileno, durante o processo de irradiação de vinhos tintos com radiação gama ( $Co^{60}$ ) e a eficácia do material para armazenamento desta bebida.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Bebidas como vinhos e cachaças, são comumente armazenadas em barris de madeira ou em garrafas de vidro. Elas apresentam ampla variação de “flavor”, sendo que os compostos responsáveis pelo odor e sabor dessas bebidas são álcoois, aldeídos, ácidos orgânicos, ésteres e compostos fenólicos (HASHIZUME, 2001; MIRANDA, 2005).

O principal motivo para armazenagem de bebidas em recipientes de madeira é pelas alterações na composição e na concentração dos compostos da bebida, as quais são causadas por extração dos compostos da madeira; quebra de suas macromoléculas e extração dos seus

produtos e evaporação dos compostos voláteis (HASHIZUME, 2001; MIRANDA, HORII e ALCARD, 2006). No caso dos vinhos, pode-se acrescentar também como motivo de armazenagem em madeira, o menor contato possível com o oxigênio (HASHIZUME, 2001).

A armazenagem em garrafas de vidro possui também como propósito melhorar o flavor das bebidas, principalmente do vinho. A armazenagem da garrafa deve ser deitada, pois nesta posição a rolha de cortiça é umedecida e intumescida, evitando contato com o oxigênio. O processo de envelhecimento em garrafas é explicado pelo fenômeno inverso à oxidação. Este pode ser verificado medindo o potencial, de oxirredução, que atinge seu valor mínimo na garrafa após vários meses. O bouquet dos vinhos aparece em potencial baixo, por ser constituído de substâncias odorantes agradáveis na forma reduzida, quando em contato com o oxigênio perde sua fineza. Essas substâncias em presença do ar são destruídas. Se guardar a garrafa de vinho aberta em torno de 12 a 24 horas seu bouquet desaparece e o vinho perde suas qualidades (HASHIZUME, 2001).

Entretanto, pesquisas demonstram a possibilidade de atingir o envelhecimento, submetendo as bebidas ao processo de irradiação. Várias são as razões para esse tipo de procedimento nos vinhos, entre eles estão: esterilização do mosto; mudanças das características sensoriais do vinho e aceleração do envelhecimento (URBAIN, 1986; SOUZA, 2006).

A irradiação em bebidas com  $Co^{60}$  vem sendo estudada desde a década de 1960. Em 1963, Singleton averiguou os efeitos desta irradiação em vinhos tintos e brancos, ambos secos, além do vinho do porto, observando uma descoloração das amostras e a diminuição do potencial redox. Entretanto não houve percepção de atributos indesejáveis ou prejudiciais, em relação ao quesito aroma e sabor para dose de radiação de 1kGy, mas acima desta dose mudanças drásticas foram observadas (SINGLETON, 1963 *apud* SOUZA, 2006).

Em 2000, irradiaram-se cachaças em vidro, em intervalos de 0; 0,1kGy; 2kGy; 5kGy e 10kGy, as quais apresentaram diminuição do seu teor alcoólico, característica essa de envelhecimento. Também foi observada a existência de oscilações no pH, na cachaça irradiada nos intervalos de 2kGy; 5kGy e 10kGy, havendo diminuição do pH (SOUZA, 2000).

Em 2006, irradiaram-se cachaças em barris de madeira com doses de 150Gy, obtendo-se por resultado a ausência de diferença significativa para pH, teor alcoólico e acidez (MIRANDA, HORII e ALCARDE, 2006).

A radiação gama é uma energia eletromagnética com um comprimento de onda muito curto, variando entre  $10^{-10}$  m e  $10^{-14}$  m, emitida por diferentes elementos radioativos e é semelhante à radiação ultravioleta, a luz visível, infravermelho e micro-ondas. É um tipo de radiação ionizante que possuem energia suficiente para atravessar a matéria e remover elétrons, ionizando os átomos e moléculas (MEDEIROS, 2004; LEITE 2006).

Radiação ionizante quando absorvida por materiais biológicos interage com átomos ou moléculas, particularmente com a água, e produz radicais livres (KOVÁCS, KERESZTES, 2002; LEITE, 2006).

Utiliza-se no processamento de alimentos com maior frequência fontes de Cobalto ( $Co^{60}$ ) ( $T_{1/2} = 5,263$  anos,  $b=0,314$  Mev,  $g=1,173$  e  $1,332$  Mev) e elétrons acelerados. Os raios gama, originários da fonte de  $Co^{60}$ , possuem poder de penetração maior do que os provenientes de

feixes de elétrons, atingindo assim, os objetivos de irradiar alimentos (DIEHL, 1998; LEPKI, 1998; HARDER, 2009).

Este isótopo é o mais utilizado, devido a sua disponibilidade, seu custo e por ser um metal insolúvel em água, o que proporciona maior segurança (LEITE, 2006).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Material**

##### **3.1.1 Matéria prima**

As amostras de vinho tinto suave foram obtidas na cidade de São Pedro, no comércio local, sendo todas as garrafas de mesmo lote.

##### **3.1.2 Preparo das amostras em laboratório**

Cada embalagem de politereftalato de etileno foi preenchida com vinho tinto suave. Sendo selecionadas três embalagens para cada dose de radiação, 0kGy, 1kGy, 3kGy e 6kGy.

As amostras foram irradiadas diretamente em suas respectivas embalagens com radiação gama proveniente de  $Co^{60}$ .

Foram realizadas análises físico-químicas anteriores ao processo de irradiação e imediatamente após o processo.

#### **3.2 Métodos**

##### **3.2.1 Irradiação**

As irradiações ocorreram nas doses de 1kGy, 3kGy e 6kGy em taxas crônicas, no Centro de Energia Nuclear na Agricultura, na cidade de Piracicaba, no estado de São Paulo.

##### **3.2.2 Análises físico-químicas**

As análises de teor alcoólico seguiram a metodologia de Nogueira, (2003), com a utilização de um ebuliômetro. Para a análise de potencial hidrigeniônico a acidez fixa foi utilizada a metodologia da AOAC (1995), Sugai (2002), Góes e Zangirolami (2005). Nas análises de acidez volátil utilizou-se a metodologia de Carlesso (2009), após a extração do ácido acético. E para sólidos solúveis foi utilizada a metodologia de Roçafa Junior, Padovan e Faria (2005).

### 3.2.3 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste F ( $p < 0,05$ ). Posteriormente, para as causas de variações significativas foram aplicados o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Estas análises foram realizadas por programa estatístico computacional.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análises físico-químicas

A Tabela 1 demonstra os resultados obtidos pelas estatísticas do teor alcoólico nas amostras de vinho tinto suave.

**Tabela 1:** Médias aritméticas obtidas na análise físico-química do teor alcoólico de vinhos tintos suaves irradiados com doses crescentes de radiação gama

Amostra	Teor alcoólico		
	Média	Desvio Padrão ( $\pm$ )	Coefficiente de Variação (%)
Testemunha	11,80 <sup>a*</sup>	0,00	0,000
Amostra de 1kGy	11,70 <sup>a*</sup>	0,10	0,008
Amostra de 3kGy	11,80 <sup>a*</sup>	0,20	0,016
Amostra de 6kGy	11,70 <sup>a*</sup>	0,11	0,009

\*Amostra de mesma letra em coluna não difere significativamente ao nível de 5% para o teste de Tukey

A Tabela 2 apresenta as médias estatísticas dos valores encontrados para Acidez fixa e Acidez volátil em vinhos tintos suaves.

**Tabela 2:** Médias aritméticas obtidas nas análises físico-químicas de acidez fixa e volátil de vinhos tintos suaves irradiados com doses crescentes de radiação gama

Amostra	Acidez Titulável Ac. Tartárico (%)			Acidez Volátil Ac. Acético (%)		
	Média	Desvio Padrão (±)	Coefficiente de variação (%)	Média	Desvio Padrão (±)	Coefficiente de variação (%)
Testemunha	0,662 <sup>b*</sup>	0,008	0,012	0,06 <sup>c*</sup>	0,03	0,50
Amostra de 1kGy	0,628 <sup>b*</sup>	0,011	0,017	0,03 <sup>c*</sup>	0,00	0,00
Amostra de 3kGy	0,566 <sup>c*</sup>	0,023	0,040	0,49 <sup>a*</sup>	0,07	0,142
Amostra de 6kGy	1,380 <sup>a*</sup>	0,007	0,005	0,36 <sup>b*</sup>	0,00	0,00

\*Amostra de mesma letra em coluna não difere significativamente ao nível de 5% para o teste de Tukey

A Tabela 3 apresenta as médias estatísticas dos valores encontrados para pH em vinhos tintos suaves.

**Tabela 3:** Médias aritméticas obtidas na análise físico-química de potencial hidrogeniônico de vinhos tintos suaves irradiados com doses crescentes de radiação gama

Amostra	pH		
	Média	Desvio Padrão (±)	Coefficiente de Variação (%)
Testemunha	3,810 <sup>a*</sup>	0,10	0,026
Amostra de 1kGy	3,630 <sup>b*</sup>	0,20	0,055
Amostra de 3kGy	3,656 <sup>b*</sup>	0,40	0,109
Amostra de 6kGy	3,490 <sup>c*</sup>	0,15	0,049

\*Amostra de mesma letra em coluna não difere significativamente ao nível de 5% para o teste de Tukey



Na Tabela 4 são expressos os resultados obtidos através das médias estatísticas para a quantidade de sólidos solúveis, nas amostras de vinho tinto suave.

**Tabela 4:** Médias aritméticas obtidas na análise físico-química de sólidos solúveis de vinhos tintos suaves irradiados com doses crescentes de radiação gama

Amostra	Sólidos Solúveis (°Brix)		
	Média	Desvio Padrão ( $\pm$ )	Coefficiente de variação (%)
Testemunha	16,17 <sup>b*</sup>	0,00	0,000
Amostra de 1kGy	16,31 <sup>a*</sup>	0,04	0,002
Amostra de 3kGy	16,07 <sup>c*</sup>	0,00	0,000
Amostra de 6kGy	16,2 <sup>b*</sup>	0,04	0,002

\*Amostra de mesma letra em coluna não difere significativamente ao nível de 5% para o teste de Tukey

Os resultados obtidos para teor alcoólico observados na Tabela 1 estão dentro dos parâmetros da legislação que é de 8,6°GL a 14°GL (Lei nº 10.970, de 2004).

Para as amostras não houve alteração estatística no teor alcoólico. Neste caso demonstra-se não ter havido trocas gasosas, pois caso contrário haveria a diminuição do teor alcoólico pela evaporação ou pela reação de oxidação, transformando o álcool em ácido acético, isso demonstra que o material dos recipientes não permitiu que a bebida entrasse em contato com o oxigênio.

Para os vinhos tintos suaves analisados foram observados nos resultados obtidos de pH demonstrados na Tabela 3, que houve diminuições de acordo com o aumento das doses. Souza (2000) mostra a diminuição do pH. Este fenômeno ocorreu devido ao efeito ionizante da radiação que interage com átomos ou moléculas de materiais biológicos, particularmente com a água, produzindo radicais livres, ou seja, oxida o material irradiado (KOVÁCS, KERESZTES, 2002; LEITE, 2006). Analisando a variável acidez volátil apresentada na Tabela 2, observa-se aumento e posterior diminuição conforme a elevação da dose de irradiação. O teor encontrado de ácido acético em vinho sadio é de 0,20 a 0,48g/L. Diante dos resultados encontrados, duas das quatro amostras passaram para dentro dos parâmetros, significando que a irradiação melhorou a qualidade do vinho aumentando a quantidade de ácido acético. Já a quantidade muito inferior de ácido acético observada na testemunha, confirma a má qualidade do vinho (STEFENON, 2011).

Observando a estatística da quantidade de sólidos solúveis apresentadas na Tabela 4 é possível ver um aumento com doses baixas e diminuição significativa com doses intermediárias. A quantidade de açúcar varia conforme as doses de irradiação e o material irradiado, pois estudos

**bioenergia em revista: diálogos, vol. 2, n. 1, p. 46-59, jan./jun. 2012.**

PIRES, Juliana Angelo; SCANHOLATO, Mariana; HARDER, Marcia Nalesso Costa; ARTHUR, Valter; MORAES, Liz Mary Bueno de

*Efeito de embalagens de politereftalato de etileno em vinhos tintos suaves submetidos à radiação gama ( $Co^{60}$ ) para envelhecimento precoce*

---

como de Calore e Vieites (2003) em pêssegos, o efeito da radiação causou aumento dos sólidos solúveis, enquanto Iemma *et al.* (1999), observou diminuição da quantidade de sólidos solúveis em sucos de laranja irradiados.

Como houve aumento da quantidade de ácido acético e a diminuição do pH, características esperadas em bebidas envelhecidas, demonstra-se que não deve ter havido trocas gasosas dos recipientes com o meio externo. E que não houve interferência dos materiais no efeito da radiação gama, devido à diminuição do pH como descrito em outros experimentos.

## **5 CONCLUSÃO**

As embalagens feitas politereftalato de etileno, não interferem no tratamento com a radiação gama ( $Co^{60}$ ) que visam o envelhecimento de vinho tinto suave. E são eficazes no armazenamento deste tipo de bebida.

**bioenergia em revista: diálogos, vol. 2, n. 1, p. 46-59, jan./jun. 2012.**

PIRES, Juliana Angelo; SCANHOLATO, Mariana; HARDER, Marcia Nalesso Costa; ARTHUR, Valter; MORAES, Liz Mary Bueno de

*Efeito de embalagens de politereftalato de etileno em vinhos tintos suaves submetidos à radiação gama (co<sup>60</sup>) para envelhecimento precoce*

---

## REFERÊNCIAS

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of AOAC International*. 16 ed., v.2. Washington: AOAC, 1995.

CARLESSO, Franciele *et al.*. Processo de Fermentação Alcoólica e Caracterização do Fermentado de butiá (*Butia eriospatha* Masrt. Ex Drude) In: *VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA*. Uberlândia, Minas Gerais, 2009. Disponível em: < <http://www.cobeqic2009.feq.ufu.br/uploads/media/103921391.pdf> > Acessado em: 10 maio 2011.

CALORE, Luciana; VIEITES, Rogério Lopes. *Ciência, Tecnologia e Alimentos*. Suplemento, p.53-57 dez. 2003.

DIELH, J. F. *Safety of irradiated food*. New York, Marcel Dekker, p. 345. 1995.

GAVAS, Altanir Jaime *et al.*. Fatores que afetam a multiplicação de micro-organismos, Microbiologia dos alimentos. *Tecnologia dos Alimentos, Princípios e Aplicações*. São Paulo: Nobel, 2008, p. 98.

GOÉS, Fernando José de; ZANGIROLAMI, Teresa Cristina. Optimization of the Fermentation Conditions for Wine Produced from the “Italia” Grape Variety In: *2<sup>nd</sup> Mercosur Congress on Chemical Engineering, 4<sup>th</sup> Mercosur Congress on Process Systems Engineering*, Costa Verde, Rio de Janeiro, Disponível em: <[http://www.enpromer2005.eq.ufrj.br/nukleo/pdfs/0825\\_artigo\\_enpromer\\_corrigido\\_goes.pdf](http://www.enpromer2005.eq.ufrj.br/nukleo/pdfs/0825_artigo_enpromer_corrigido_goes.pdf)> Acessado em: 8 maio 2011.

HARDER, Marcia Nalesso Costa. Efeito da radiação gama em proteínas alergênicas de ovos de galinhas poedeiras. 2009. fl. 60. Tese (Doutorado) *Centro de Energia Nuclear na Agricultura – USP*, Piracicaba, 2009.

HASHIZUME, Takuo *et al.* Produção de etanol. In: *Tecnologia do vinho. Biotecnologia Industrial: Biotecnologia na produção de alimentos*. Vol. 4. São Paulo: Blucher, 2001, p.22 a 30; 47 a 63.

IEMMA, Juliana *et al.* Radiação gama na conservação do suco natural de laranja. *Scientia Agricola*. Suplemento. v. 56, n. 4, p. 1193-1198, out./dez. 1999.

KOVÁCS, E.; KERESZTES, A. Effect of gamma and UV-B/Cradiation on plant cells. *Micron*, Oxford, v. 33, n. 2, p. 199-210, 2002.

*Lei nº 7.678, de 08 de Novembro de 1988. Art. 9º*. Disponível em:<[http://www.uvibra.com.br/legislacao\\_lei7678.htm](http://www.uvibra.com.br/legislacao_lei7678.htm)> Acessado em: 10 maio 2011.

LEITE, Daniela Terenzi Stuch. Avaliação dos efeitos da radiação gama na qualidade de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Meer) cv. Smooth Cayenne minimamente processado, armazenado em

**bioenergia em revista: diálogos, vol. 2, n. 1, p. 46-59, jan./jun. 2012.**

PIRES, Juliana Angelo; SCANHOLATO, Mariana; HARDER, Marcia Nalesso Costa; ARTHUR, Valter; MORAES, Liz Mary Bueno de

*Efeito de embalagens de politereftalato de etileno em vinhos tintos suaves submetidos à radiação gama ( $^{60}\text{Co}$ ) para envelhecimento precoce*

---

diferentes temperaturas e embalagens. 2006. fl. 91 Tese (Doutorado) *Centro de Energia Nuclear na Agricultura – USP, Piracicaba, 2006.*

LEPKI, Lucia de Fátima Soares Ferreira. Efeito da radiação na viscosidade do ovo industrializado. 1998. fl. 90 Dissertação (Mestrado) *Instituto de Pesquisa Energética e Nucleares - USP, São Paulo, 1998.*

MEDEIROS, M. A. *Radiação Nuclear*, edição de 23 de maio de 2004. Disponível em: <<http://www.quiprocura.net/radianuclear.htm>>. Acessado em: 18 abr. 2011.

MIRANDA, Marianda Branco de. Avaliação físico-química de cachaças comerciais e estudo da influencia da irradiação sobre a qualidade da bebida em tonéis de carvalho. 2005. fl. 86. Dissertação (Mestrado) *Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, Piracicaba, 2005.*

MIRANDA, Mariana Branco de; HORII, Jorge; ALCARDE, André Ricardo. Estudo do efeito da irradiação gamma ( $^{60}\text{Co}$ ) na qualidade da cachaça e no tonel de envelhecimento. *Ciência Tecnologia de Alimentos*. Campinas. V. 26, n. 4 out.- dez. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612006000400010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612006000400010&script=sci_arttext)> Acessado em: 10 fev. 2011.

NOGUEIRA, Alessandro *et al.* Análise dos indicadores físico-químicos de qualidade da sidra brasileira. SEMINA: Ciências Agrárias, Londrina, v. 24, n, 2 p. 289-298, jul.-dez. 2003.

Disponível em:

<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2190/1880>> Acessado em: 05 maio. 2011.

ROÇAFA JUNIOR, Henrique; PADOVAN, Fátima Cristina; FARIA, João Bosco. Obtenção de uma Bebida Fermento-Destilada a partir do “Licor” de Laranja. *Alimento e Nutrição*. Araraquara, v.16, n. 4, p.321-325, out.-dez. 2005. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/490/453>> Acessado em: 11 maio 2011.

SOUZA de, Maria Djiliah Camargo Alvarenga. Efeito da radiação gama sobre a aguardente de Cana-de-açúcar. 2000. fl. 122 Dissertação (Mestrado) *Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – USP, São Paulo, 2000.*

SOUZA de, Maria Djiliah Camargo Alvarenga. Identificação, quantificação e comparação das substâncias químicas responsáveis pelos aromas da cachaça de alambique e do rum comercial tratados pelo processo de irradiação. 2006. fl. 121 Tese (Doutorado). *Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – USP, São Paulo, 2006.*

**bioenergia em revista: diálogos, vol. 2, n. 1, p. 46-59, jan./jun. 2012.**

PIRES, Juliana Angelo; SCANHOLATO, Mariana; HARDER, Marcia Nalesso Costa; ARTHUR, Valter; MORAES, Liz Mary Bueno de

*Efeito de embalagens de politereftalato de etileno em vinhos tintos suaves submetidos à radiação gama ( $Co^{60}$ ) para envelhecimento precoce*

---

STEFENON, Cláudia A. A acidez é um dos pilares da qualidade dos vinhos. Saiba como essa característica chega à sua taça. *Revista Adega*. Ed. 27, 2011. Disponível em:

<<http://revistaadega.uol.com.br/Edicoes/27/artigo71996-1.asp>> Acessado em : 16 ago. 2011.

SUGAI, Áurea Y. *et al.* Análise físico-química e microbiológica do suco de laranja minimamente processado armazenado em lata de alumínio. *Ciência Tecnologia e Alimentos*, Campinas, n. 22 v. 3 p. 233-238, set.-dez., 2002.

URBAIN, W. M. *Food Irradiation*. New York: Academic, 1986.

**bioenergia em revista: diálogos, vol. 2, n. 1, p. 46-59, jan./jun. 2012.**

PIRES, Juliana Angelo; SCANHOLATO, Mariana; HARDER, Marcia Nalesso Costa; ARTHUR, Valter; MORAES, Liz Mary Bueno de

*Efeito de embalagens de politereftalato de etileno em vinhos tintos suaves submetidos à radiação gama ( $Co^{60}$ ) para envelhecimento precoce*

---

**Juliana Angelo PIRES é Tecnóloga em Biocombustíveis.**

**Mariana SCANHOLATO é Tecnóloga em Biocombustíveis.**

**Marcia Nalesso Costa HARDER é coordenadora do curso de Tecnologia em Agroindústria da FATEC Piracicaba e docente do curso de Biocombustíveis.**

**E-mail<[marcia.harder@fatec.sp.gov.br](mailto:marcia.harder@fatec.sp.gov.br)>**

**Valter ARTHUR é docente-pesquisador do CENA-USP. E-mail:  
[arthur@cena.usp.br](mailto:arthur@cena.usp.br)>**

**Liz Mary Bueno de MORAES é docente da FATEP e pesquisadora do CENA-USP.**