



Ciência e Tecnologia de Alimentos

ISSN: 0101-2061

revista@sbcta.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência e  
Tecnologia de Alimentos  
Brasil

DINIZ, Adriana C. P.; LUIZ, Marilde B.; GONZAGA, Luciano V.; MEIER, Marcia M.;  
SZPOGANICZ, Bruno; FETT, Roseane  
COMPORTAMENTO DA BETA-CICLODEXTRINA ADICIONADA AO LEITE DE CABRA  
SUBMETIDO AO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO POR "SPRAY-DRYER"  
Ciência e Tecnologia de Alimentos, vol. 25, núm. 2, abril-junio, 2005, pp. 197-201  
Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=395940074002>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# COMPORTAMENTO DA BETA-CICLODEXTRINA ADICIONADA AO LEITE DE CABRA SUBMETIDO AO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO POR "SPRAY-DRYER"<sup>1</sup>

Adriana C. P. DINIZ<sup>2</sup>, Marilde B. LUIZ<sup>2</sup>, Luciano V. GONZAGA<sup>2</sup>, Marcia M. MEIER<sup>3</sup>,

Bruno SZPOGANICZ<sup>3</sup>, Roseane FETT<sup>2</sup>

## RESUMO

Este trabalho avaliou o comportamento do agente encapsulante  $\beta$ -ciclodextrina ( $\beta$ -CD) adicionado ao leite de cabra submetido ao processo de desidratação por "spray-dryer", através de análise termogravimétrica e de cromatografia gasosa. Após a desidratação, a amostra adicionada de  $\beta$ -CD apresentou um rendimento real de 10,59% com taxa de perda de 0,04% (em relação ao valor teórico esperado 10,6%); enquanto na amostra sem adição do agente encapsulante o rendimento real foi de 9,57%, com taxa de perda de 4,27% (valor teórico esperado 10%). Através da análise termogravimétrica (TGA), verificou-se que são volatilizados 44% e 21% dos ácidos comerciais  $C_{16}$  e  $C_{18}$ , respectivamente. Os resultados cromatográficos mostraram uma perda de aproximadamente 30% dos ácidos  $C_{16}$  e 20% dos ácidos  $C_{18}$ , nas amostras de leite de cabra sem  $\beta$ -CD em relação às amostras com  $\beta$ -CD. Tais porcentagens estão de acordo com os valores estimados para os ácidos comerciais. Com base nos parâmetros estudados, podemos inferir que há menor perda dos ácidos graxos  $C_{16}$  e  $C_{18}$  na amostra de leite de cabra com  $\beta$ -CD, provavelmente devido ao efeito encapsulante, aumentando a estabilidade térmica dos ácidos.

**Palavras-chave:** ciclodextrina; encapsulação; leite de cabra; aroma.

## SUMMARY

BETA-CYCLODEXTRIN'S BEHAVIOR ADDED GOAT'S MILK SUBMITTED TO THE "SPRAY-DRYER" DEHYDRATION PROCESS. This work evaluated the effect of the encapsulant agent  $\beta$ -cyclodextrin ( $\beta$ -CD) added the goat milk submitted to the "spray-dryer" dehydration process, through thermogravimetric analysis and gas chromatography. After dehydration, the sample added of  $\beta$ -CD presented a real yield of 10,59%, with a loss rate of 0,04% (in relation to the expected theoretical value 10,6%); while in the sample without addition of the encapsulant agent the real yield was 9,57%, with a loss rate of 4,27% (expected theoretical value 10%). It was verified that the volatilization of 44% and 21% of the commercial acids  $C_{16}$  and  $C_{18}$ , respectively, through the thermogravimetric analysis (TGA). The chromatographic results showed losses of approximately 30% of the  $C_{16}$  acids and 20% of the  $C_{18}$  acids, in samples of goat milk without  $\beta$ -CD, in relation to the samples with  $\beta$ -CD. These percentages corroborate the values estimated for commercial acids. On the basis of these studied parameters, we can infer that there is a minor loss of the fatty acids  $C_{16}$  and  $C_{18}$  in the sample of goat milk with  $\beta$ -CD, probably due to the encapsulant effect, which increase the thermal stability of the acids.

**Keywords:** cyclodextrin; encapsulation; goat milk; flavor.

## 1 - INTRODUÇÃO

Ciclodextrinas são oligossacarídeos cíclicos, também conhecidas como cicloamiloses, cicloglucanos ou dextrinas de Schardinger, produzidas a partir do amido por ação enzimática [23]. A  $\beta$ -ciclodextrina ( $\beta$ -CD), formada por sete unidades de D(+)-glicopiranoses unidas entre si através de ligações  $\alpha$ - (1 $\rightarrow$ 4), é a mais utilizada na área de alimentos [12]. Quanto ao seu metabolismo, considera-se que ela é digerível especialmente no intestino grosso, quando é fermentada pela flora bacteriana, em animais experimentais e humanos [7, 26, 28]. A  $\beta$ -CD não é tóxica ou genotóxica, mesmo quando ingerida em altas doses (mais de 20% na dieta) [20, 29].

O interesse dos pesquisadores pelas ciclodextrinas,

---

*Recebido para publicação em 07/08/2001. Aceito para publicação em 26/04/2005 (000699).*

*Depto. de Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCA, Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Admar Gonzaga, 1346. CEP: 88034-001, Florianópolis-SC. Telefone/Fax: (48) 334-3726. E-mail: rfett@cca.ufsc.br*

*Depto. de Química, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Trindade. CEP: 88040-900, Florianópolis-SC. Telefone: (48) 331-9219.*

*A quem a correspondência deve ser enviada.*

---

reside em sua capacidade de formar complexos com substâncias hidrofóbicas, permitindo a formação de complexos de inclusão com uma grande variedade de substâncias orgânicas. Este processo representa uma das mais avançadas tecnologia de encapsulamento molecular, quando comparado a outros é simples e considerado de baixo custo [11]. Como agente encapsulante de interesse industrial, é particularmente importante na inclusão de compostos responsáveis por aromas em alimentos [3, 27].

Na área de alimentos, diversas pesquisas são realizadas com a finalidade de aplicar ciclodextrinas na melhoria de produtos, quanto aos aspectos nutricionais, organolépticos e também sensoriais. Estudos têm mostrado diferentes aplicações das ciclodextrinas em sistemas alimentares, como: a) fixação e controle da liberação de aromas [3, 4]; b) modificação do perfil de sabor e odor pelo mascaramento ou remoção dos aromas indesejáveis [5, 10, 15, 18, 23]; c) estabilização de emulsões [21]; d) proteção de ingredientes ativos da degradação pelo calor, luz e oxidação [17]; e) estabilidade de pigmentos naturais [6, 24]; entre outros [16, 26].

O estudo e aplicação de técnicas que visem a prote-

ção e conservação de aromas e sabor de alimentos processados, tornam-se particularmente importantes por interferir diretamente na qualidade final do produto [2, 13]. De acordo com SZEJTLI & SZENTE [26], os processos comerciais usualmente não são efetivos na diminuição ou eliminação dessas substâncias, pois interferem na qualidade nutricional e/ou sensorial. Assim, os processos de encapsulação de compostos responsáveis por sabor e aroma indesejáveis, próprios do alimento ou desenvolvidos durante o processo industrial que comprometem a qualidade sensorial de alguns alimentos, tornam-se importantes.

O leite de cabra apresenta características peculiares quanto ao sabor e odor; estas podem ser atribuídas principalmente ao alto teor de ácidos graxos de cadeia curta como o ácido cáprico, caprílico e capróico ( $C_6$ ,  $C_8$  e  $C_{10}$ ), quando comparado ao leite de vaca [8]. Estudo realizado por LUIZ & FETT [19], avaliando a influência da  $\beta$ -CD na qualidade sensorial do leite de cabra, demonstrou que 0,4% deste encapsulante molecular adicionado ao leite de cabra minimizava sensivelmente o sabor caprino, provavelmente em função do processo de encapsulamento dos ácidos graxos de cadeia curta do leite pela  $\beta$ -CD, formando o complexo de inclusão (ou encapsulação molecular) [22].

Este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da  $\beta$ -CD na decomposição térmica dos ácidos  $C_6$  e  $C_{10}$ , presentes em amostras de leite de cabra submetidas à secagem por "spray-dryer".

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

A  $\beta$ -CD foi gentilmente cedida por CERESTAR (USA, INC.). O leite de cabra (raça Saanen) foi gentilmente cedido por Laticínios D'Ama Ltda.

### 2.1 - Preparação da amostra de leite de cabra com $\beta$ -CD

Ao leite de cabra pasteurizado (70°C, 30 min.), resfriado foi adicionado  $\beta$ -CD, homogeneizado até completa dissolução. A concentração utilizada 0,6%, baseou-se nos dados obtidos por LUIZ e FETT [19], os quais demonstraram a eficiência da  $\beta$ -CD na minimização do sabor caprino do leite de cabra na concentração de 0,4%; considerando o processo de secagem utilizado no presente estudo, optou-se por utilizar um excesso 50% em relação a esta concentração.

### 2.2 - Solução padrão de ácidos graxos $C_6$ e $C_{10}$

As soluções padrões dos ácidos graxos  $C_6$  e  $C_{10}$  foram preparadas dissolvendo 0,02mg e 0,04mg dos ácidos, respectivamente, em 1mL de clorofórmio.

### 2.3 - Processo de secagem do leite de cabra

O processo de secagem foi realizado utilizando o processo industrial de desidratação por "spray dryer", com capacidade de até 200 litros. As amostras foram injeta-

das com auxílio de uma bomba de forma a manter a temperatura de entrada entre 180 - 185°C e temperatura de saída entre 80 - 85°C. O tempo para cada secagem foi de aproximadamente duas horas. Duas amostras foram submetidas ao processo de secagem: amostra controle (42L de leite de cabra) e amostra teste (42L de leite de cabra com 252 gramas de  $\beta$ -CD).

### 2.4 - Composição centesimal do leite de cabra em pó

A composição centesimal (umidade, resíduo mineral, proteínas, lipídios, e carboidratos) nas amostras de leite de cabra em pó, com e sem  $\beta$ -CD, foi realizada de acordo com os métodos da A.O.A.C. [1] e INSTITUTO ADOLFO LUTZ [14].

### 2.5 - Análise termogravimétrica do ácido graxo $C_6$ e $C_{10}$

A análise termogravimétrica (TGA) dos ácidos graxos  $C_6$  e  $C_{10}$ , foi realizada em um aparelho Shimadzu TGA 50, com taxa de aquecimento de 10°C/min e em atmosfera de nitrogênio. A perda de massa de uma amostra é monitorada em função do tempo e temperatura. Para facilitar a visualização das etapas de decomposição da curva de TGA, utilizou-se a derivada termogravimétrica (DTG ou  $dm/dt$ ) [9].

### 2.6 - Análise cromatográfica do leite de cabra em pó com e sem adição de $\beta$ -CD

Após a desidratação do leite pelo método de secagem por "spray dryer" as amostras de leite de cabra em pó, com e sem  $\beta$ -CD, foram submetidas ao processo de extração de ácidos graxos livres utilizando-se o método SANTA-MARIA et al. [25] com algumas adaptações.

Para o processo de extração, utilizou-se 1,6g de leite de cabra em pó e 60mL de hexano/éter etílico (1:1 v/v). A suspensão foi agitada, filtrada e seu volume foi reduzido à metade por evaporação. Adicionou-se 10mL de solução NaOH (pH 10), com a finalidade de desprotonar os ácidos graxos de cadeia curta ( $pK_a \approx 5$ ), solubilizados na fase aquosa. Após filtração, foi acidificada com HCl, promovendo a protonação dos ácidos e redução da solubilidade em meio polar, a extração foi realizada utilizando-se duas alíquotas de 15mL de hexano/éter etílico (1:1 v/v). A fase orgânica foi filtrada através de  $Na_2SO_4$  anidro, para retirada de umidade. O solvente foi evaporado e o ácido obtido foi dissolvido em 1mL de  $CHCl_3$  (para cromatografia).

O extrato contendo os ácidos graxos livres (AGL), extraídos das amostras de leite de cabra em pó com e sem adição de  $\beta$ -CD, foi analisado por cromatografia gasosa em coluna DB-WAX (análise direta de ácidos), em aparelho CG-17A Shimadzu com detector por ionização em chama. Temperatura do injetor de 200°C, detector de 260°C, temperatura inicial de análise de 60°C e final 240°C taxa de aquecimento 10°C/min e isoterma de 5 mi-

nutos em 240°C, a vazão do gás de 2mL/min. A identificação dos picos de  $C_{12}$  e  $C_{14}$  foi obtido dissolvendo-se amostras destes ácidos (adquiridos da Fluka) em  $CHCl_3$ .

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 - Processo de secagem por "spray dryer"

O rendimento real de secagem para a amostra de leite sem adição de  $\beta$ -CD submetida ao processo de secagem por "spray dryer" foi de 9,57%, com uma taxa de perda de 4,29% em relação ao valor teórico esperado de 10%. Para a amostra adicionada de  $\beta$ -CD, o rendimento real foi de 10,59%, com taxa de perda de 0,045% em relação ao valor teórico de 10,6%. A diferença entre os valores teóricos deve-se à adição de  $\beta$ -CD na concentração de 0,6%.

A Tabela 1 apresenta o registro detalhado do processo de secagem por "spray dryer" das amostras de leite de cabra com e sem a adição de  $\beta$ -CD.

**TABELA 1** - Registro do processo industrial de secagem por "spray dryer" das amostras de leite de cabra com e sem  $\beta$ -CD

	Leite de cabra puro	Leite de cabra com $\beta$ -CD
<i>Variáveis operacionais</i>		
Temperatura entrada (°C)	180-185	180-185
Temperatura saída (°C)	80-85	80-85
<i>Dados da emulsão</i>		
Encapsulante	-	$\beta$ -CD
Teor de sólidos teóricos (%)	10,00	10,60
Quantidade emulsão (kg)	42	42
<i>Resultados do processo</i>		
Tempo de secagem (h)	2	2
Quantidade produto seco (Kg)	4,02	4,45
Rendimento fórmula (%)	9,00	9,54
Rendimento real (%)	9,57	10,59
Taxa de perda (%)	4,28	0,045

O maior rendimento observado no processo de secagem para as amostras adicionadas de  $\beta$ -CD, indica a possível influência deste encapsulante em diminuir a volatilização ou decomposição térmica de componentes do leite.

#### 3.2 - Composição química das amostras de leite de cabra

A análise da composição centesimal (umidade, resíduo mineral, lipídios, proteína total e carboidratos) não demonstrou diferença significativa entre as amostras de leite de cabra em pó com e sem adição de  $\beta$ -CD. Estes resultados, obtidos a partir da análise de leite de cabra em pó comercial, foram utilizados como parâmetros do processo de secagem realizado no presente trabalho.

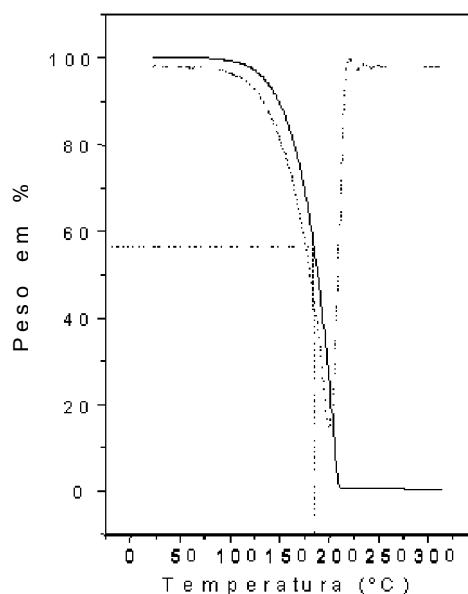
**TABELA 2** - Valores médios da composição química do leite de cabra desidratado com e sem o agente encapsulante e de uma marca comercial, média de três repetições

Leite de cabra	Proteínas g/100g	Lipídios g/100g	Carboidratos g/100g	Cinzas g/100g	Umidade g/100g	VCT Kcal/100g
Puro	22,88	30,46	34,88	5,50	6,30	505,18
Com $\beta$ -CD	24,16	30,75	32,59	5,75	6,40	505,15
Comercial	24,80	32,29	33,27	6,21	3,43	523,49

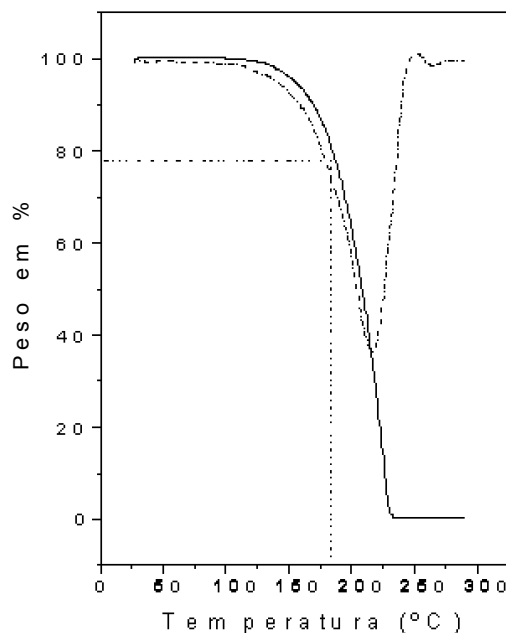
A Tabela 2 mostra os valores médios da composição química do leite de cabra desidratado com e sem o agente encapsulante e de uma marca comercial.

#### 3.3 - Decomposição térmica dos ácidos $C_{12}$ e $C_{14}$

As Figuras 1 e 2 mostram os termogramas dos ácidos comerciais  $C_{12}$  e  $C_{14}$ , respectivamente. Verifica-se que em 185°C já ocorreu volatilização de aproximadamente 44% do ácido  $C_{12}$  e 21% do ácido  $C_{14}$ . Portanto, esses dados indicam que há possibilidade de ocorrer perdas destes ácidos



**FIGURA 1** - Termograma do ácido  $C_{12}$ . TGA (—), DTG (---)



**FIGURA 2** - Termograma do ácido  $C_{14}$ . TGA (—), DTG (---)

durante o processo de secagem das amostras de leite de cabra.

Estudos anteriores, *in vitro*, mostram que estes ácidos são encapsulados pela  $\beta$ -CD, sendo que a encapsulação trás um aumento na estabilidade térmica dos ácidos [22].

### 3.4 - Análise da decomposição térmica de $C_6$ e $C_{10}$ no leite de cabra

Os resultados obtidos através de análise cromatográfica das mostras de leite de cabra submetidas ao processo de "spray dryer" estão apresentados na *Tabela 3*. As porcentagens de perda de  $C_6$  e  $C_{10}$ , após o aquecimento a 185°C, são relativos às amostras adicionadas de  $\beta$ -CD (100%).

**TABELA 3** - Resultados obtidos a partir de análise cromatográfica do leite de cabra com e sem adição de  $\beta$ -CD

Amostra	Área do Pico		Perda após aquecimento 185°C (%)	
	$C_6$	$C_{10}$	$C_6$	$C_{10}$
Sem $\beta$ -CD	14.449	40.672	30,7	20,5
Com $\beta$ -CD	20.865	51.202	-	-

Verifica-se que as amostras sem o agente encapsulante apresentam uma perda de  $C_6$  e  $C_{10}$  de aproximadamente 30% e 20%, respectivamente. Tais valores estão de acordo com os valores previstos pela análise de TGA, através da qual estimou-se uma decomposição de 44% e 21% de  $C_6$  e  $C_{10}$ , respectivamente, nas amostras de ácido puro. Os valores de perda dos ácidos no leite são um pouco menores que os valores estimados, principalmente para o ácido  $C_{10}$ . Isto se deve, provavelmente, as interações destes ácidos com outras substâncias do leite, aumentando sua estabilidade térmica.

Os resultados de perda de  $C_6$  e  $C_{10}$  nas amostras sem  $\beta$ -CD, sugerem que realmente este agente encapsulante impede a decomposição destes componentes do leite. Este aumento na estabilidade térmica dos ácidos se deve à possibilidade de formação dos complexos de inclusão  $\beta$ -CD/ $C_6$  e  $\beta$ -CD/ $C_{10}$ . Estes complexos de inclusão já foram estudados *in vitro*, onde foi confirmada sua maior estabilidade térmica em relação aos ácidos não inclusos [22].

Correlacionando os resultados da análise térmica, perda dos ácidos no leite e o rendimento de secagem das duas amostras de leite de cabra, verifica-se que a  $\beta$ -CD foi efetiva na proteção dos ácidos graxos  $C_6$  e  $C_{10}$ , quando submetidos à tratamento térmico de 185°C no leite de cabra, diminuindo sua perda durante o processo de secagem do leite de cabra por "spray dryer".

## 4 - CONCLUSÕES

Correlacionando os resultados do rendimento no processo de desidratação e das análises térmica e cromatográfica das amostras de leite de cabra com e sem o agente encapsulante, verifica-se que a  $\beta$ -CD foi efetiva na prote-

ção dos ácidos graxos de cadeia curta do leite ( $C_6$  e  $C_{10}$ ), quando submetidos a altas temperaturas (180-185°C), diminuindo suas perdas durante o processo de secagem do leite de cabra por "spray dryer". Os resultados deste trabalho, tomados em conjunto, permitem concluir que a desidratação da amostra de leite de cabra adicionada de  $\beta$ -CD (0,6%), através do processo industrial de secagem por "spray dryer", é viável, não ocorrendo comprometimento dos complexos de inclusão formados. A análise termogravimétrica mostrou ser uma técnica bastante útil na previsão da decomposição dos ácidos.

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 14 ed.. Washington, D.C., p. 276-298, 1984.
- [2] CAMINO, G.; ZANETTI, M. e TROTTA, F. Thermal degradation of ciclodextrins. **Polymer degradation and stability**, v.69, p.373-379, 2000.
- [3] CARDELLO, H. M. A. B e CELESTINO, E. M. Encapsulação de aromas e sabores: utilização de amidos como agentes encapsulantes. **Bol. SBCTA**, v.30, n.2, p.166-171. Jul/dez., 1996.
- [4] CHANG, Y.I. e REINECCIUS, G. A Interation of beta-ciclodextrin with enantiomers of limonene and carvone. **Journal of Food Science**, v.55, n.6, p.1686-1688, 1990.
- [5] DINIZ, A.C.P. **Avaliação nutricional do leite de cabra adicionado de  $\beta$ -ciclodextrina**. Florianópolis, 2001. 98 p. Dissertação de mestrado, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
- [6] FONTANA, J.D.; MENDES, S.V.; PERSIKE, D.S.; PERACETTA, L. e PASSOS, M. Carotenóides: cores atraentes e ação biológica. Capturado em 15 março. Online. Disponível na Internet <http://www.biotechnologia.com.br/bio/13e.htm>, 2001.
- [7] FOGARTY, W.M.; KELLY, C.T. e HAMILTON, L.M. Review: cyclodextrins and their interation with amylolytic enzymes. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 26, p. 561-567, 2000.
- [8] HAENLEIN, F.G.W. Producing quality on goat milk. **Dairy Goat Journal**, v.66, n.5, p.59, 1988.
- [9] HAINES, P. J. e WILBURN, F. W. Differential Thermal Analysis and Differential Scanning Calorimetry. In: HAINES, P. J. **Thermal Methods of Analysis**. Oxford: Blackie Academic & Professional, v.63, p. 22, 1995.
- [10] HAMILTON, R.M., PARK, L.A. e HEADY, R. E.. Eliminating undesirable taste from coffee and tea extracts and products. **US Patent**. v.3, p. 528-819, 1970.
- [11] HEDGES, A. R., SHIEH, W. J. e SIKORSKI, C. T. Use of cyclodextrins for encapsulation in the use and the treatment for food products. In: **Encapsulation and Controled Release of Food Ingredients**, 590p., Washington. ACS Symp. Ser. Whashington: Am. Chem. Soc., 1995.
- [12] HELENA QI, Z. e HEDGES, A. Use of cyclodextrins for

- flavors. **Flavor technology**, 1995.
- [13] HODGINS, D. e SIMMONDS, D. Sensory technology for flavor analysis. **Cereal Food World**, v.40, n.4, p.186-91, 1995.
- [14] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Leite...In: **Normas analíticas do Inst. Adolfo Lutz, métodos químicos e físico-químicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo; v.1, 1985.
- [15] ITO, K., KIKUCHI, K., OKAZAKI, N. e KOBAYASHI, S. Retention of aroma components in liquors with cyclodextrins. **Agric. Biol. Chem.** v.52, n.11, p.2763-2769, 1988.
- [16] KOLLENGODE, A. N. R. e HANNA, M. A. Cyclodextrin complexed flavors retention in extruded starches. **Journal of Food Science**, v.62, n.5, p.1057-1060, 1997.
- [17] LINDEN, G. e LORIENT, D. New ingredients in food processing: biochemistry and agriculture. **Book Reviews/Carbohydrate Polymers**, v.44, p.273, 2001.
- [18] LINDNER, K., SZENTE, L. e SZEJTLI, J. Food flavoring with  $\beta$ -cyclodextrin-complex flavor substances. **Acta Alimentaria**, v.10, n.3, p.175-185, 1981.
- [19] LUIZ, M.T.B. e FETT, R. Processo de eliminação do "off flavor" em leite de cabra e derivados utilizados. PI 9802188-8. **BR Patente**. A23C 9/127. 23 jun. 1998.
- [20] MARQUES, H. M. C. Cyclodextrins' derivatives. Absorption, toxicity, metabolism and fate. **Ver. Port. Farm.**, v.44, n.4, p.147-156, 1994.
- [21] McCLEMENTS, D.J. e DECKER, E.A. Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: impact of molecular environment on chemical reactions in heterogeneous food systems. **J. of Food Science**, v.65, n.8, p.1270-1329, 2000.
- [22] MEIER, M.M., DRUNKLER, D.A., LUIZ, M. T. B., SZPOGANICZ, B. e FETT, R. The influence of beta-cyclodextrin on goatly flavour. Characterization of synthetic inclusion complexes with capric acid and caprylic acid. **British Food Journal**, v.103, n.4, p.281-290, 2001.
- [23] MUNOZ-BOTELA, S., DEL CASTILLO, B. e MARTIN, M. A.. Las ciclodextrinas. Características y aplicaciones de la formación del complejo de inclusión. **Arsh. Pharm.**, v.36, n.2, p.187-198, 1995.
- [24] PROVENZI, G. **Estabilidade de enocianinas adicionadas de  $\beta$  e  $\gamma$ -ciclodextrina e aplicação em yogurte e gelatina**. Florianópolis, 2001. 97 p. Dissertação de mestrado, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
- [25] SANTA-MARIA, G., MARTÍNEZ-CASTRO, I., HIERRO M. T. G., RUIZ-SALA, P. Triglyceride composition of ewe, cow and goat milk fat. **J. Am. Oil Chemical Soc.**, v.73, p.283-293, 1996.
- [26] SZEJTLI, J. e SZENTE, L. **Estabilization of flavour by cyclodextrins**. In: Flavour encapsulation. Washington: Am. Chem. Soc., cap. 16, p.148-57, 1988.
- [27] SZEJTLI, J. e SZENTE, L. Molecular encapsulation of natural and synthetic coffee flavor with  $\beta$ -cyclodextrin. **Journal of Food Science**, v.51, n.4, p.1024-1027, 1986.
- [28] SUZUKI, M. e SATO, A. Nutritional significance of cyclodextrins: indigestibility and hypolipemic effect of  $\alpha$ -cyclodextrin. **Journal Nutrition Science Vitaminol.**, v.31, p.209-223, 1985.
- [29] TOYODA, K., SHODA, T., UNEYAMA, C., TAKADA, K. e TAKAHASHI, M. **Food and Chemical Toxicology**, v.35, p.331-336, 1997.

## 6 - AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à DUAS RODAS INDUSTRIAL Ltda por colocar a disposição o equipamento "Spray-dryer" para a realização da secagem das amostras de leite de cabra. LATICÍNIOS D'AMA Ltda. pelo fornecimento do leite de cabra. Cerestar (USA, INC.) pela doação da  $\beta$ -CD. Ao CNPq pelo auxílio financeiro.