

JOÃO PABLO FORTES PEREIRA

JOÃO PABLO FORTES PEREIRA

LACTOSE CRYSTALS: DETERMINATION AND FORMATION IN DIFFERENTS  
CONCENTRATED DAIRY PRODUCTS

Thesis presented to Universidade Federal de Viçosa as part of the requirements for the Graduate Program in Food Science and Technology to obtain the title of *Doctor Scientiae*.

Advisor: Antônio Fernandes de Carvalho

Co-advisors: Ítalo Tuler Perrone

Rodrigo Stephani

Pierre Schuck

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2019

## ABSTRACT

PEREIRA, João Pablo Fortes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2019. **Lactose crystals: determination and formation in different concentrated dairy products** Advisor: Antônio Fernandes de Carvalho. Co-advisors: Ítalo Tuler Perrone, Rodrigo Stephani and Pierre Schuck.

The objective of this work was to develop the study of sugars crystallization in different concentrated dairy products (study of lactose crystallization in concentrated whey important step before the drying of whey), using different analytical tools. For sweetened condensed milk, the behavior of commercial samples of the product in the laser diffraction particle analyzer was analyzed using two different dispersing materials (water and lactose solution) in the liquid module of the equipment, also evaluating the influence of recirculation time for sample dispersion in particle size distribution. It was observed that the use of lactose solution preserved the characteristics of the sweetened condensed milk particles for a longer time when compared to the analysis performed with water as solvent in the equipment. It was also concluded that a recirculation time of two minutes was important to ensure the dispersibility of the studied samples. Lactose crystallization in concentrated whey it was evaluated if the addition of sodium citrate would influence the crystallization of this sugar, analysing this behavior through different analytical tools. In this work it was observed that sodium citrate accelerates the lactose crystallization in concentrated whey and better control the size of crystals formed. It was also studied the crystallization of sucrose and lactose in model fat free tablet dulce de leche, aiming to monitor the influence of lactose, skimmed milk constituents and heating of the product on the sucrose crystallization during the crystallization step. In this work it was noticed that the lactose interferes on sucrose crystallization and the presence of skimmed milk constituents changed the rheological characteristics of the product when compared to the model solutions produced. The heating step accentuated this effect. These changes increased the viscosity making it difficult to crystallize sugars, thus interfering with the hardness of the samples.

**Keyword:** Lactose. Sucrose. Crystallization.

## RESUMO

PEREIRA, João Pablo Fortes, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2019. **Cristais de lactose: determinação e formação em diferentes produtos lácteos concentrados.** Orientador: Antônio Fernandes de Carvalho. Coorientadores: Ítalo Tuler Perrone, Rodrigo Stephani e Pierre Schuck.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver o estudo da cristalização de açúcares em variados produtos lácteos concentrados (estudo da cristalização da lactose em soro concentrado etapa fundamental e anterior à secagem de soro), tendo auxílio de diferentes ferramentas analíticas. Para o leite condensado foi analisado o comportamento de amostras comerciais do produto no analisador de partículas por difração a laser usando dois diferentes materiais dispersantes (água e solução de lactose) no módulo líquido do equipamento, avaliando também a influência do tempo de recirculação para dispersão da amostra na distribuição do tamanho de partículas. Foi possível observar neste trabalho que o uso de solução de lactose preservou por mais tempo as características das partículas do leite condensado quando comparado com as análises realizadas tendo água como solvente no equipamento. Concluiu-se também que um tempo de recirculação de dois minutos era importante para garantir a dispersibilidade das amostras estudadas. No estudo da cristalização da lactose em soro de leite concentrado foi avaliado se a adição de citrato de sódio influenciaria a cristalização deste açúcar, analisando este comportamento por meio de diferentes ferramentas analíticas. Neste trabalho observou-se que o citrato de sódio, independente da concentração utilizada no estudo, acelera a cristalização da lactose em soro de leite concentrado além de diminuir a variação do tamanho dos cristais formados quando 0,10% de citrato de sódio foi adicionado. Também foi estudada a cristalização da sacarose e lactose em um modelo de doce de leite em barra sem gordura, tendo como objetivo monitorar a influência da lactose, dos constituintes do leite desnatado e do cozimento do produto sobre a cristalização da sacarose durante a etapa de cristalização. Neste trabalho percebeu-se que a lactose interfere na cristalização da sacarose, e a presença de constituintes do leite desnatado alteraram a características reológicas do produto quando comparado às soluções modelos produzidas. A etapa de aquecimento acentuou este efeito. Esta

alteração aumentou a viscosidade dificultando a cristalização dos açúcares, consequentemente, interferindo na dureza das amostras.

Palavras-chave: Lactose. Sacarose. Cristalização.

João Pablo Fortes Pereira, Igor Lima de Paula, Rodrigo Stephani, Italo Tuler Perrone, Luiz Fernando Cappa de Oliveira, Antônio Fernandes de Carvalho. (Chapter 2): Water versus lactose solution as a dispersion medium for particle analysis in sweetened condensed milk by laser diffraction. Published in: Química Nova, 2019, 42(8): p.928-931. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.201704-6>

Júlia d'Almeida Francisquini, João Pablo Fortes Pereira, Michele da Silva Pinto, Antônio Fernandes Carvalho, Italo Tuler Perrone, Paulo Henrique da Fonseca da Silva. Evolution of soluble solid content and evaporation rate curves during the manufacture of dulce de leche. Published in: Food Science and Technology, 2019, 39(1): p.78-82. <http://dx.doi.org/10.1590/fs1.20617>

João Pablo Fortes Pereira, Laís Lima Melquiades, Rodrigo Stephani, Luiz Fernando Cappa de Oliveira, Italo Tuler Perrone, Antônio Fernandes de Carvalho. (Chapter 3). Effect of sodium citrate on lactose crystallization in concentrated whey. Submitted in: April 2019 at International Journal of Dairy Technology.

João Pablo Fortes Pereira, Natália Maria Germano Alves, Rodrigo Stephani, Luiz Fernando Cappa de Oliveira, Italo Tuler Perrone, Antônio Fernandes de Carvalho. (Chapter 4). Influence of lactose, skimmed milk components and heating step on sucrose crystallization in model free fat tablet dulce de leche. in preparation

Oral presentation.

Lactose crystallization in sweetened condensed milk and whey. I Symposium Inovaleite. October, 2019 -- Vigosa, Brazil.