



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013  
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

**ESTUDO PARA ESTABELEECER FORMULAÇÃO E PROCESSAMENTO DE ACHOCOLATADOS EM PÓ COM MAIOR TEOR DE PROTEÍNAS E ENRIQUECIDO COM ÁCIDO ASCÓRBICO E VITAMINA D**

Karina Yassue Inagaki **Kumazawa**<sup>1a</sup>; Fernanda Zaratini **Vissotto**<sup>2b</sup>; Izabela Dutra **Alvim**<sup>2c</sup>; Ana Carolina Januário de **Lima**<sup>2c</sup>, Marta Gomes da **Silva**<sup>3c</sup>.

<sup>1</sup> Faculdade de Engenharia de Alimentos – Unicamp; <sup>2</sup> Instituto de Tecnologia de Alimentos, Cereal Chocotec; <sup>3</sup> Instituto de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos

**Nº 13233**

**RESUMO** – O achocolatado em pó apresenta-se como um alimento muito consumido entre o público infantil. A maioria dos achocolatados vendidos no mercado apresentam baixa qualidade nutricional, o que pode ser considerado preocupante, pois o público alvo desse produto necessita de alimentos ricos nutricionalmente devido a fase de desenvolvimento corpóreo e mental. A incorporação de proteína isolada de soja, vitamina D e ácido ascórbico ao achocolatado foi realizada para melhorar a qualidade nutricional desse produto. Luz, oxigênio, umidade e calor podem degradar as vitaminas, e, devido a isso, utilizou-se a microencapsulação como modo de avaliar a integridade das vitaminas nas etapas do processamento do achocolatado em pó. Esse estudo teve como um dos objetivos analisar a eficiência de proteção da microencapsulação das vitaminas após as etapas de mistura e aglomeração com vapor. Observou-se que a vitamina D microencapsulada apresentou excelente estabilidade na aglomeração com vapor, sendo que, para o ácido ascórbico houve uma pequena perda do ativo. Este tipo de aglomeração apresentou melhora na molhabilidade do achocolatado, como esperado.

**Palavras-chaves:** Achocolatado, microencapsulação, aglomeração com vapor, proteína de soja, ácido ascórbico, vitamina D

<sup>a</sup> Bolsista CNPq: Graduação em Engenharia de Alimentos - Unicamp, kahinagaki@gmail.com,

<sup>b</sup> Orientador, <sup>c</sup> Colaborador



**ABSTRACT** –*The cocoa beverage powder is a very consumed food by the infant public. Most of the cocoa beverage powder that are sold in the markets has low nutritional quality, however this is something to be concerned due to this public's needs for nutrients that are necessary for the mental development and physical growth. The incorporation of isolated soy protein, vitamin D and ascorbic acid to the cocoa beverage powder was done to improve the nutritional quality of the product. Light, oxygen, humidity and heat can degrade vitamins, and because of this, we used the microencapsulation as a method of testing the integrity of the vitamins in the stages of processing the cocoa beverage powder. This study was designed to evaluate the efficiency of vitamin protection by microencapsulation after mixture process and steam agglomeration process. It was observed that the microencapsulated vitamin D showed excellent stability in steam agglomeration process, and, for ascorbic acid there was a small loss of the vitamin. This kind of agglomeration process showed improvement in wettability of cocoa beverage powder, as expected.*

**Key-words:** Cocoa beverage powder, microencapsulation, steam agglomeration process, isolated soy protein, ascorbic acid, vitamin D

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os achocolatados em pó presentes no mercado possuem baixo valor nutricional, o que é algo preocupante, pois esse produto é destinado principalmente para crianças, fase em que ocorre o desenvolvimento. Para melhorar as propriedades nutricionais dos achocolatados em pó e realizando os cálculos da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de vitaminas e proteínas para um público entre 6 e 10 anos, decidiu-se adicionar uma fonte de proteína com todos os aminoácidos essenciais e vitaminas C e D, além de aumentar a o cacau em pó e diminuir o açúcar (sacarose).

O ácido ascórbico, ou vitamina C, não pode ser metabolizada pelo organismo. Suas propriedades são importantes na prevenção da anemia, melhora da resposta imune, evitando algumas doenças virais e também é responsável pela ossificação do esqueleto. A falta de vitamina C pode resultar em difícil cicatrização de ferimentos, podendo ocasionar hemorragias e fraqueza nos ossos, dentes e tecidos conjuntivos (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2010). Segundo *Institute of Medicine* (2000), a IDR média para crianças entre 6 e 10 anos é de 35mg/dia.

A vitamina D tem sido produzida em uma quantidade muito pequena devido ao fato de que hoje as pessoas estão menos expostas ao sol. A vitamina tem como principal função manter o cálcio e fósforo em um estado normal, mantendo as funções metabólicas, como a mineralização óssea. Por estar diretamente relacionada ao desenvolvimento ósseo, a vitamina é essencial para as crianças, sendo que sua deficiência pode levar ao raquitismo, que se caracteriza por



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

anormalidades estruturais dos ossos (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2010). De acordo com *Institute of Medicine* (1997), a IDR para crianças entre 6 e 10 anos é de 5 µg/dia.

A proteína é o principal componente estrutural e funcional de todas as células do corpo e constitui-se por várias ligações peptídicas entre aminoácidos. Oito aminoácidos são essenciais para o homem, havendo a necessidade da ingestão através de fonte alimentar. A sua deficiência resulta em perda de peso e retardado crescimento em crianças (MARCHINI, 1992). De acordo com a Anvisa (2005) a IDR de proteínas para crianças de 7 a 10 anos é de 35g/dia.

O objetivo da microencapsulação foi o de proteger as vitaminas frente a exposição à umidade, alta temperatura, luz e oxigênio, inerentes aos processos de mistura e aglomeração com vapor, sendo que, ao final desses processos, o desempenho das vitaminas microencapsuladas foi estudado. Como objetivo do estudo propôs-se também adequar uma formulação de achocolatado visando obter um produto mais saudável.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Formulação do Achocolatado em Pó

A quantidade a ser adicionada de nutrientes foi feita com base na IDR. Para as proteínas, fez-se uma estimativa da dieta de proteínas e definiu-se que o faltante dessa seria proveniente do achocolatado em pó. Para a composição base do achocolatado, realizou-se uma análise sensorial.

### 2.2 Microencapsulação das Vitaminas

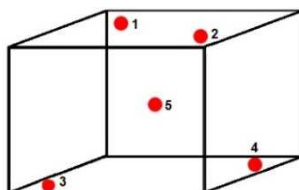
A mistura de ácido ascórbico ou vitamina D e solução de goma arábica foi transformada em microcápsulas através do processo de *spray drying*, segundo Ferrari *et al.* (2012) com adaptações. As micropartículas foram feitas no Mini Spray Dryer Buchi, modelo B290 com as seguintes condições: Pressão: 50 bar, temperatura de entrada e saída: 150 °C e 75 ± 3 °C, respectivamente, aspiração: 100 % da potência, vazão de alimentação: 8,0 mL/min, vazão de ar: 500 L/h.

### 2.3 Processamento do Achocolatado

Os componentes do achocolatado foram adicionados ao misturador Ribbon Blender pelo método de diluições sucessivas, segundo Funcafé (2009). O misturador operou durante 20 minutos a 120 rpm e 25°C. Após a mistura, retirou-se amostras de 5 pontos diferentes do misturador para verificar se a mistura havia sido efetiva. Os pontos coletados estão representados na Figura 1.



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo



**Figura 1.** – Pontos para análise de eficiência da mistura

Após a mistura, o pó foi submetido a etapa de aglomeração com vapor com condição média de processo adaptado de Vissotto *et al* (2010): Pressão de vapor = 1,4 bar; temperatura do secador = 70°C; Vazão de sólidos da alimentação = 550g/min e Rotação do secador rotativo = 32 rpm.

### 2.4 Molhabilidade por Microscopia Ótica

Uma amostra de achocolatados foi espalhada em lâmina de vidro. Esta foi levada ao microscópio (Olympus, modelo BX41) para visualização. Uma gota d'água foi adicionada próxima a amostra para que ocorresse o contato e nesse momento tirou-se fotos em intervalos regulares para analisar a molhabilidade de cada uma. A metodologia é uma adaptação de Fang e Cathala (2011).

### 2.5 Morfologia e Microestrutura

A aparência dos achocolatados misturados e aglomerados com vapor foi avaliada através de captação de imagens em estereoscópio. O aumento utilizado foi de 20x para ambas as amostras.

### 2.6 Diâmetro Médio e Distribuição de Tamanho de Partícula

Os diâmetros médios e as distribuições de tamanho das partículas dos achocolatados foram determinados por espalhamento de luz utilizando o aparelho Horiba (L950). As amostras foram analisadas no módulo de análise a seco do equipamento (FERRARI *et al.*, 2012).

### 2.7 Determinação de Ácido Ascórbico

Determinou-se o teor de ácido ascórbico pelo método Tillmans (titulométrico), baseado na redução de 2,6-diclorofenol-indofenol (DCFI) pelo ácido ascórbico (DANIELI *et al.*, 2009).

### 2.8 Determinação de Vitamina D

A determinação de vitamina D foi realizada no setor de análises químicas do Instituto (CCQA) de acordo com a metodologia descrita em Horwitz (2010).



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Formulação do Achocolatado em Pó

Após análise sensorial com equipe envolvida, definiu-se a formulação: 39,7% de açúcar, 29,7% de maltodextrina, 20% de cacau em pó, 6,6% de proteína isolada de soja, 4% de extrato de malte, 61,5 mg de vitamina C e 10 µg de vitamina D (calculadas em sobre peso para 100g de achocolatado). Decidiu-se colocar 70% e 80% das IDR's para as vitaminas C e D, respectivamente, para duas porções diárias de achocolatado (20g na manhã e 20g à tarde) (ANVISA, 2003).

#### 3.2 Molhabilidade por Microscopia Ótica

A molhabilidade do achocolatado misturado foi inferior ao aglomerado, demonstrando que o processo de aglomeração com vapor atendeu às expectativas de melhorar a dispersão do pó no líquido. O fato pode ser afirmado devido a quantidade maior de produto dispersado para o achocolatado aglomerado do que para o misturado, conforme mostra a Figura 2.

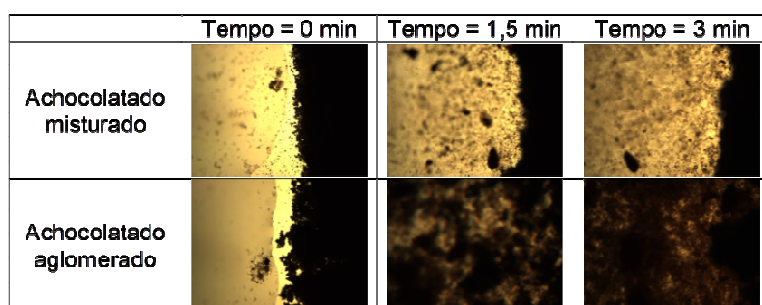


Figura 2. Molhabilidade dos achocolatados mistura e aglomerado com vapor (aproximação 4x10)

#### 3.3 Morfologia e Microestrutura

Pela análise em estereoscópio, foi possível concluir que, como esperado, as partículas do achocolatado aglomerado (2) formaram grânulos de tamanho superior ao pó fino presente no achocolatado misturado (1), como pode ser observado nas figuras abaixo:



Figura 3. Morfologia dos achocolatados misturado e aglomerado (aumento de 20x)



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

### 3.4 Diâmetro Médio e Distribuição de Tamanho de Partícula

O diâmetro médio de partículas do achocolatado aglomerado apresentou-se com o dobro do valor do misturado, sendo isso evidência da aglomeração com vapor. A polidispersidade das amostras também mudou muito com o span reduzindo de 14,48 para 1,55, mostrando os efeitos do processo de aglomeração, pois no caso do achocolatado misturado as partículas foram de 200 nm até 2 mm enquanto que para o achocolatado aglomerado a fração fina foi reduzida, por estar aglomerada, e as partículas apresentaram diâmetros variando de pouco mais de 7  $\mu\text{m}$  até 2mm.

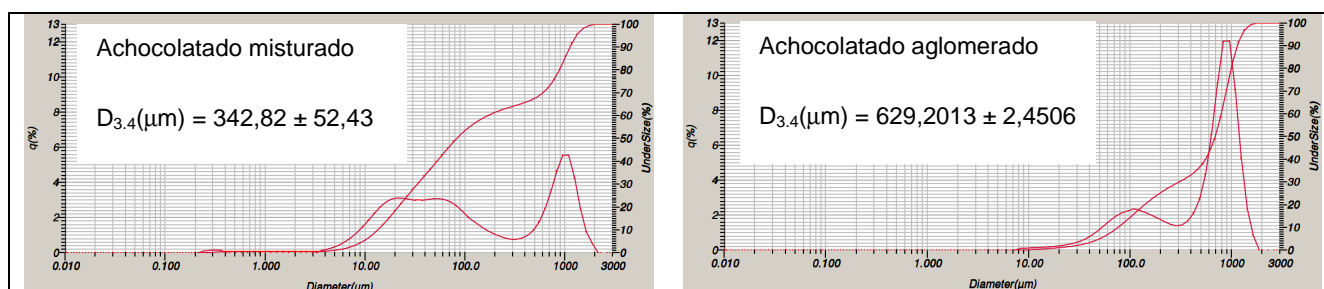


Figura 4. Diâmetro Médio e Distribuição de Tamanho de Partícula

### 3.5 Determinação de Ácido Ascórbico

Para a secagem em secador tipo “spray” esperava-se obter 20% de vitamina C e 80% de material de parede (goma arábica). Entretanto, a umidade na goma não foi descontada e, então, obteve-se mais vitamina C na micropartícula do que o esperado. Nos pontos do misturador, observa-se que a mistura apresentou bons resultados, que variaram em diferenças de até 11% na quantidade da vitamina. A quantidade presente antes e após a aglomeração com vapor apresentou uma perda de 10%, e, como não existem pesquisas sobre o assunto, o processo foi considerado adequado para proteger a vitamina das condições de altas temperaturas e umidade.

Tabela 1. Quantificação de Ácido Ascórbico

Amostra	Quantidade esperada de Vit.C (mg) por 100g de produto	Quantidade real de Vit. C (mg) por 100g de produto	Porcentagem de perdas
Micropartículas Vitamina C	20000*	22219 ± 279,61	-
Achocolatado misturado 1	111,09**	96,73 ± 2,13	13%
Achocolatado misturado 2	111,09**	90,05 ± 2,14	19%
Achocolatado misturado 3	111,09**	87,95 ± 1,06	21%
Achocolatado misturado 4	111,09**	94,88 ± 1,04	15%
Achocolatado misturado 5	111,09**	99,66 ± 2,76	10%
Achocolatado misturado - média	111,09**	93,91 ± 4,37	16%





## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Achocolatado aglomerado	93,91	85,05 ± 0,91	10%
-------------------------	-------	--------------	-----

\*Determinado em relação a quantidade teórica de 20% de ativo nas micropartículas

\*\*Valores determinados a partir da concentração real de ativo nas micropartículas (22,22%)

### 3.6 Determinação de Vitamina D

No processo de microencapsulação as perdas da vitamina D ocorreram devido a sua instabilidade quando exposta à luz (SUCUPIRA, *et al*, 2012). O achocolatado misturado apresentou uma perda grande desse nutriente, que pode ser atribuída a quantificação em apenas um ponto do produto no misturador. Houve dificuldade em se realizar a análise de vitamina D, portanto não foi possível coletar amostras do produto nos pontos do misturador como foi feito para a vitamina C. A aglomeração não resultou em perdas, mas, devido ao fato já explicado, não se obteve resultados compatíveis, logo que a amostra quantificada de achocolatado misturado poderia conter menos vitamina D do que os demais pontos.

**Tabela 2.** Quantificação de Vitamina D

Amostra	Quantidade esperada de Vit.D (µg) por 100g de produto	Quantidade real de Vit.D (µg) por 100g de produto	Porcentagem de perdas
Micropartículas Vitamina D	10000*	6596 ± 606	34%
Achocolatado misturado	8,24**	3,32 ± 0,29	60%
Achocolatado aglomerado	3,32	3,74 ± 0,11	-

\*Determinado em relação a quantidade teórica de 0,01% de ativo nas micropartículas

\*\*Valores determinados a partir da concentração real de ativo nas micropartículas (0,0066%)

### 4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a aglomeração com vapor melhora a molhabilidade do achocolatado, aumenta o tamanho dos grânulos e os deixa mais uniformes. A microencapsulação mostrou-se eficiente para a proteção das vitaminas C e D durante o processo de aglomeração com vapor.

### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq a concessão de bolsa de iniciação científica, que possibilitou o levantamento dos dados experimentais do estudo.

### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anvisa / Regulamentos Técnicos por Assunto / RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1884970047457811857dd53fbc4c6735/RDC\\_269\\_2005.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1884970047457811857dd53fbc4c6735/RDC_269_2005.pdf?MOD=AJPERES)> Acesso em: 30/01/13.



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Anvisa / Regulamentos Técnicos por Assunto / RDC nº 359 de 23 de dezembro de 2003. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d12c9e804745947f9bf0df3fbc4c6735/RDC\\_359.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d12c9e804745947f9bf0df3fbc4c6735/RDC_359.pdf?MOD=AJPERES)> Acesso em: 29/07/13.

DANIELI, F.; COSTA, L.R.; SILVA, L.C.; HARA, A.S.; SILVA, A.A. Determinação de vitamina C em amostras de suco de laranja in natura e amostras comerciais de suco de laranja pasteurizado e envasado em embalagem Tetra Pak. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, v. 27, n. 4, p.361-5, 2009.

FANG, A.; CATHALA B. Smart swelling biopolymer microparticles by a microfluidic approach: Synthesis, in situ encapsulation and controlled release. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v. 82, p.81-86, 2011.

FERRARI, C.C.; GERMER, S.P.M.; ALVIM, I.D.; VISSOTTO, F.Z.; AGUIRRE, J.M. Influence of carrier agents on the physicochemical properties of blackberry powder produced by spray drying. *International Journal of Food Science and Technology*, n.47, p.1237-1245, 2012

INSTITUTE OF MEDICINE, Food and Nutrition Board. Dietary intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride. The National Academies, Washington, DC, 1997

INSTITUTE OF MEDICINE, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. The National Academies, Washington, DC, 2000.

GRANT, W.B.; HOLLICK, M.F. Benefits and requirement of vitamin D for optimal health: a review, **Alternative Medicine Review**, v.10, n.94, 2005

HORWITZ, W. (Ed). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 18th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005. Chapter 45, methods 981.17, p.33-35. Current Through Revision 3, 2010

MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. Krause **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 12ªed, Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MARCHINI, J.S. **Ingestão recomendada de aminoácidos essenciais para indivíduos jovens eutróficos do sexo masculino. Estudo empregando isótopo estável, aminoácidos plasmáticos e balanço nitrogenado**. 91 p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1992.

Projeto FUNCAFÉ (2009), Subprojeto 1: Obtenção de pré-misturas para obtenção de bebidas em pó

SUCUPIRA, R.S.; XEREZ, A.C.P.; SOUSA, P.H.M. Perdas vitamínicas durante o tratamento térmico de alimentos. Artigo de revisão, **Revista Unopar Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v.14, n.2, p.121-8, 2012.

VISSOTTO, F. Z.; JORGE, L.C.; MAKITA, G.T.; RODRIGUES, M.I; MENEGALLI, F.C. Influence of the processes parameters and sugar granulometry on cocoa beverage powder steam agglomeration. *Journal of Food Engineering*, v. 97, p.283-291, 2010.