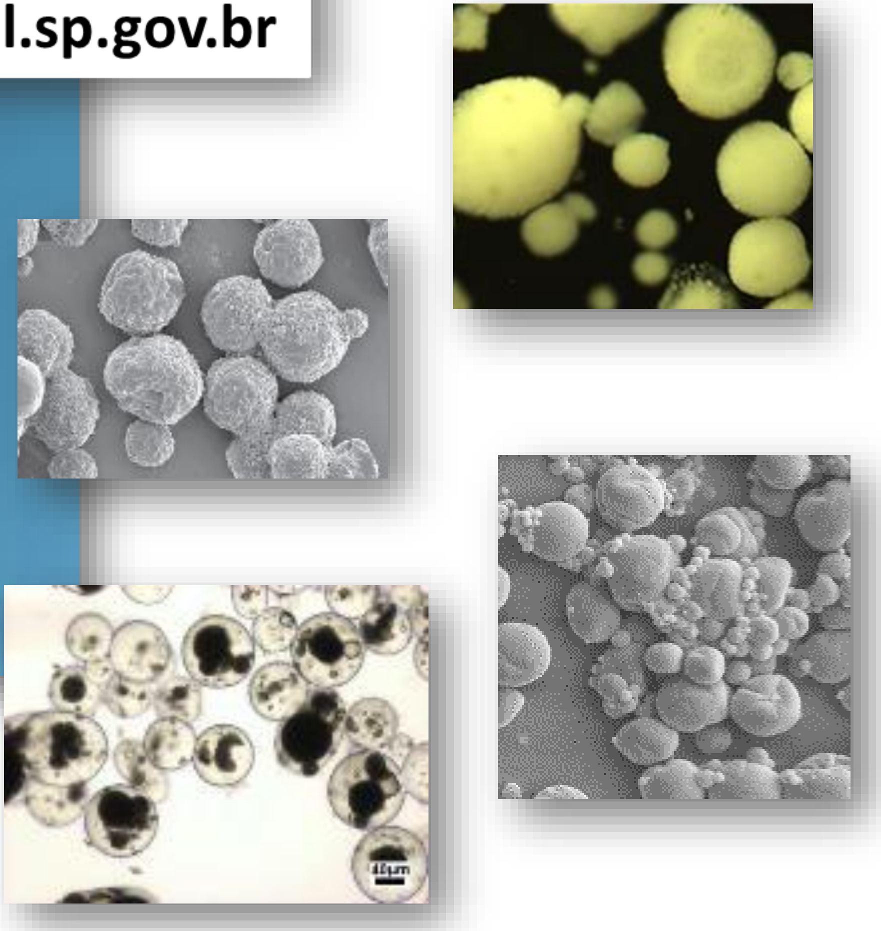
SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

HORIBA
Scientific

Importância da determinação do tamanho de partículas na microencapsulação e suas aplicações em alimentos

IZABELA DUTRA ALVIM
izabela@ital.sp.gov.br



ITAL / SAA / SP - PRODUTOS E SERVIÇOS

Projetos

Ensaios e Análises

Eventos

PÓS
GRADUAÇÃO
iTAL
Ciência e Tecnologia de Alimentos
Programa de Pós-Graduação

Publicações Técnico-Científicas

Assistência Tecnológica

Informação Tecnológica

Treinamentos/ Cursos fechados

ITAL / SAA / SP - ATUAÇÂO

Centro de Tecnologia de Carnes

Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolate

Centro de Tecnologia de Frutas e Hortaliças

Centro de Tecnologia de Laticínios

Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos

Centro de Tecnologia de Embalagem

CIAL
Centro de Comunicação e Transferência do Conhecimento

Centro de Inovação em Proteína Vegetal

Plataforma de Inovação Tecnológica (PITec)

Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos

ATUAÇÃO

SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

CEREAL CHOCOTEC

Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolate

- ✓ Desenvolvimento de Produtos
- ✓ Engenharia de Processos
- ✓ Segurança Tecnológica do Alimento
- ✓ Propriedades Físicas, Tecnológicas e de Engenharia
- ✓ Inovação Tecnológica

MICROENCAPSULAÇÃO

ITAL
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ATUAÇÃO

LABORATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROESTRUTURAS PARA APLICAÇÃO EM ALIMENTOS

Microencapsulação

Incorporação de substâncias

Substituição microestrutural

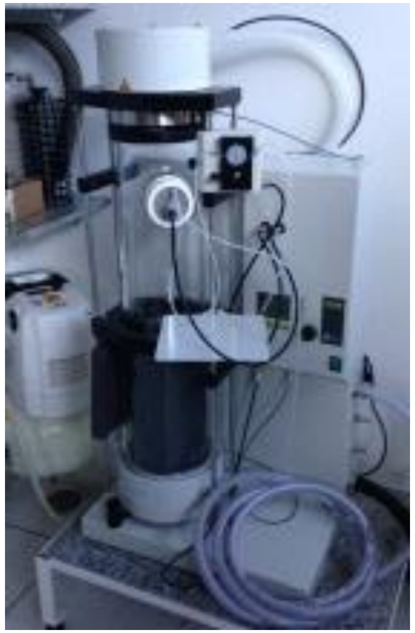
Reestruturação de ingredientes
Redução de tamanho
Matrizes mistas

MICROPARTÍCULAS DE FUNÇÕES MISTAS

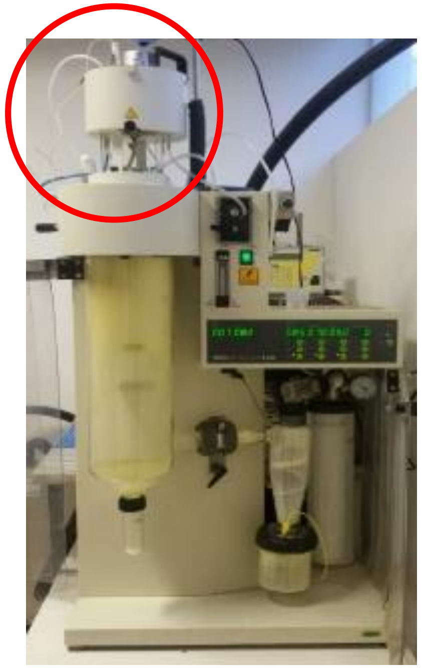
ATUAÇÃO

LABORATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROESTRUTURAS PARA APLICAÇÃO EM ALIMENTOS

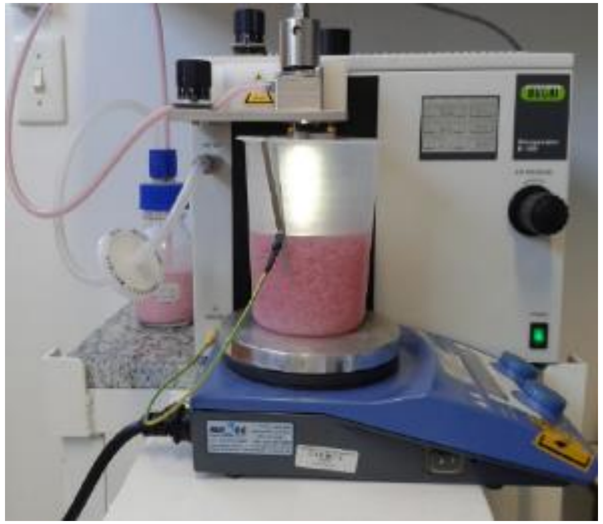
PRODUÇÃO DE PARTÍCULAS



Nano Spray dryer



Mini Spray dryer



Encapsulator

ATUAÇÃO

LABABORATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROESTRUTURAS PARA APLICAÇÃO EM ALIMENTOS

Caracterização de partículas - ANÁLISES FÍSICAS

Partica LA950 V2

Microscópio ótico

ATUAÇÃO

SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

Microencapsulação

Incorporação de substâncias

Substituição microestrutural

Reestruturação de ingredientes
Redução de tamanho
Matrizes mistas

ITAL
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

TAMANHO DE PARTÍCULAS

DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTOS

Importância do tamanho de partículas

Principais parâmetros

Exemplos

MICROENCAPSULAÇÃO

Conceituação

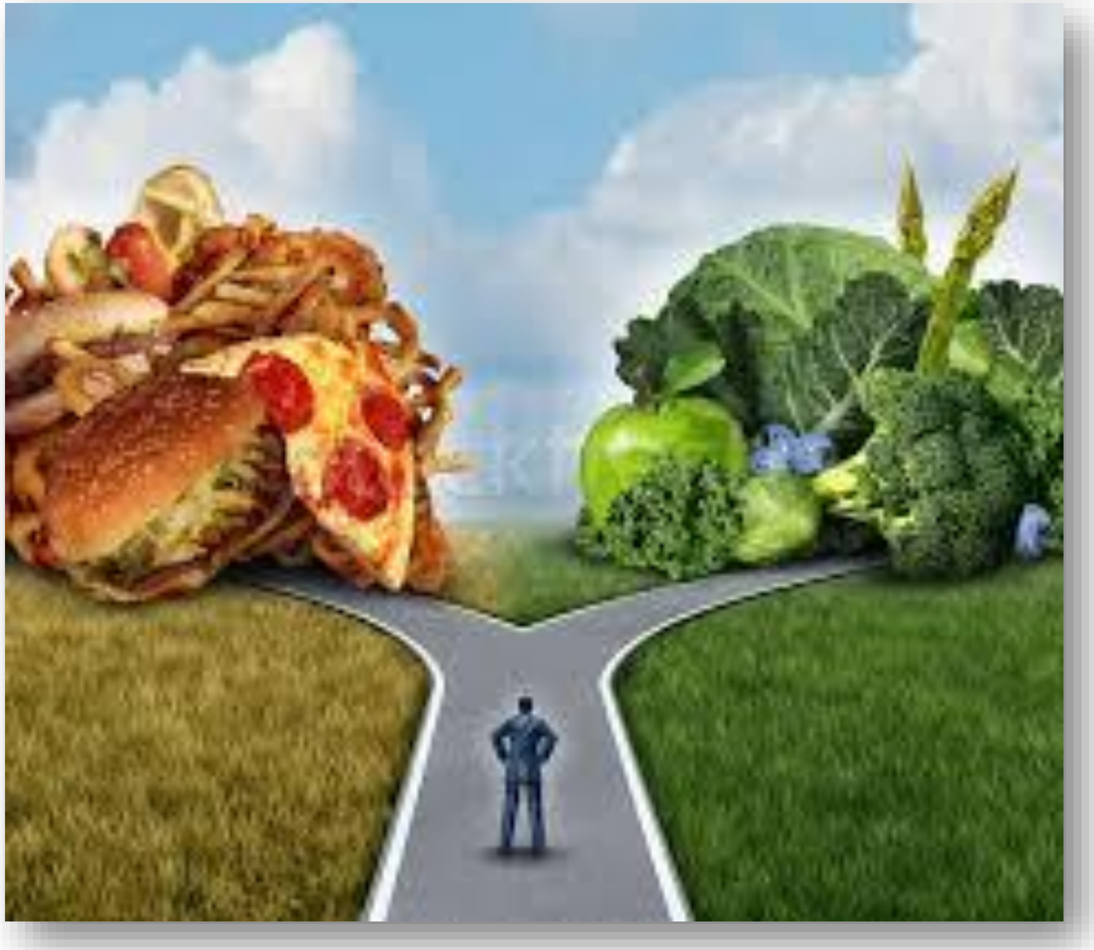
Processos

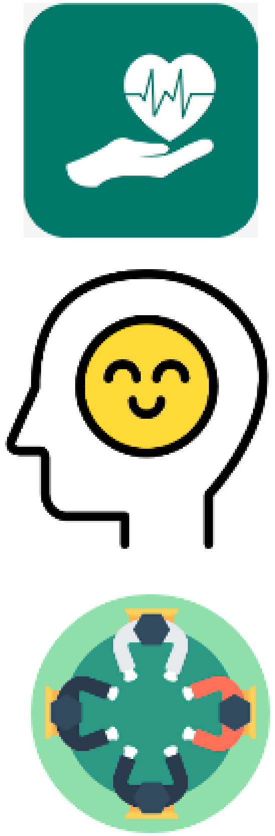
Importância do tamanho de partículas

Exemplos

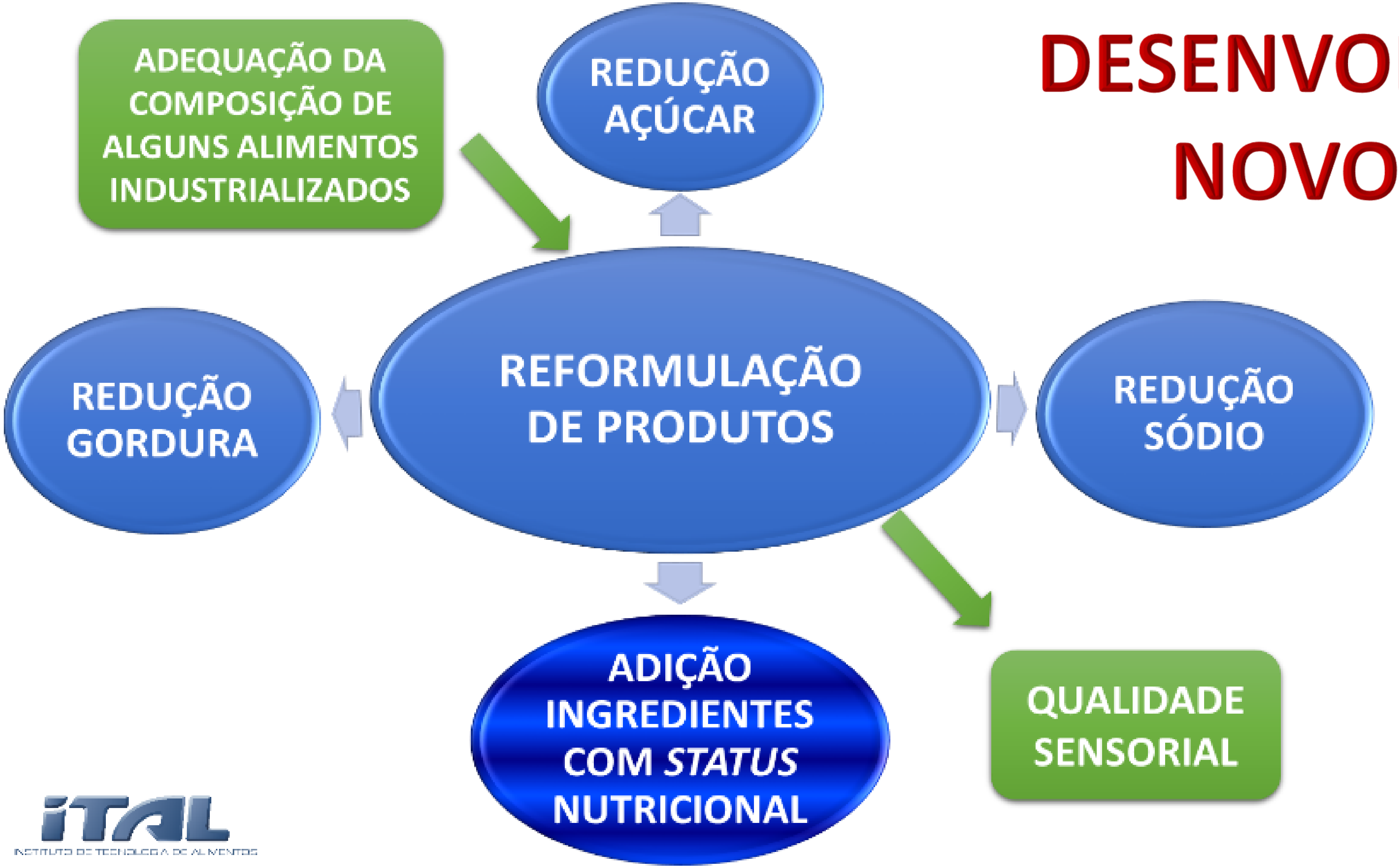
CONTEXTUALIZAÇÃO

DILEMA ALIMENTAR





CONTEXTUALIZAÇÃO



ADEQUAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE ALGUNS ALIMENTOS INDUSTRIALIZADOS

REDUÇÃO AÇÚCAR

REFORMULAÇÃO DE PRODUTOS

REDUÇÃO GORDURA

REDUÇÃO SÓDIO

ADIÇÃO INGREDIENTES COM *STATUS* NUTRICIONAL

QUALIDADE SENSORIAL

DESENVOLVIMENTO DE NOVOS ALIMENTOS

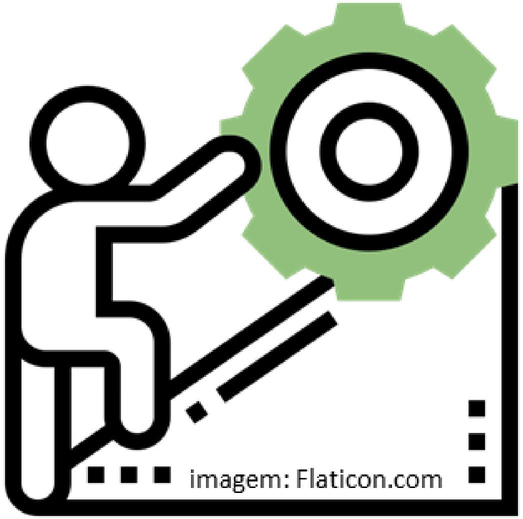


imagem: Flaticon.com

CONTEXTUALIZAÇÃO

Propriedades físicas dos alimentos associadas ao tamanho e distribuição de tamanho de partículas

Produtos em pó

Emulsões

Chocolates

Solubilidade,

Molhabilidade,

Dispersibilidade,

Arenosidade,

Escoabilidade,

Compactabilidade,

Densidade,

Estabilidade

Aparência Global,

Cor,

Brilho,

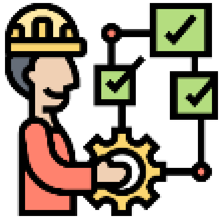
Coalescência,

Adesão,

Etc...

CONTEXTUALIZAÇÃO

Propriedades físicas dos alimentos associadas ao tamanho e distribuição de tamanho de partículas



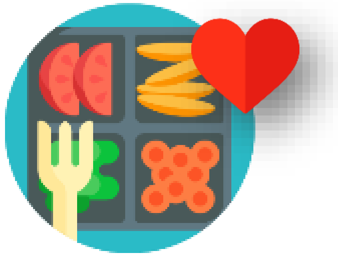
Como produzir

Como consumir

Como armazenar

(embalagem / condições / tempo)

Aceitação do produto



Imagens: Flaticon.com

INFORMAÇÕES IMPORTANTES

DIÂMETRO

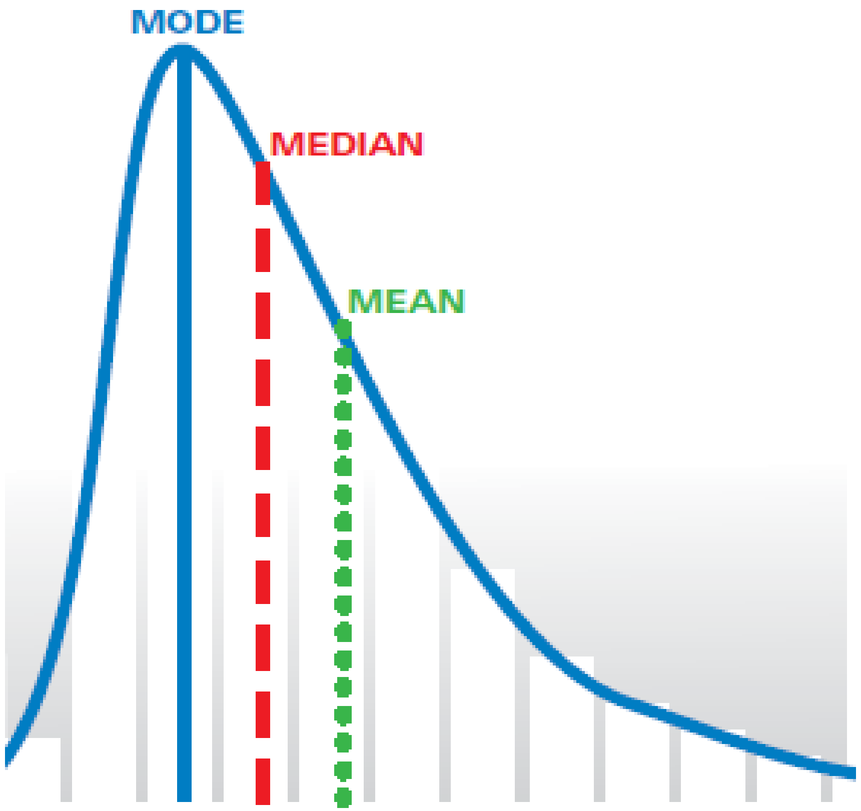
$$X_{nl} = D[1,0] = \frac{1+2+3}{3} = 2.00$$

$$X_{ns} = D[2,0] = \sqrt{\frac{1+4+9}{3}} = 2.16$$

$$X_{nv} = D[3,0] = \sqrt[3]{\frac{1+8+27}{3}} = 2.29$$

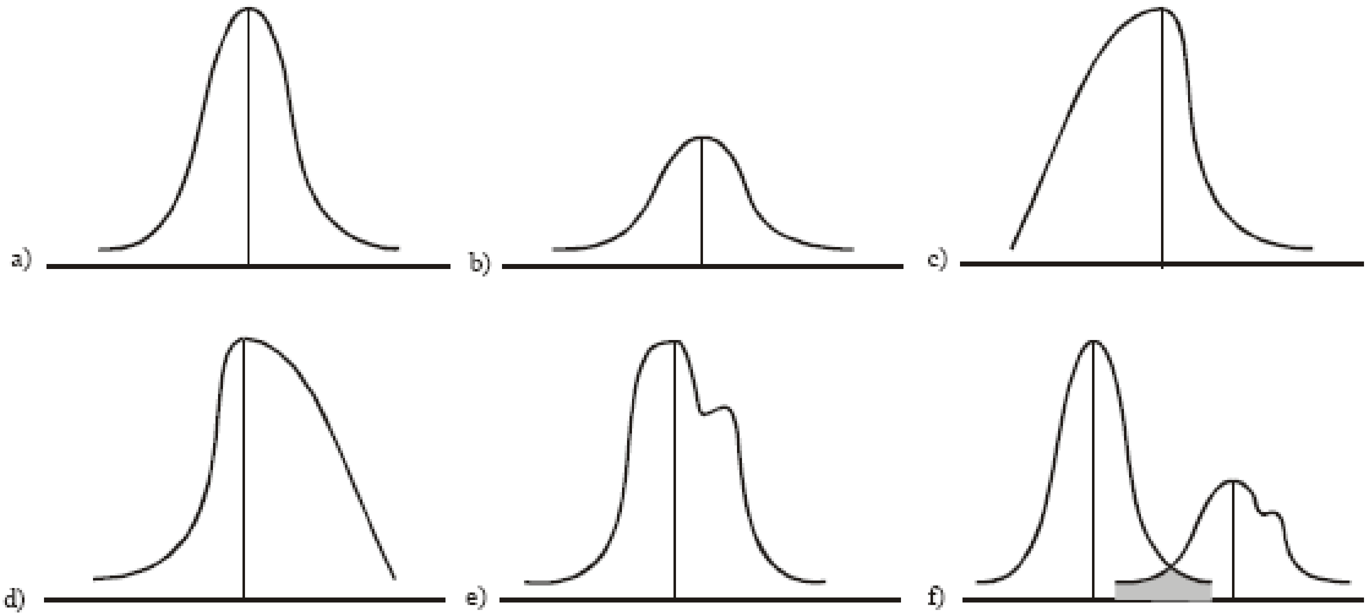
$$X_{sv} = D[3,2] = \frac{1+8+27}{1+2+3} = 2.57$$

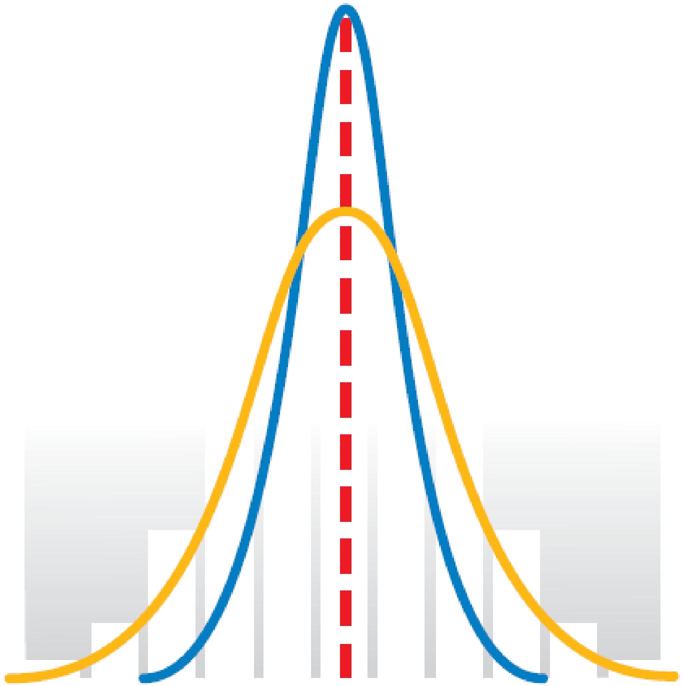
$$X_{vm} = D[4,3] = \frac{1+16+81}{1+8+27} = 2.72$$



INFORMAÇÕES IMPORTANTES

DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHO





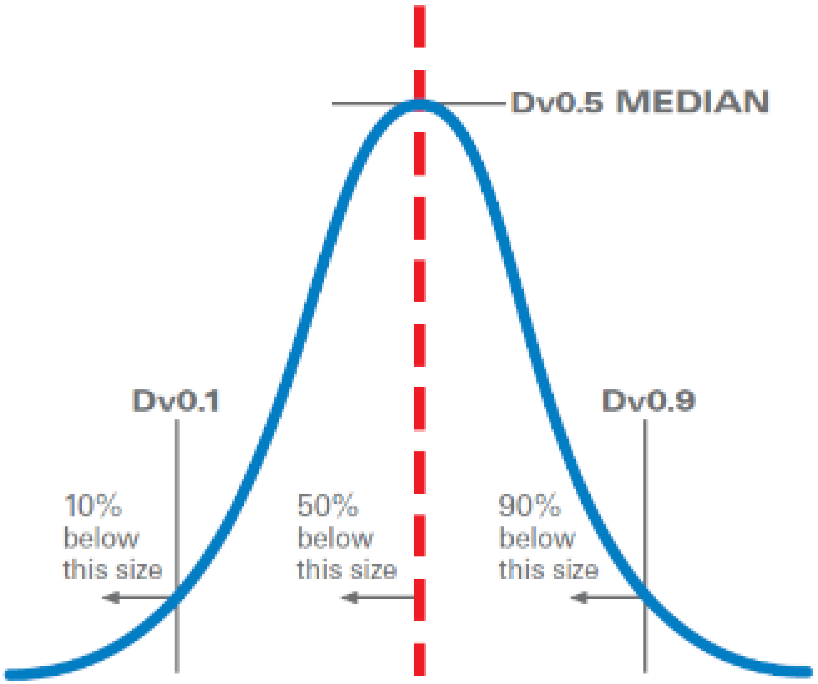
INFORMAÇÕES IMPORTANTES

POLIDISPERSIDADE

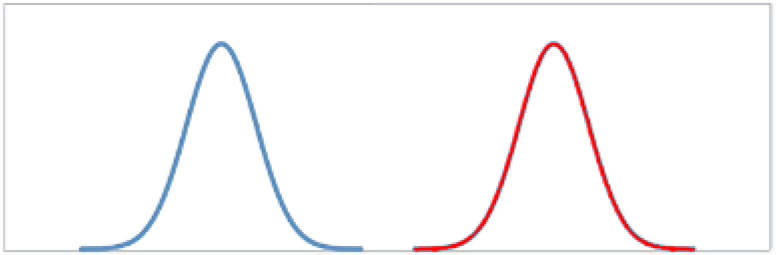
SPAN

PDI

$$Span = \frac{D_{v0.9} - D_{v0.1}}{D_{v0.5}}$$


Dv0.5 MEDIAN
Dv0.1
Dv0.9
10%
below
this size
50%
below
this size
90%
below
this size

	Diâmetro (micrômetros)			
Amostra	D_{10}	D_{50}	D_{90}	Span
1	132	571	890	1,33
2	12,4	59	91	1,33
3	659	1340	2439	1,33



EXEMPLOS

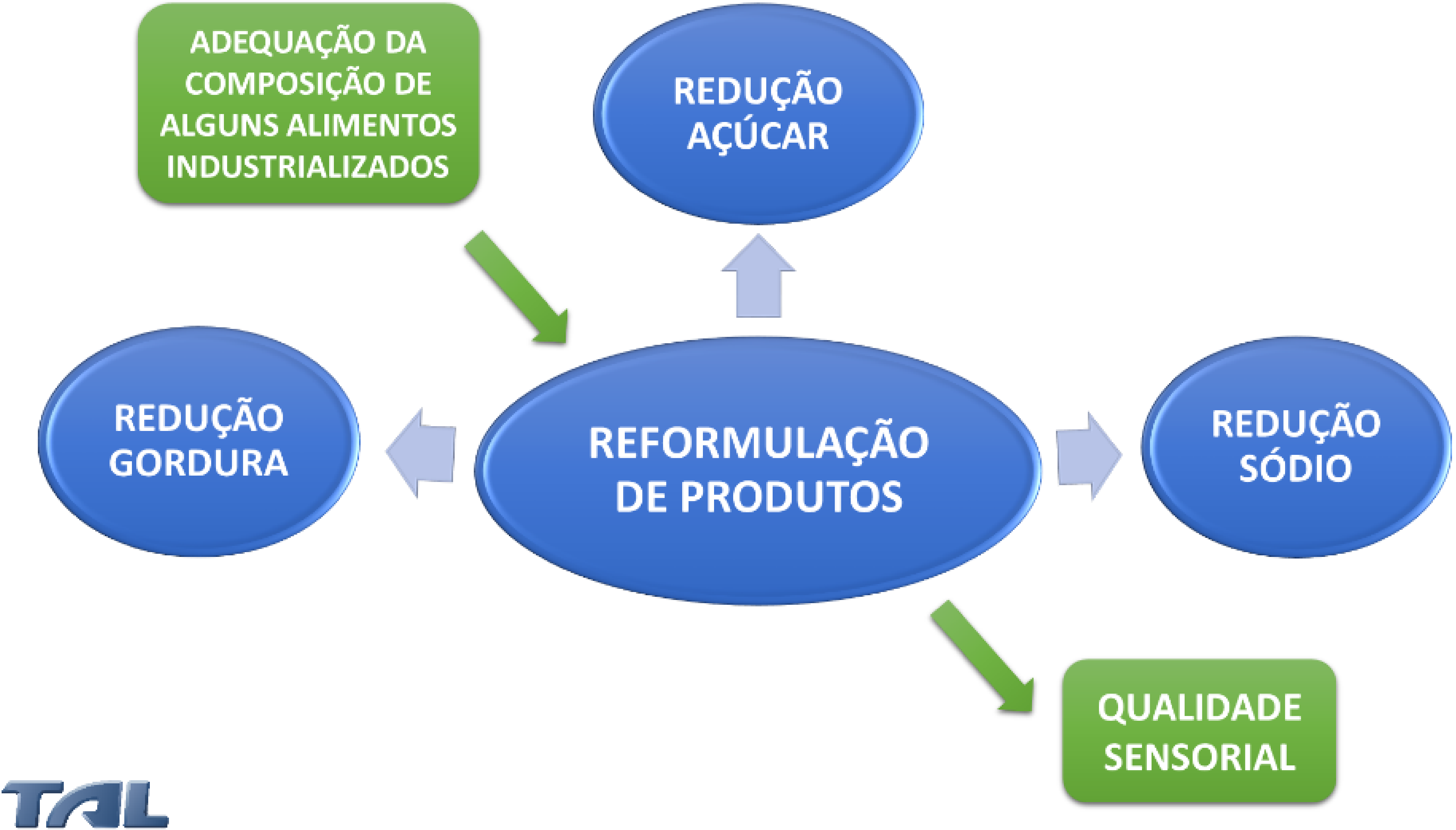
PARTÍCULAS

MICROPARTÍCULAS

Substituição microestrutural

Redução de tamanho

DESENVOLVIMENTO DE NOVOS ALIMENTOS



ADEQUAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE ALGUNS ALIMENTOS INDUSTRIALIZADOS

REDUÇÃO AÇÚCAR

REDUÇÃO GORDURA

REFORMULAÇÃO DE PRODUTOS

REDUÇÃO SÓDIO

QUALIDADE SENSORIAL

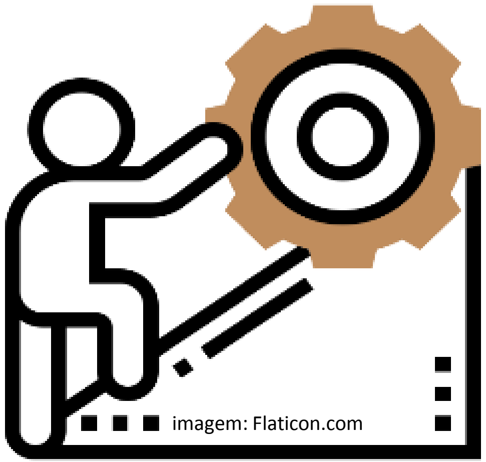


imagem: Flaticon.com

CHOCOLATE

https://www.gazetadopovo.com.br/

Dispersibilidade

Aspecto sensorial

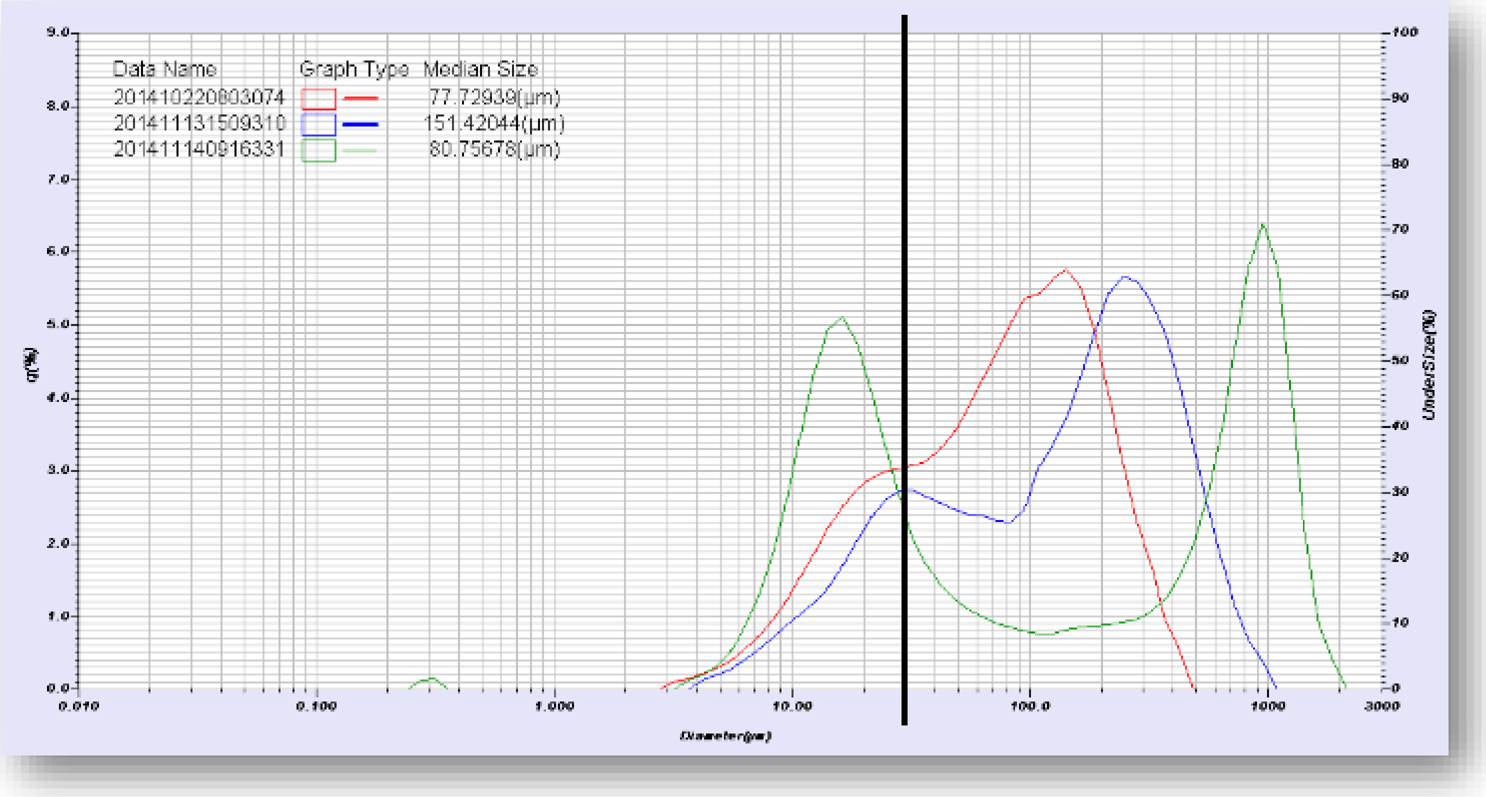
Derretimento

Aroma e sabor

TAMANHO MÁXIMO DE PARTÍCULAS < 30 μm ~ D90

TAMANHO MÍNIMO < 10 μm ~ D10

CHOCOLATE - ingredientes



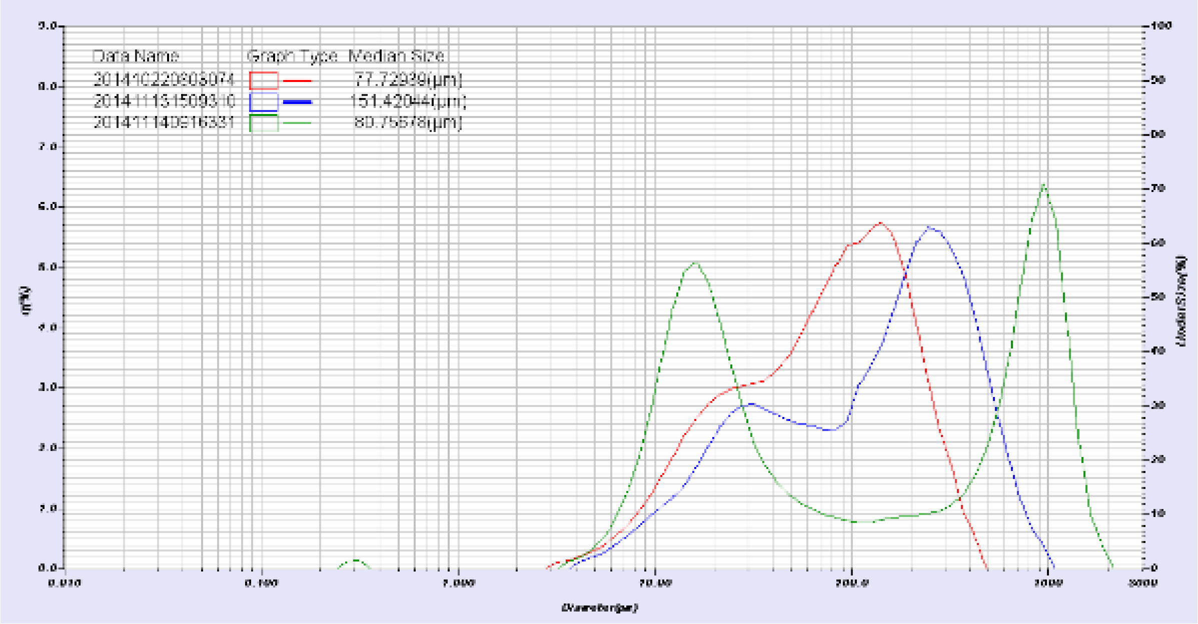
- 🔵 Açúcar refinado moído
- 🔴 Leite em pó
- 🟢 Cacau em pó

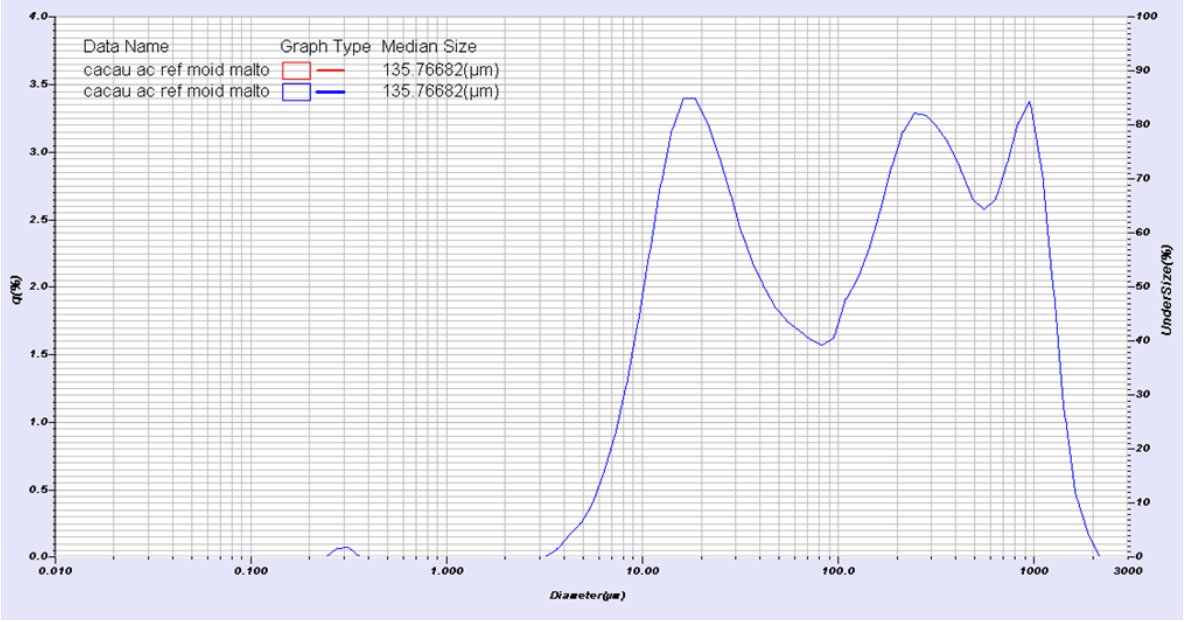
< 30 μm

Refino

ROLOS CILÍNDRICOS
MOINHO DE BOLAS/ESFERAS

ACHOCOLATADOS



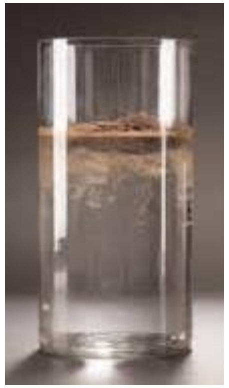


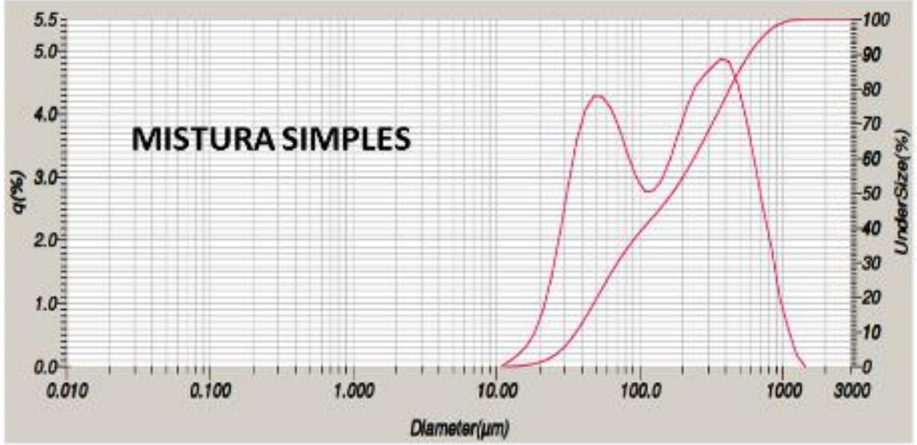
- **Açúcar refinado moído**
- **Leite em pó**
- **Cacau em pó**

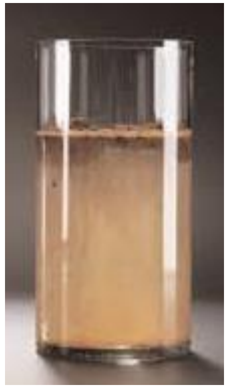
Mistura Simples

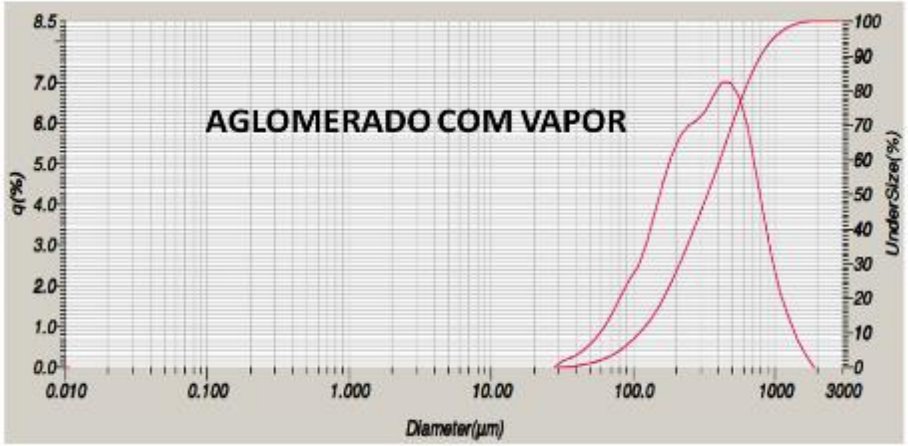
ACHOCOLATADOS – Melhorias

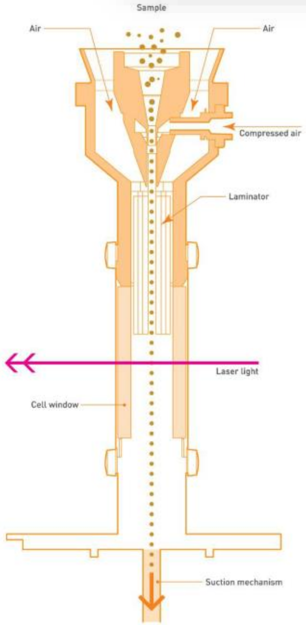
Molhabilidade – Instantaneização










Sample
Air
Air
Compressed air
Laminator
Laser light
Cell window
Suction mechanism

LA950 V2
Dry Cell

SNACK SALGADO

SAUDABILIDADE E SUSENTABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DO AMENDOIM

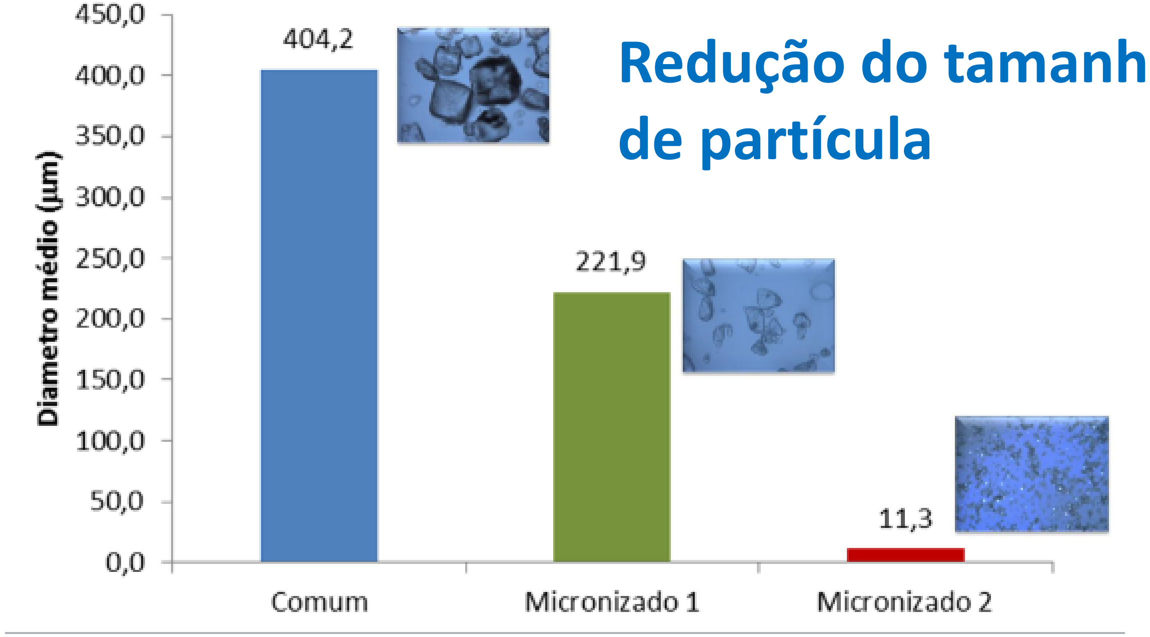
CIIC 2012

RENATA B. **OLIVEIRA**[1]; PEDRO P. C. **AUGUSTO**[2]; ANA L. **FADINI**[2]; MITIE S. **SADAHIRA**[2]; GUILHERME C. **QUEIROZ**[3].

Ajustes no processo de fabricação

Reduções de sal entre as cargas de drageamento

Redução do tamanho de partícula



OBJETIVO

A **REDUÇÃO DO TEOR DE SÓDIO** pode ser feita sem a utilização de substitutos, através de justes nos processo

PRODUTO

Amendoim japonês

Principais conclusões

Ajustes no processo de fabricação permitiram a redução direta do teor de sódio sem perda de atributos sensoriais

Não foi necessário o uso de intensificadores de sabor salgado para as reduções propostas.

Aumento da percepção do sabor salgado com sal micronizado com granulometria de 11,3 µm

BISCOITO RECHEADO

Impact of Physical Modification of Whey Protein Isolate by Spray Drying and its Use as a Fat Substitute

Izabela D. Alvim[1]*, Carla L. C. Vianna Cruz[1], Cassia M. Abe[1], Paula J. Bócoli[1]

RICO EM GORDURA E AÇÚCAR

Readequação de tamanho de partículas de isolado proteico de soro de leite e seu uso na REDUÇÃO DE GORDURA em recheios de biscoito

BISCOITO RECHEADO

IFT13
ANNUAL MEETING + FOOD EXPO

Impact of Physical Modification of Whey Protein Isolate by Spray Drying and its Use as a Fat Substitute

Izabela D. Alvim[1]*, Carla L. C. Vianna Cruz[1], Cassia M. Abe[1], Paula J. Bócoli[1]

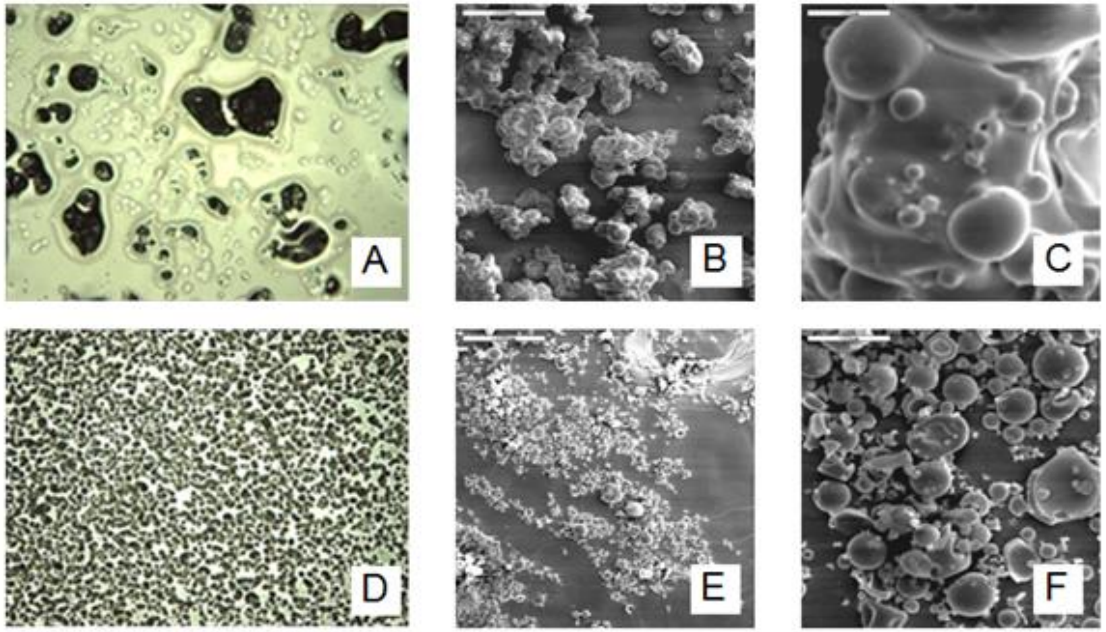


TABLE 2. Physical characterization of the commercial whey protein isolate (C-WPI) and whey protein isolate microparticles (M-WPI).

	C-WPI	M-WPI
Particle size (µm)	88.17 ± 1,19 a	10.18 ± 0.10 b
Bulk density (g/mL)	0.343 ± 0,014 a	0.207 ± 0.008 b

TABLE 3. Characterization of the fillings samples.

Sample	**Maximum Particle Size (µm)**	**Instrumental Texture**	
		Firmness (g.f)	**Adhesiveness (g.s)**
M-WPI*	44.73 ± 3.81 a	58.33 ± 2.10 a	136.16 ± 13.20 a
C-WPI**	57.32 ± 3.75 b	46.49 ± 1.42 b	99.79 ± 6.88 b
Control	43.69 ± 2.20 a	28.49 ± 0.86 c	77.95 ± 3.12 c

* 30 % of fat replace by M-WPI; **19 % of fat replace by C-WPI. Results followed by same letter in the same column do not differ statistically ($p>0.05$).

iTAL
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

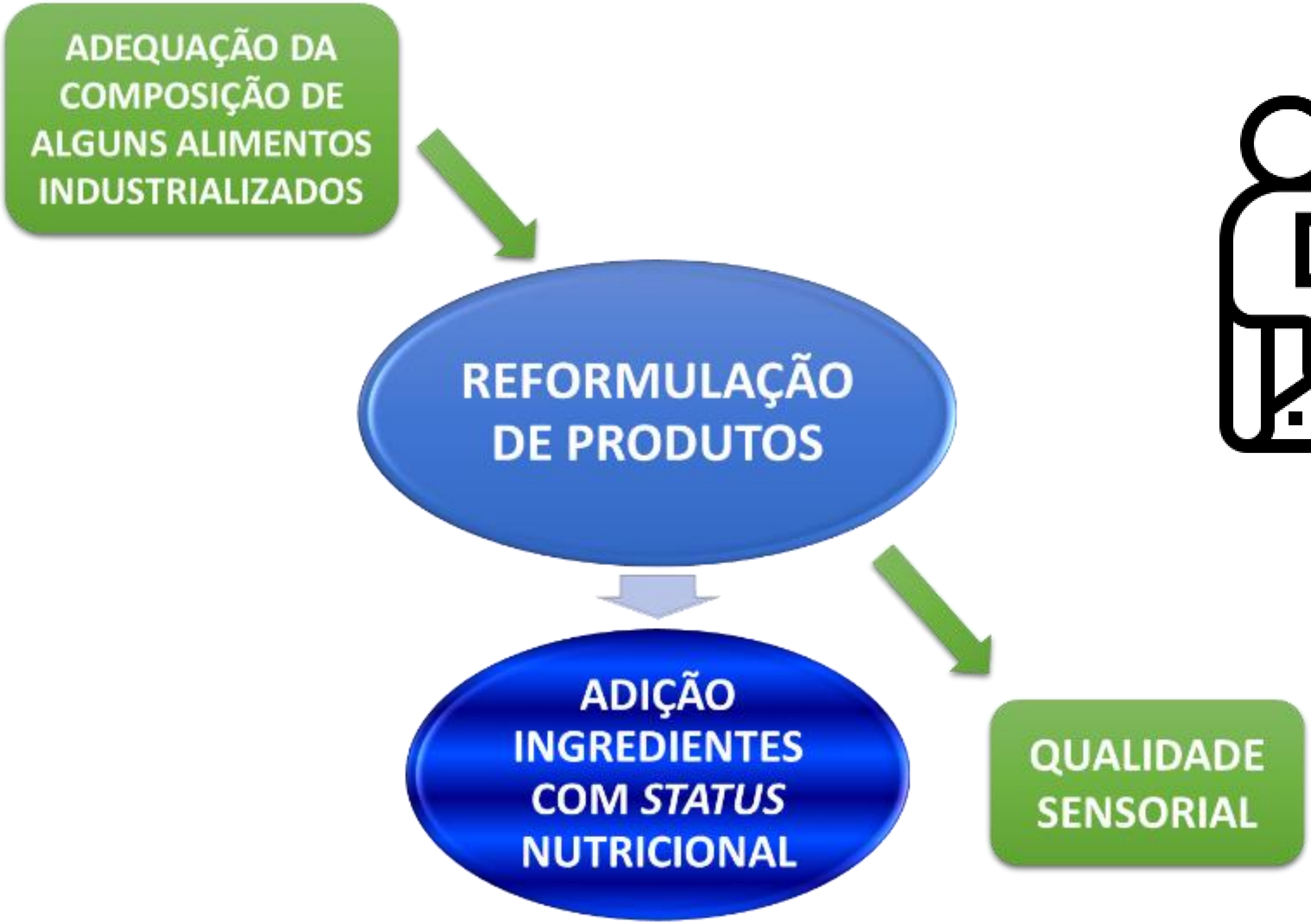
PARTÍCULAS

MICROPARTÍCULAS

Microencapsulação

Incorporação de substâncias

DESENVOLVIMENTO DE NOVOS ALIMENTOS



ADEQUAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE ALGUNS ALIMENTOS INDUSTRIALIZADOS

REFORMULAÇÃO DE PRODUTOS

ADIÇÃO INGREDIENTES COM *STATUS* NUTRICIONAL

QUALIDADE SENSORIAL

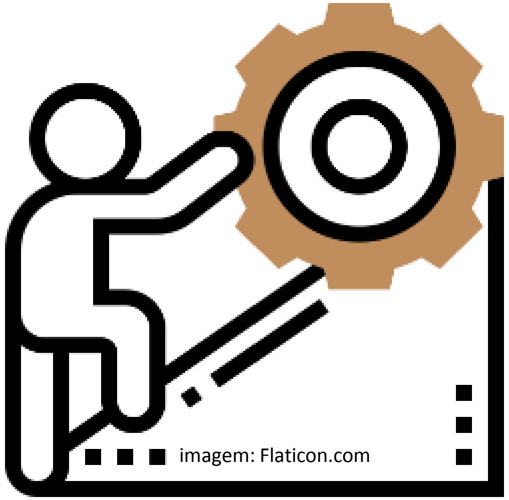


imagem: Flaticon.com

MICROENCAPSULAÇÃO

Solução de problemas

Inovação

Competitividade

DEFINIÇÃO

MICROENCAPSULAÇÃO

Micropartículas

Modelo celular

Estrutura que **isola e protege** o **conteúdo interno** mas **permite a interação controlada** com o **meio externo**

APLICAÇÃO NA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

INGREDIENTES PARA ALIMENTOS SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS

EMBALAGEM DE ALIMENTOS

Soluções aquosas e alcoólicas Ingredientes para alimentação Probióticos e Bactérias

Minerais e Vitaminas

Óleos Comestíveis

Alimentos ácidos

Aminoácidos

Enzimas

Extratos Vegetais

Pigmentos e corantes

Ingredientes Funcionais

Agentes de fermentação

Ácidos Graxos Essenciais

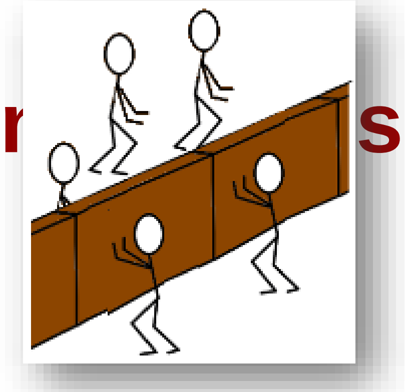
Flavors e Óleos Essenciais

Adaptado de Microencapsulation in Food applications – IFT Meeting, 2008 – New Orleans

FUNÇÕES DA MICROENCAPSULAÇÃO

PROTEÇÃO

SUBSTÂNCIA - ATIVO



Ir s

PRODUTO - MEIO

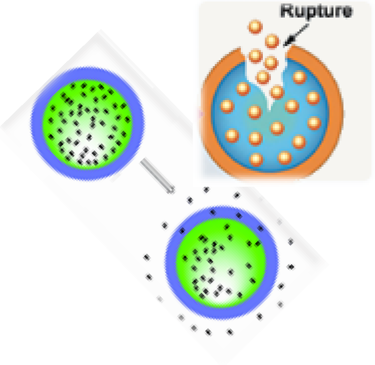
LIBERAÇÃO CONTROLADA

Sistemas entéricos

Manipulação de efeitos sensoriais

Gatilho

Taxa de Liberação



VEICULAÇÃO

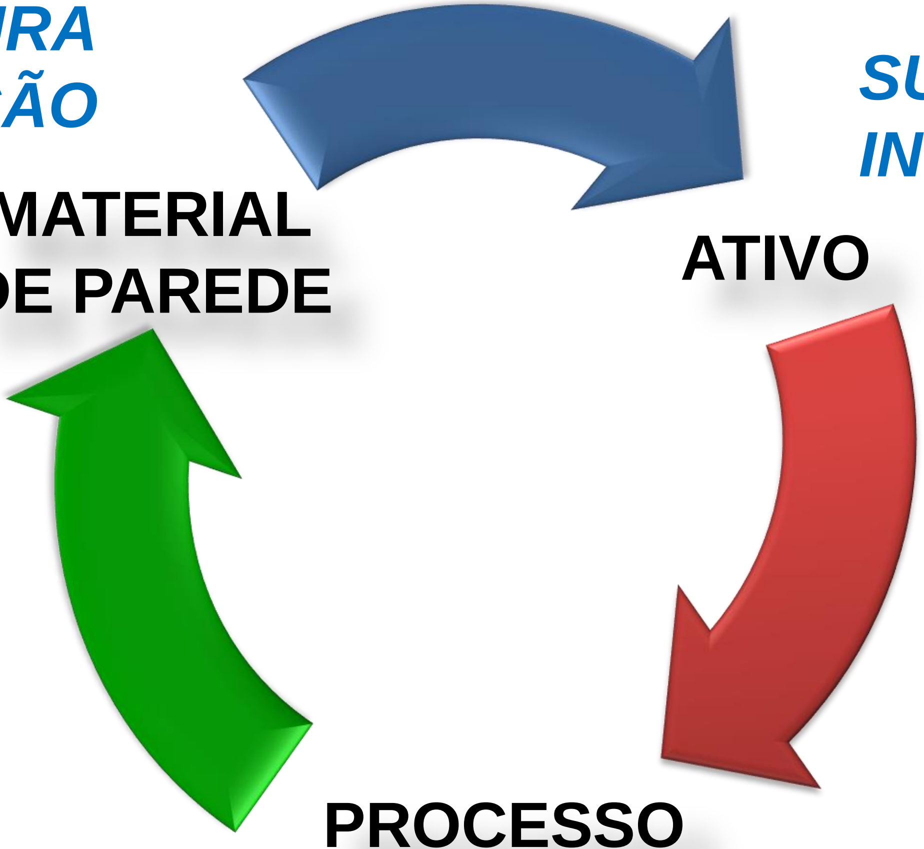
Conversão de líquidos em pós

Mudança da polaridade e de densidades

Modificações de propriedades físicas

PRODUÇÃO DE PARTÍCULAS

ESTABILIDADE
PROTEÇÃO/BARREIRA
PERMEAÇÃO/LIBERAÇÃO



MATERIAL
DE PAREDE

ATIVO

SUBSTÂNCIA DE
INTERESSE

PROCESSO

FORMATAÇÃO E
PRODUÇÃO

PRODUÇÃO DE PARTÍCULAS

Métodos físicos

Spray drying,

Spray chilling

Spray coating,

Leito fluidizado

Extrusão,

Co-cristalização,

Liofilização

Métodos químicos

Polimerização interfacial,
Inclusão molecular.

Métodos físico-químicos

Coacervação complexa,
Separação de fase,
Gelificação iônica,
Lipossomas

PRODUÇÃO DE PARTÍCULAS

Diâmetro médio e distribuição de tamanho

PROCESSO	TAXAS	APLICAÇÕES
Condições	Difusão	Permeabilidade
Ajustes	Solubilização	Sensorial
Otimização	Intumescimento	Estabilidade

EXEMPLOS

SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

PARTÍCULAS

MICROPARTÍCULAS

Microencapsulação

Incorporação de substâncias

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

EXEMPLOS

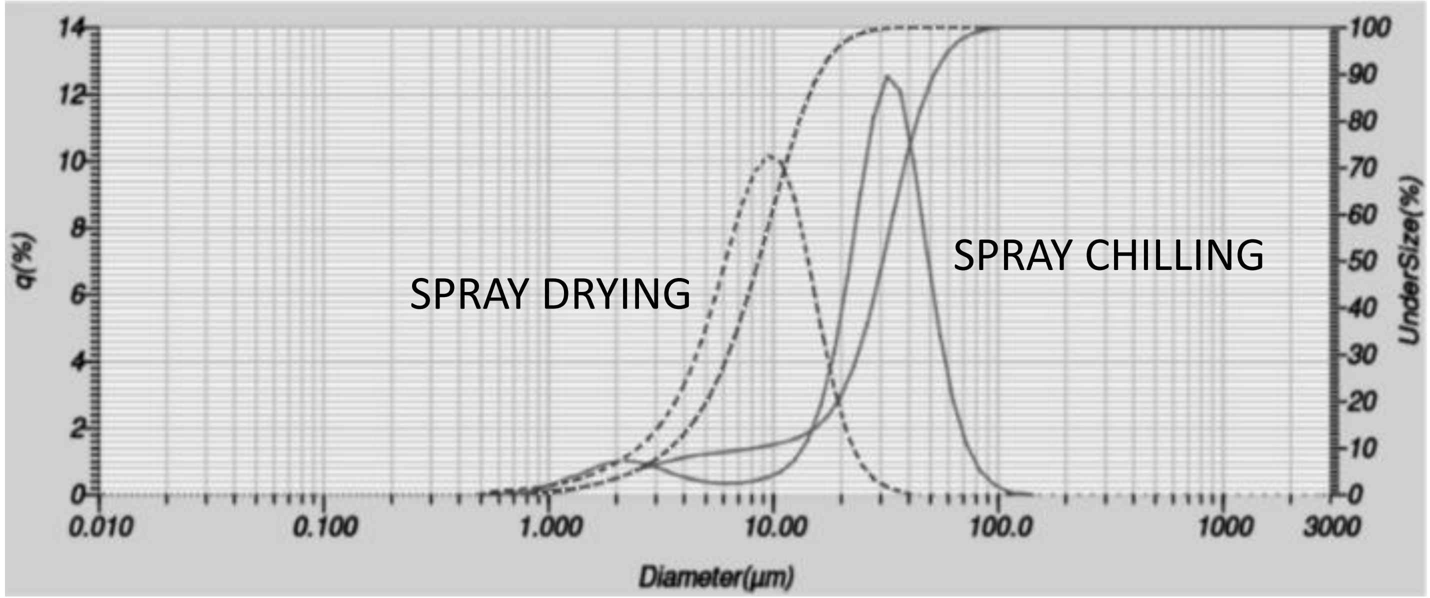
Contents lists available at ScienceDirect
LWT - Food Science and Technology
journal homepage: www.elsevier.com/locate/lwt

ELSEVIER

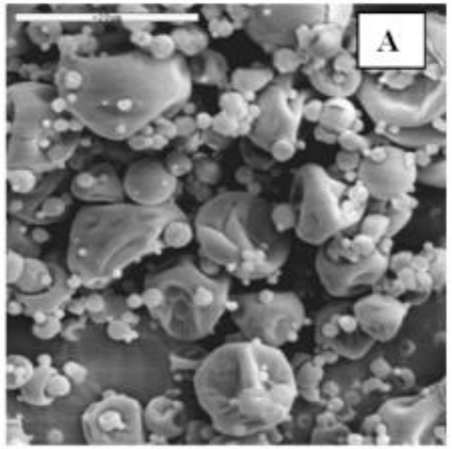
https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.049

COMPARISON BETWEEN THE SPRAY DRYING AND SPRAY CHILLING MICROPARTICLES CONTAIN ASCORBIC ACID IN A BAKED PRODUCT APPLICATION

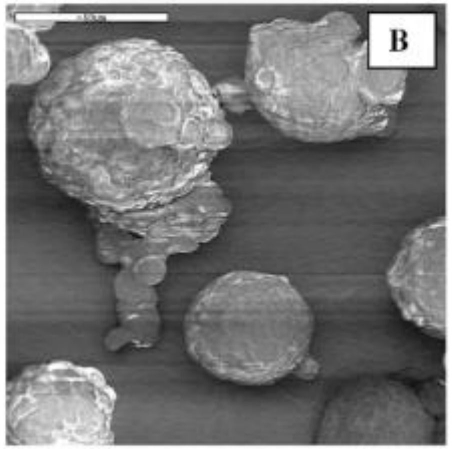
Izabela Dutra Alvim[1], Mirella Abreu Stein[1], Isabela Paes Koury[1], Fiorella Balardin Hellmeister Dantas[2], Carla Léa de Camargo Vianna Cruz[1]



CEREAL CHOCOTEC

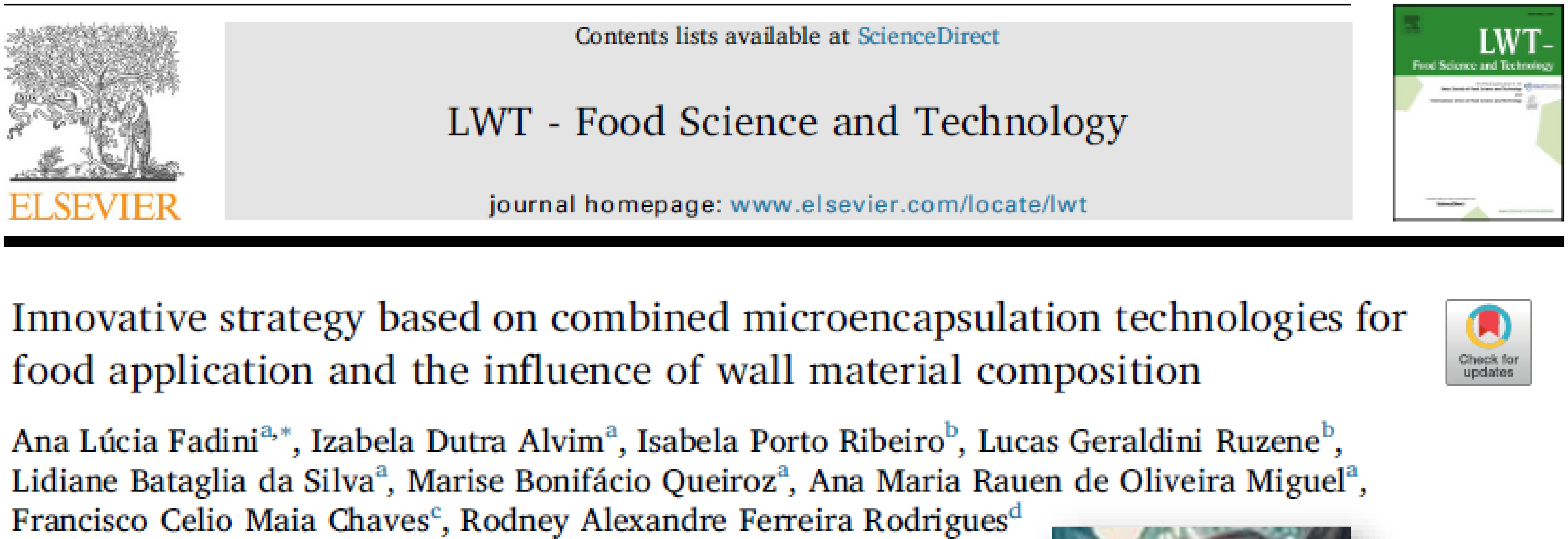


SPRAY DRYING



SPRAY CHILLING

EXEMPLOS



Contents lists available at ScienceDirect

LWT - Food Science and Technology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/lwt

Innovative strategy based on combined microencapsulation technologies for food application and the influence of wall material composition

Ana Lúcia Fadini[a,*], Izabela Dutra Alvim[a], Isabela Porto Ribeiro[b], Lucas Geraldini Ruzene[b], Lidiane Bataglia da Silva[a], Marise Bonifácio Queiroz[a], Ana Maria Rauen de Oliveira Miguel[a], Francisco Celio Maia Chaves[c], Rodney Alexandre Ferreira Rodrigues[d]

LWT - Food Science and Technology 91 (2018) 345–352
https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.071

EXEMPLOS

Melhorar perfil nutricional de produtos de “confectionery”

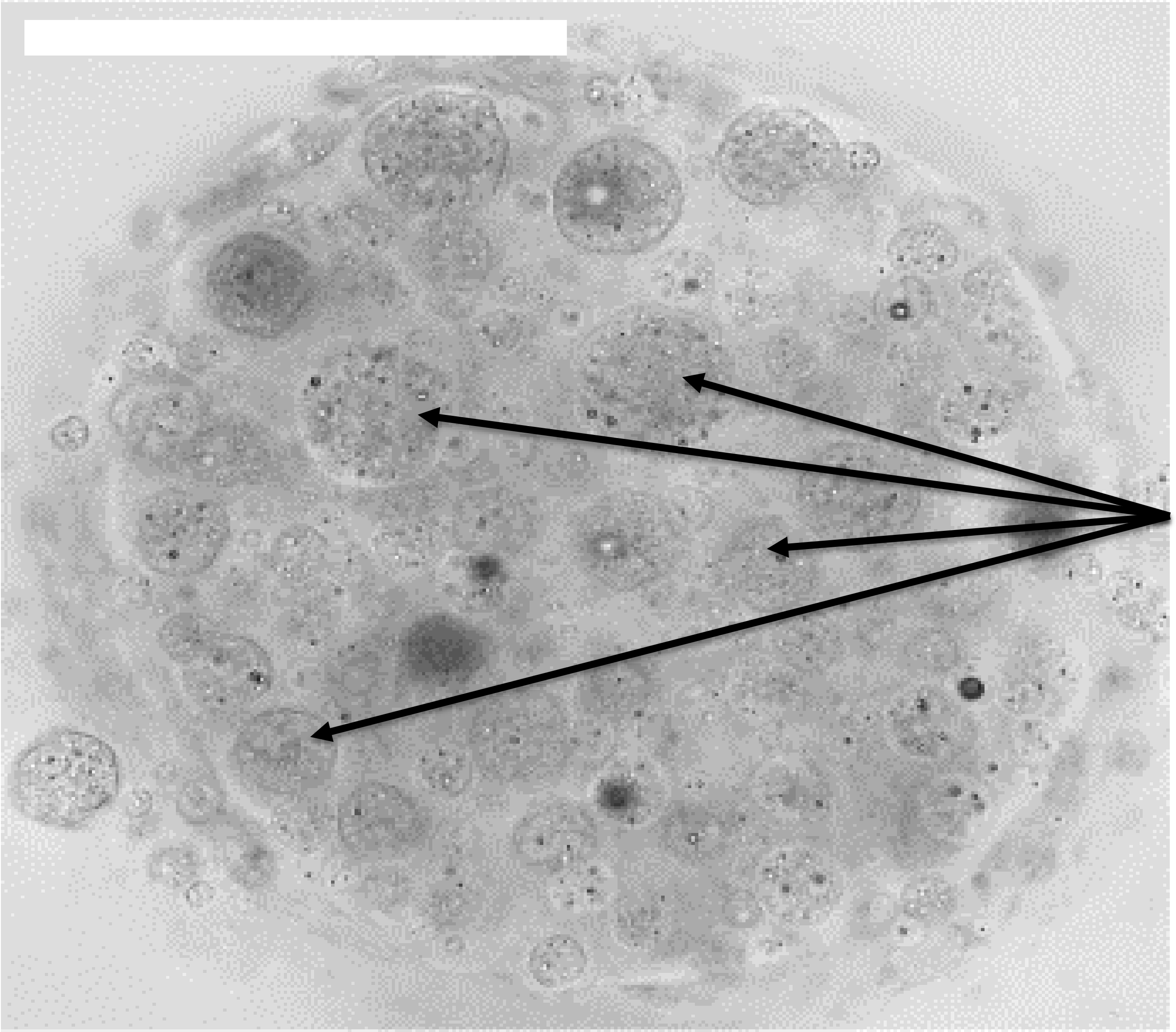
ÓLEO DE PESCADO - FUENTE DE OMEGA-3

+

RICH IN OMEGA 3

MICROENCAPSULAÇÃO

EXEMPLOS



Parede:
matriz lipídica
spray-chilling

Recheio:
micropartículas
obtidas por
spray-drying

EXEMPLOS

Análise sensorial

Teste de consumidor

Aceitação

120 consumidores

0 – 9

(olor, aroma, sabor, textura e impressão global)

> 6.0 👍

8,0

https://www.lojacasadesaron.com.br

7,5

EXEMPLOS

CARACTERIZAÇÃO, PERFIL DE LIBERAÇÃO (*IN VITRO*) E APLICAÇÃO DE MICROPARTÍCULAS CONTENDO ANTOCIANINAS DO HIBISCO (*HIBISCUS SABDARIFFA* L.), OBTIDAS POR GELIFICAÇÃO IÔNICA

Silvia Moura: http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/332547

EXEMPLOS

Colorante natural,
ntioxidante

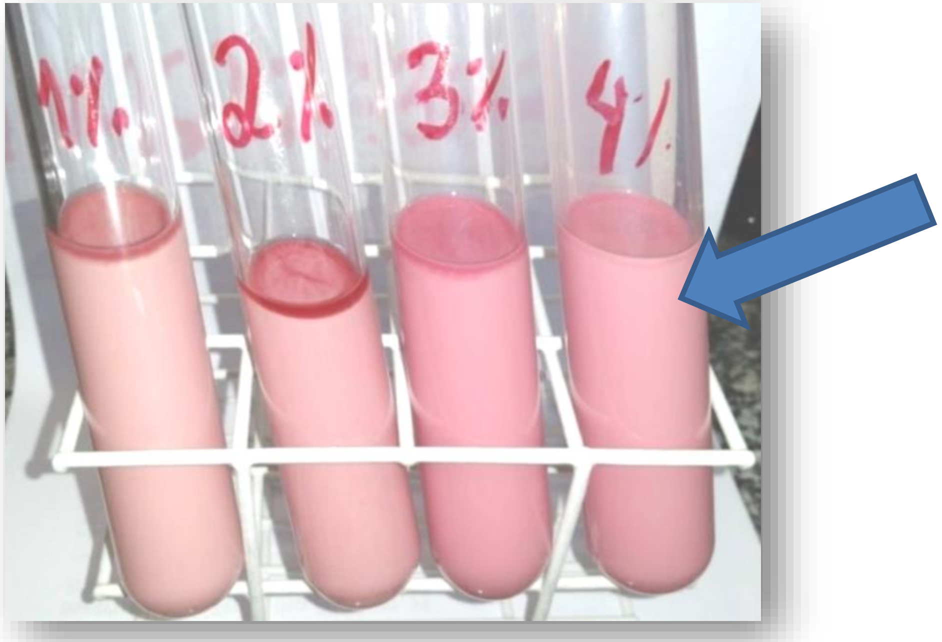
Baixa estabilida mudança
de cor

Perda sensorial

MICROENCAPSULAÇÃO

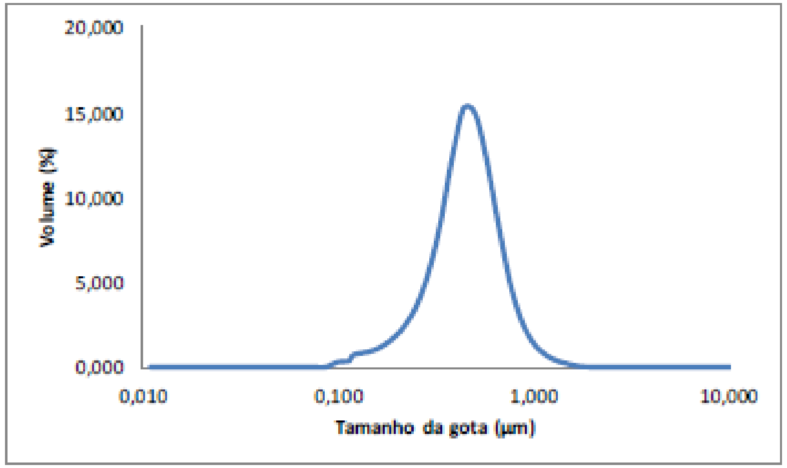
FASE 1 – EMULSÃO

EXTRATO EM ÓLEO (A/O)



PasteCell

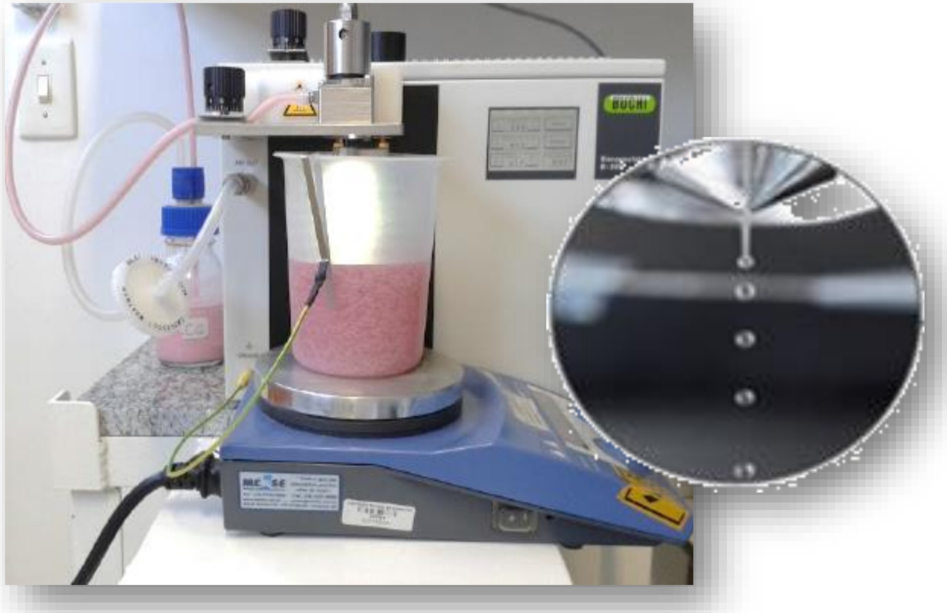
Partica LA950 V2

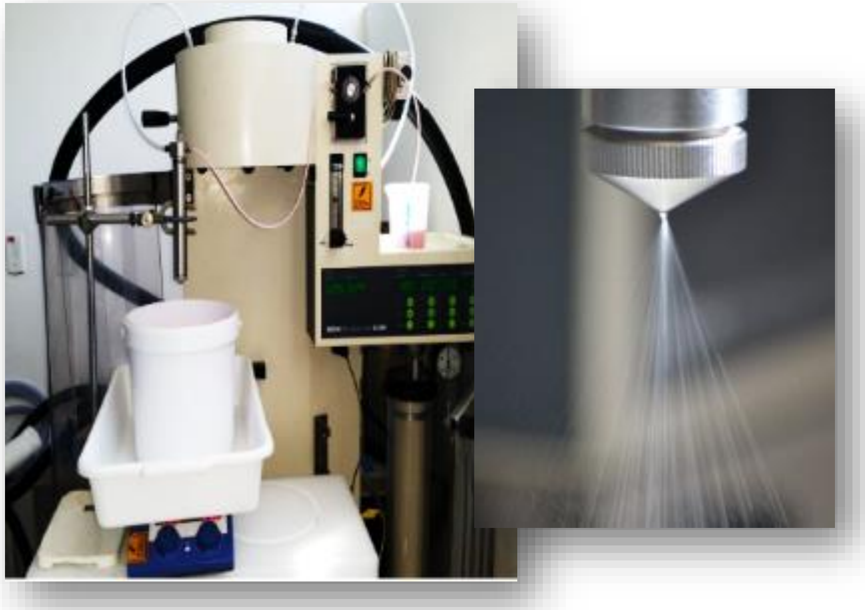


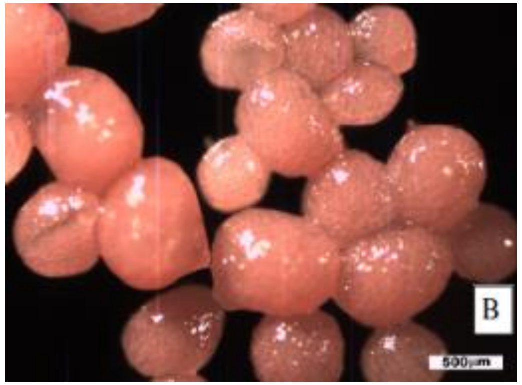
$$D_{[3,2]} = \frac{\sum n_i d_i^3}{\sum n_i d_i^2}$$

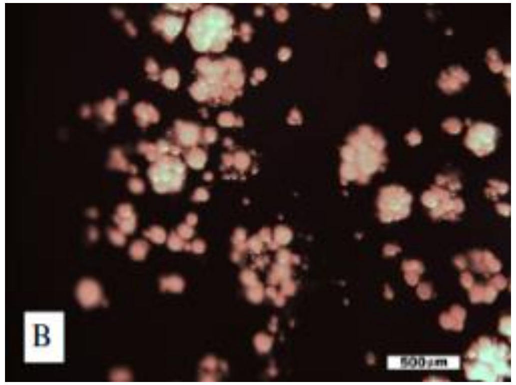
$$PDI = \frac{d_{90} - d_{10}}{d_{50}}$$

FASE 2 – ENCAPSULAÇÃO

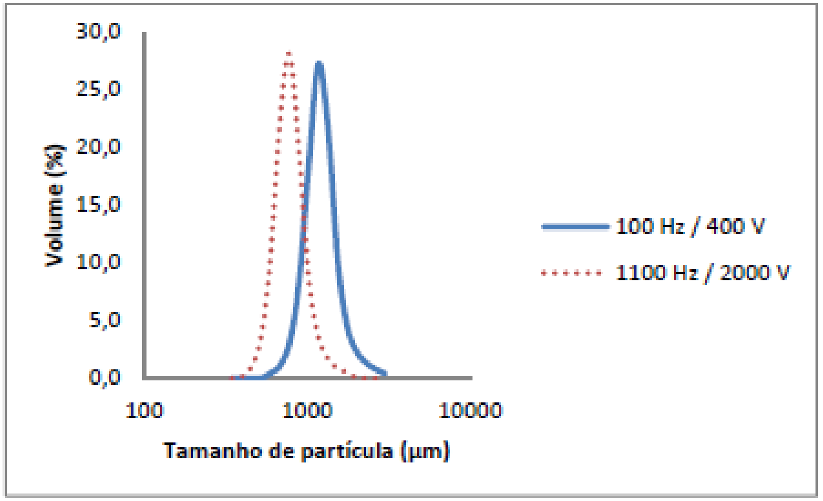


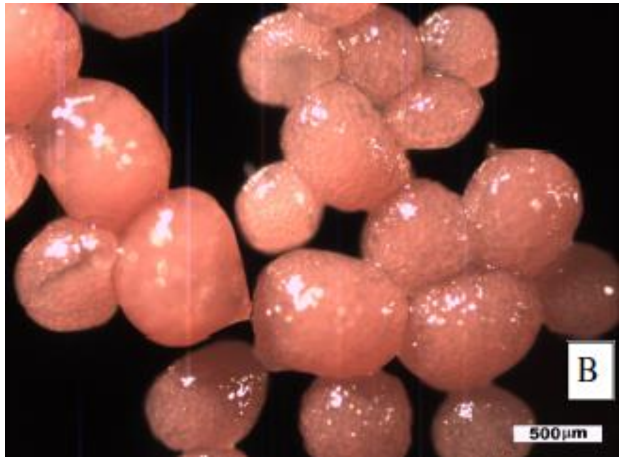


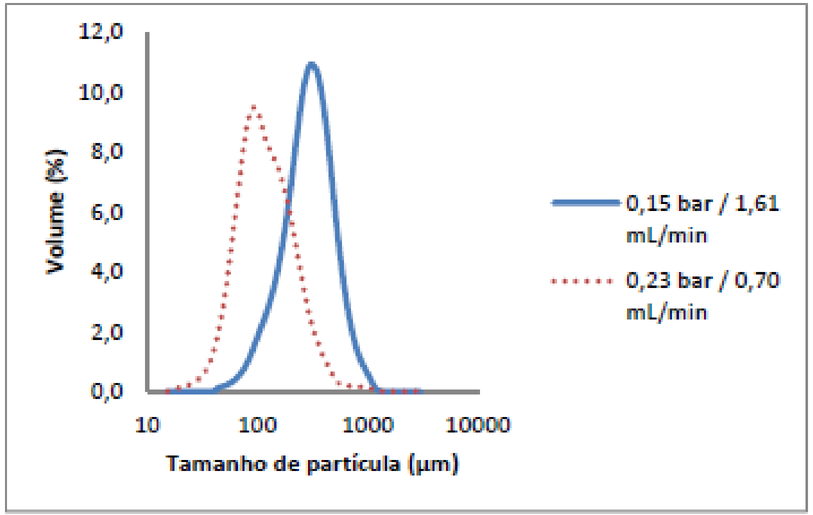


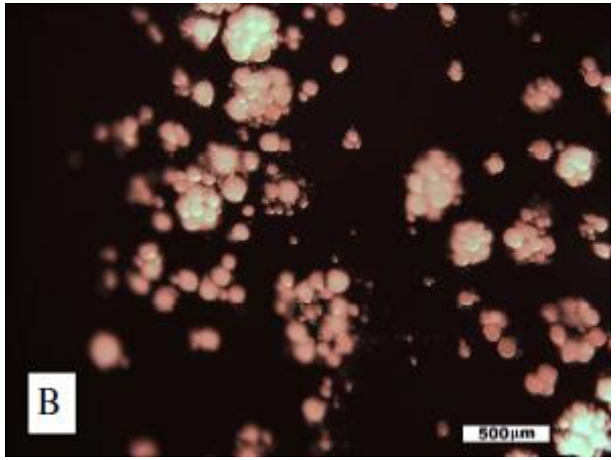


FASE 2 – ENCAPSULAÇÃO

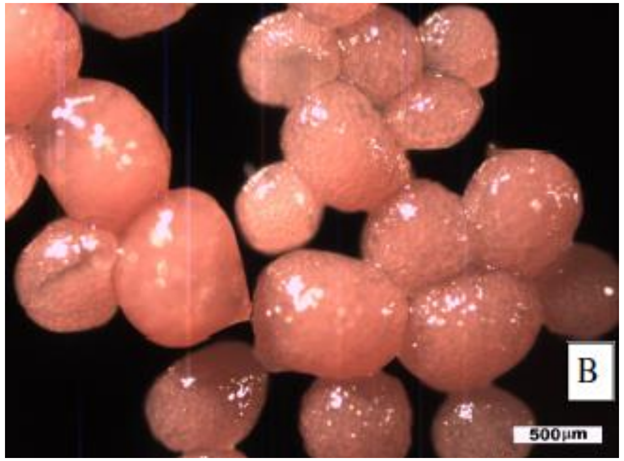


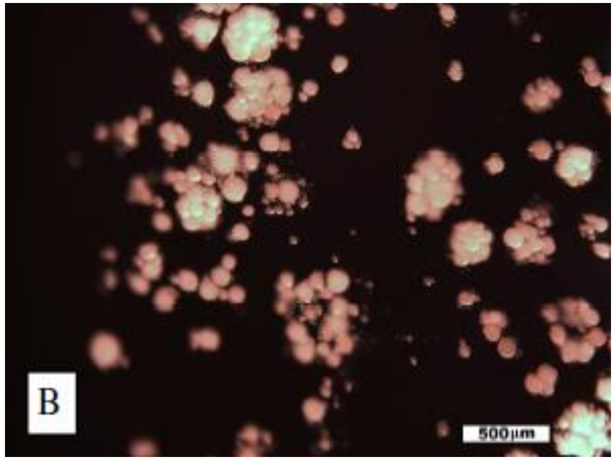






FASE 3 – APLICAÇÃO E SENSORIAL





EXEMPLOS

SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

J Food Sci Technol (August 2019) 56(8):3561–3570
https://doi.org/10.1007/s13197-019-03908-1

REVIEW ARTICLE

Microencapsulation of green tea polyphenols by ionic gelation and spray chilling methods

Camila Sampaio Cutrim[1] · Izabela Dutra Alvim[2] · Marco Antonio Sloboda Cortez[1]

CEREAL CHOCOTEC

uff
Universidade Federal Fluminense

ITAL
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

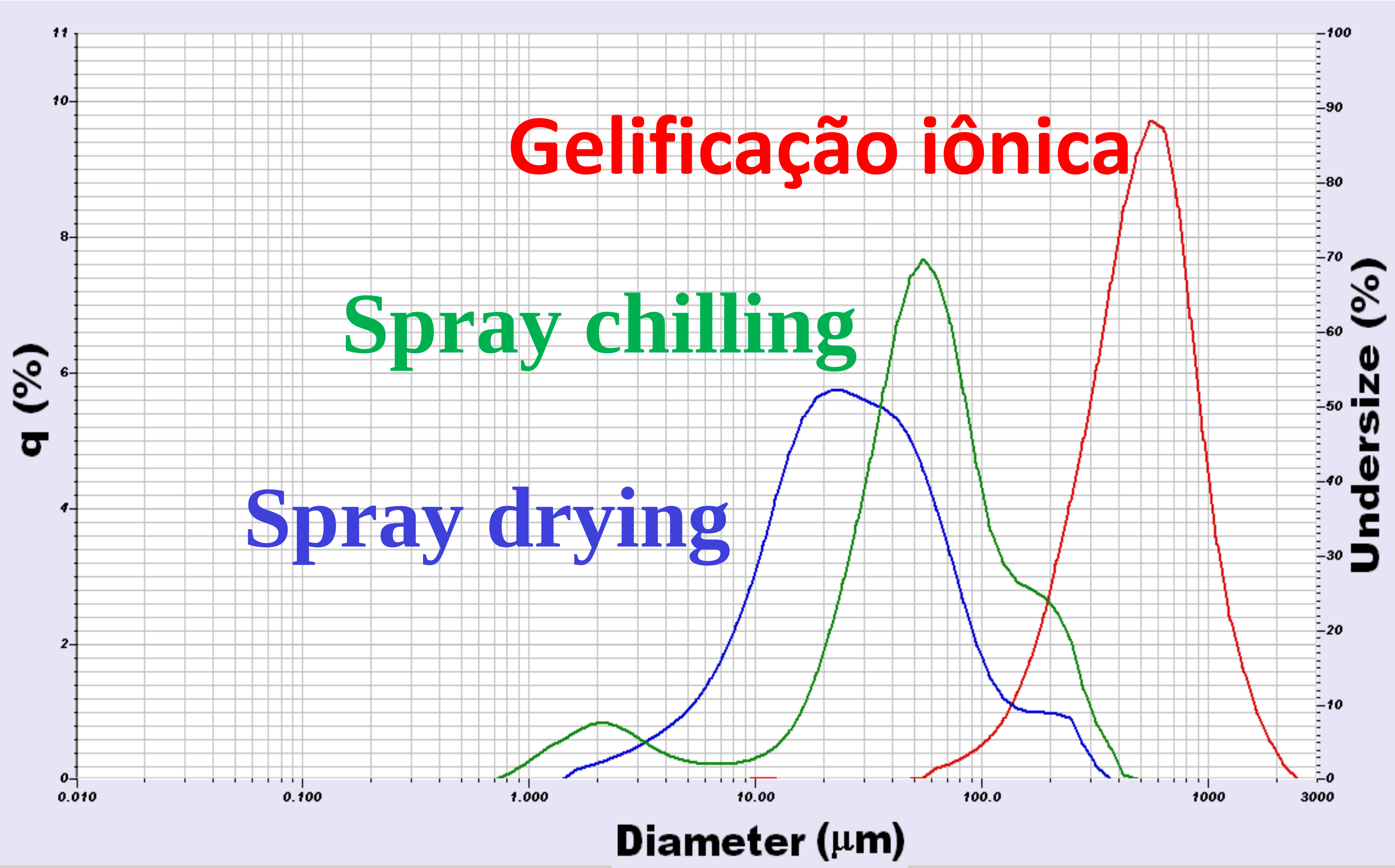
EXEMPLOS

Extrato de chá verde em pó
Rico em polifenóis

Amargor / adstringência
Reação com proteínas

MICROENCAPSULAÇÃO

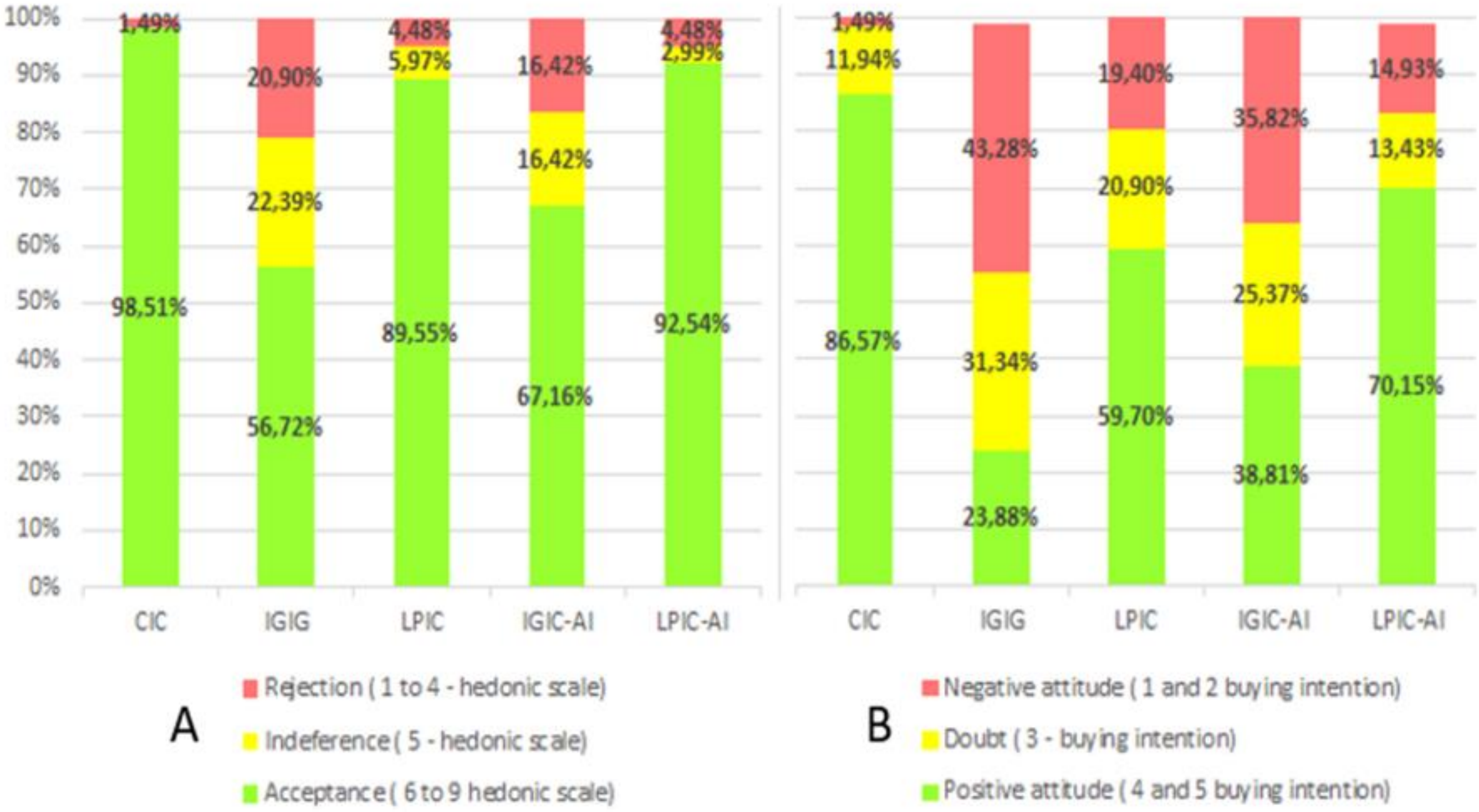
EXEMPLOS



Samples	D_{50} (µm)
GTEP	26.96 ± 0.31
LMP	55.19 ± 1.58
IGMP	513.53 ± 11.37

EXEMPLOS

Análise sensorial - sorvete



That's all Folks!

OBRIGADA PELA ATENÇÃO!!

SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO

Obrigado(a)!

Nossas páginas:
https://ital.agricultura.sp.gov.br/
http://www.alimentosprocessados.com.br/
http://bjft.ital.sp.gov.br/

Izabela Dutra Alvim
Pesquisadora
Telefone: (19) 3743-1965
E-mail: izabela@ital.sp.gov.br