



PRODUÇÃO DE MASSA DE CACAU

Profa. Dra. Cynthia Ditchfield



MOAGEM



Processos mecânicos de redução de tamanho



Quebra das partículas em fragmentos menores



Forças de contato deformam a partícula gerando tensão interna



Fratura



MOAGEM

 Número e direção fraturas determinam:

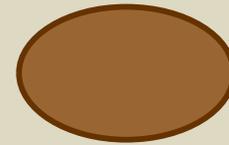
 Formato

 Tamanho

 Características de superfície

 Energia liberada pela quebra $>$ energia gerada pela superfície

 Resposta da partícula à força de contato



MOAGEM



 Amêndoas de cacau

 Material não é frágil

 Estrutura fibrosa

 Perda gradual da integridade

 Aplicação de cisalhamento

 Limite de redução de tamanho



MOINHO DE FACAS



MOINHO DE PINOS



MOINHO DE DISCOS



PRÉ-REFINO



Fonte: BÜHLER, 2012c



TORRADOR MASSA

 Melhor homogeneidade do produto

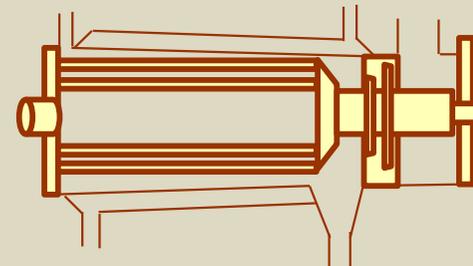
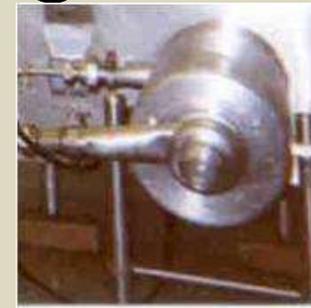
 Temperaturas de (110-140) °C

 Tempo de 1 – 2 min

 Trocador de calor de superfície

raspada

 Vapor/Água quente (troca indireta)



MOINHO DE BOLAS

Fonte: IDEOTECNICA, 2012

Fonte: AMP-ROSE, 2018



stainless steel grinding jar and ball



Fonte: CHANGSHA LANGFENG, 2018

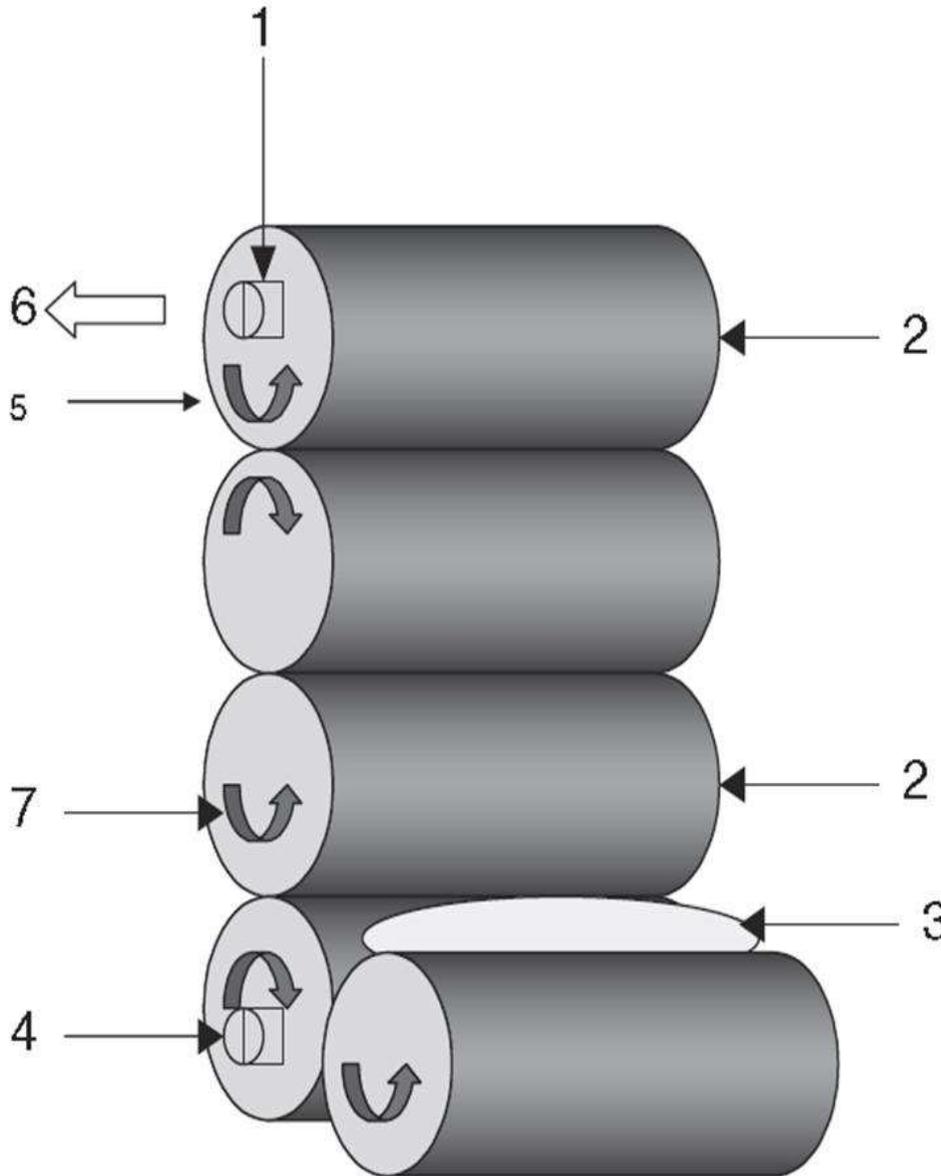
Fonte: DUYVIS-WIENER, 2018



REFINO



REFINO



1. Pressão nos rolos
2. Filme de chocolate
3. Alimentação do chocolate
4. Pressão do rolo de alimentação
5. Rolo fixo
6. Saída de chocolate no raspador
7. Movimento dos rolos



REFINO



$$S_0 = \frac{2m'}{\rho(v_i + v_{i+1})b}$$

Em que :

S_0 = tamanho da partícula/espessura entre rolos

m' = vazão mássica

ρ = densidade do chocolate

v = velocidade dos rolos

b = comprimento dos rolos



REFINO

 Geração de calor por dissipação viscosa (S_v)

$$S_v = \mu_{ap} \left(\frac{v_b}{b} \right)^2 [J.m^{-3}.s^{-1}]$$

Em que :

μ_{ap} = viscosidade aparente

v_b = velocidade linear do rolo = ΩR

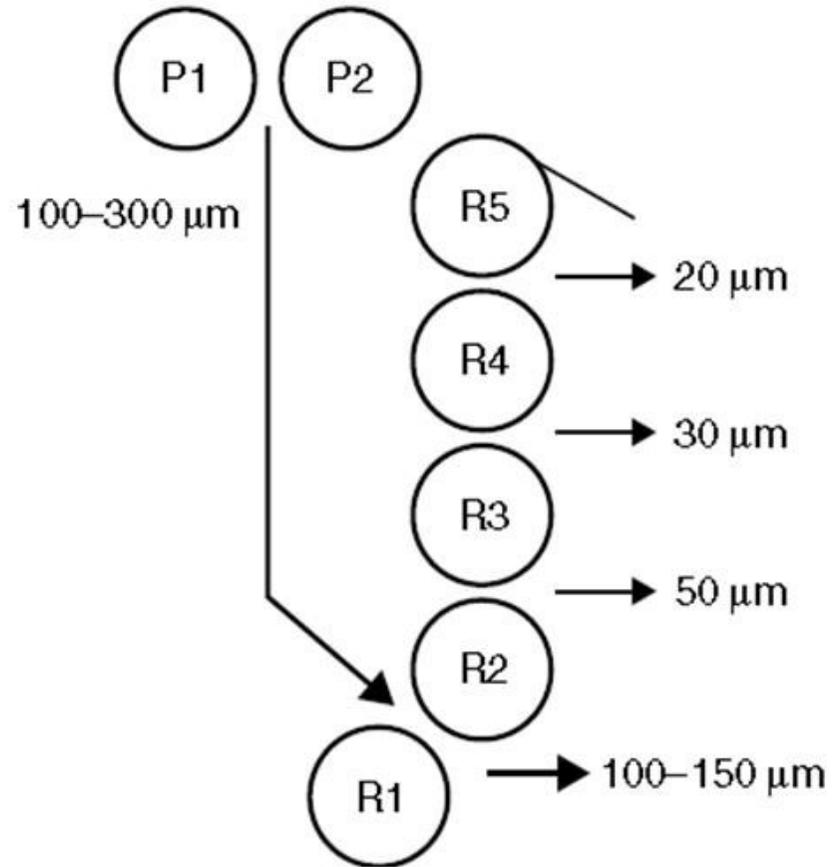
Ω = velocidade de rotação do rolo

R = raio do rolo

b = distância entre os rolos



REFINO



REFINO

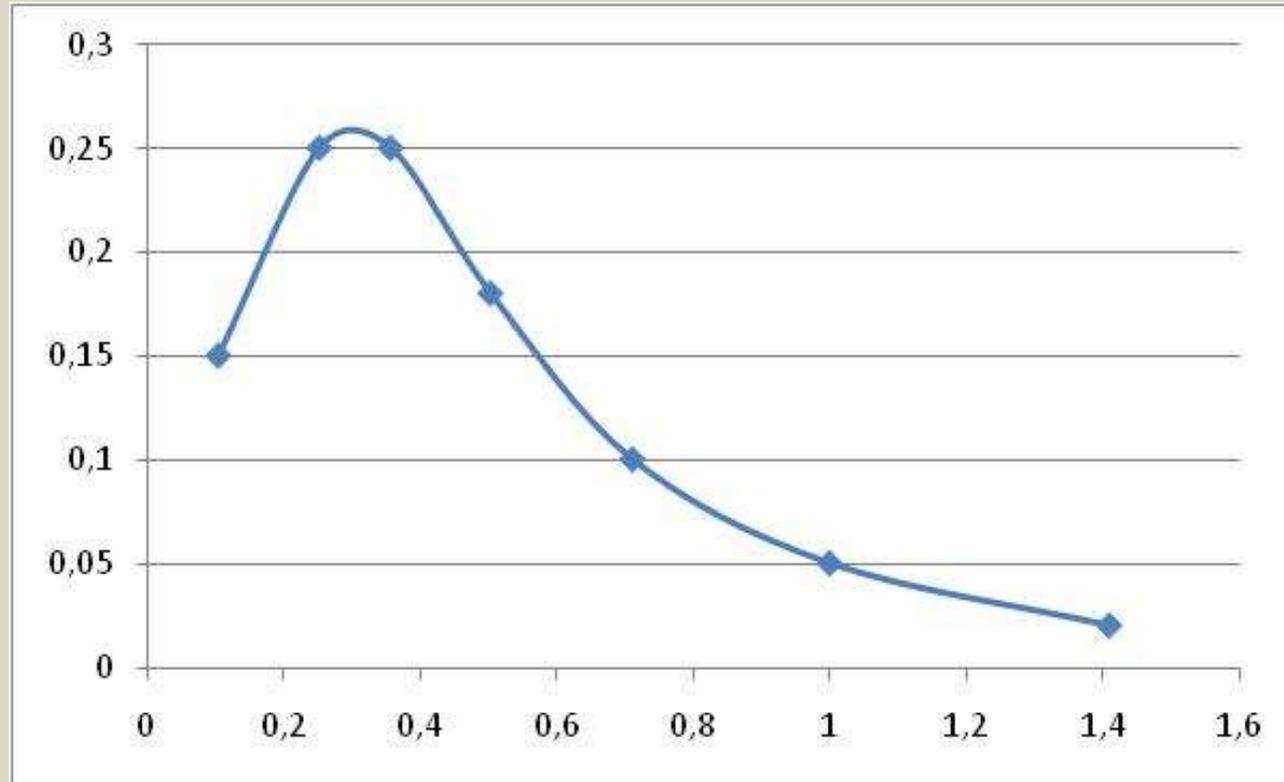


Rolo	Velocidade (RPM)	Distância entre rolos (μm)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
R1	<58	100-150	35-40
R2	58	50	35-40
R3	155	30	42-48
R4	268	20	50-60
R5	380		35-40

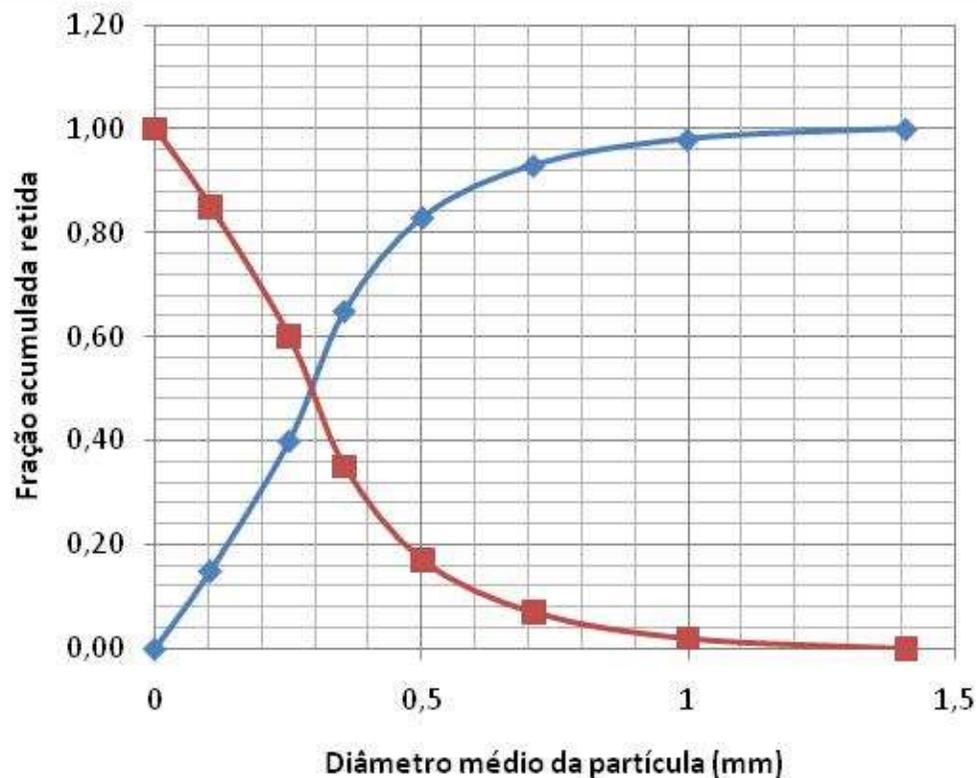
Fonte: ZIEGLER, HOGG, 2009



DISTRIBUIÇÃO DAS PARTÍCULAS



DISTRIBUIÇÃO DAS PARTÍCULAS



- ◆— Fração ponderal acumulada com tamanhos menores que a abcissa correspondente
- Fração ponderal acumulada com tamanhos maiores que a abcissa correspondente



DISTRIBUIÇÃO DAS PARTÍCULAS

$$\bar{d}_p = \frac{1}{\sum_i \frac{x_i}{d_{p_i}}}$$



REFERÊNCIAS

AMP-ROSE Moinho de bolas. Disponível em:

<https://www.amp-rose.com/machine/wiener-w1s-laboratory-ball-mill/>. 2018

BÜHLER Tratamento térmico por vapor. Disponível em:

http://www.buhlergroup.com/global/en_products_debacterizing-system-debac.htm .

2012a.

BÜHLER Torrador contínuo. Disponível em:

<http://www.buhlergroup.com/global/en/products/roastar-vertical-roaster.htm> . 2012b.

BÜHLER Pré-refinador. Disponível em:

<http://www.buhlergroup.com/global/en/products/prefiner-d.htm> . 2012c.

CHANGSHA LANGFENG Moinho de bolas. Disponível em:

https://wholesaler.alibaba.com/product-detail/4L-Planetary-Ball-Mill-with-CE_60243356174.html. 2018.

DUYVIS-WIENER Moinho de bolas. Disponível em:

<https://duyviswiener.com/chocolate-processing/laboratory-mills/>. 2018.



REFERÊNCIAS

GOEPFERT, J. M.; BIGGIE, R. A. Heat Resistance of *Salmonella typhimurium* and *Salmonella senftenberg* 775W in Milk Chocolate, **Applied Microbiology**, v.16, n. 12, p. 1939-1940, 1968.

IDEOTECNICA Moinho de bolas. Disponível em:

<http://www.ideotecnica.com/interna.php?l=en&id=168> . 2012.

JND Torrador contínuo para *nibs*. Disponível em:
<http://www.jnd.co.uk/CmsTheme/LangleyHoldingsWebsite/Page/SearchList.aspx?q=drum+roaster> . 2012.

KAMPHUIS, H. J. Production and quality standards of cocoa mass, butter and powder. In: BECKETT, S. T. (Ed.). **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. Blackwell Publishing Ltd, Fourth Edition, Oxford, 2009. p. 121-141.

ZIEGLER, G. R.; HOGG, R. Particle size reduction In: BECKETT, S. T. (Ed.). **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. Blackwell Publishing Ltd, Fourth Edition, Oxford, 2009. p. 142-168.

