

CHR HANSEN

Improving food & health

Nova abordagem sobre ‘Rendimento na Fabricação de Queijos’



Sérgio Casadini Vilela

Rendimento em Queijos

Maneiras de expressar:

1 - litros por Kg 10,2 L / Kg

“o volume de leite necessário para produzir 1 kg de queijo”

2 - “a quantidade de queijo produzida com um determinado volume de leite”

a) : Kg queijo / 100 litros de leite

b) : Kg queijo / 100 Kg de leite >>>> (%)

RENDIMENTO

RENDIMENTO ECONÔMICO - o controle de “litros de leite/ Kg de queijo”
(auxilia cálculo dos custos)

RENDIMENTO TÉCNICO - controle mais amplo no qual se considera a
composição do leite, composição do soro, e a transferência dos
constituintes do leite para o queijo.

Histórico/Evolução:

- ❖ Van Slyke e Price (1949)
- ❖ Guerault (1958): Coeficiente G
- ❖ Maubois e Mucquot (1971)
- ❖ Emmons e col. (1990)
- ❖ Estudo publicado pela Federação Internacional de Laticínios (FIL-1991)

$$R = (G \cdot Kg) + (C \cdot Kc) + [S + H + (H_{fes} \cdot SL) / (1 - SL)] \cdot R$$

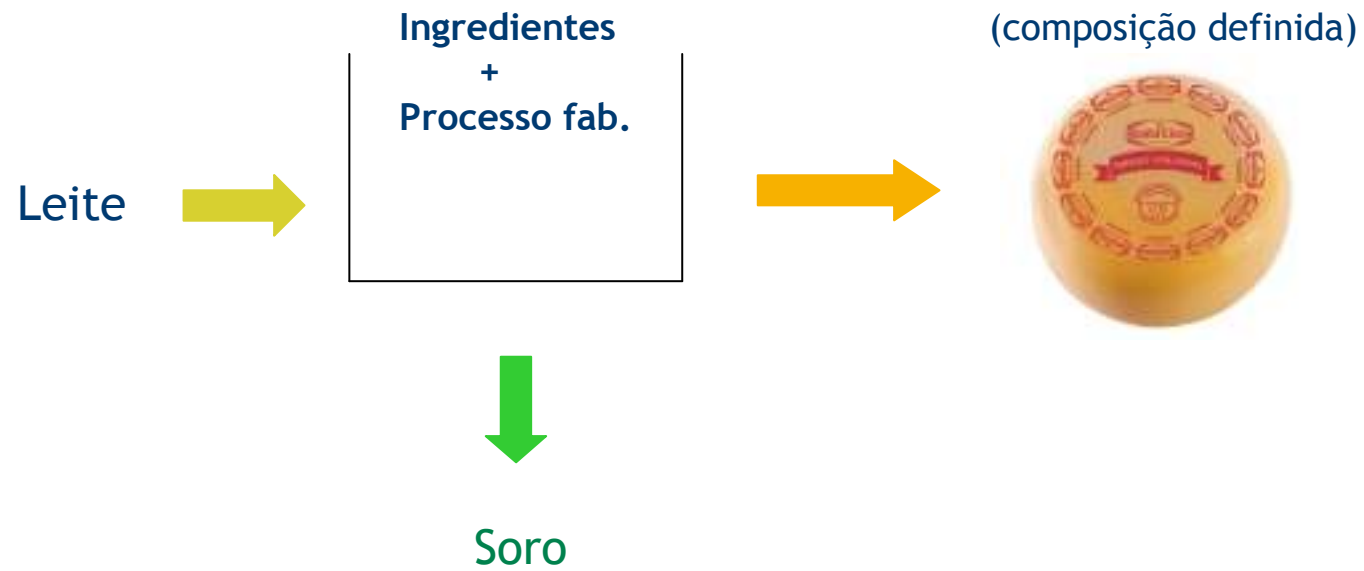
Cálculo iterativo (Emmons et al. 1991)

$$R = (G \cdot Kg) + (C \cdot Kc) + [S + H + (H_{fes} \cdot SL) / (1 - SL)] \cdot R$$

Interação	R suposto	R calculado
1	12.0	12.4
2	12.4	12.6
3	12.6	12.7
4	12.7	12.8
5	12.8	12.8

Conclusão: em um processo 100% eficiente deveríamos obter 12.8 kg/ 100 kg de leite

Reflexão:



Rendimento - “Fatores Interferentes”

- Composição do leite



- Eficiência do processo / perdas



- Composição final do queijo



Composição (%) do leite de vaca

Proteínas	3,1
<i>(Caseínas)</i>	<i>(2,4)</i>
<i>(Prot. do soro)</i>	<i>(0,6)</i>
<i>(NNP)</i>	<i>(0,1)</i>
Gordura	3,4
Lactose	4,7
Minerais	0,9
Sólidos totais	12,1

Rendimento

Recuperação (%) de gordura no queijo Cheddar, em função da contagem de células somáticas e do tempo de refrigeração do leite.

células somáticas/ml	leite refrigerado 1 dia		leite refrigerado 5 dias	
	soro	queijo	soro	queijo
55.000	6.33	92.46	6.69	91.89
408.000	6.72	92.06	7.58	91.09
814.000	6.85	91.86	7.43	91.14

* Adaptada de Barbano (1993)

Rendimento

Recuperação de proteína no queijo Cheddar, em função da contagem de células somáticas e do tempo de refrigeração do leite.

células somáticas/ml	leite refrigerado 1 dia	leite refrigerado 5 dias
55.000	74,7%	74,2%
408.000	73,0%	72,2%
814.000	73,0%	72,3%

** Adaptada de Barbano (1993)*

Efeito do aumento do teor de caseína no leite desnatado sobre o rendimento de um queijo elaborado com o mesmo leite.

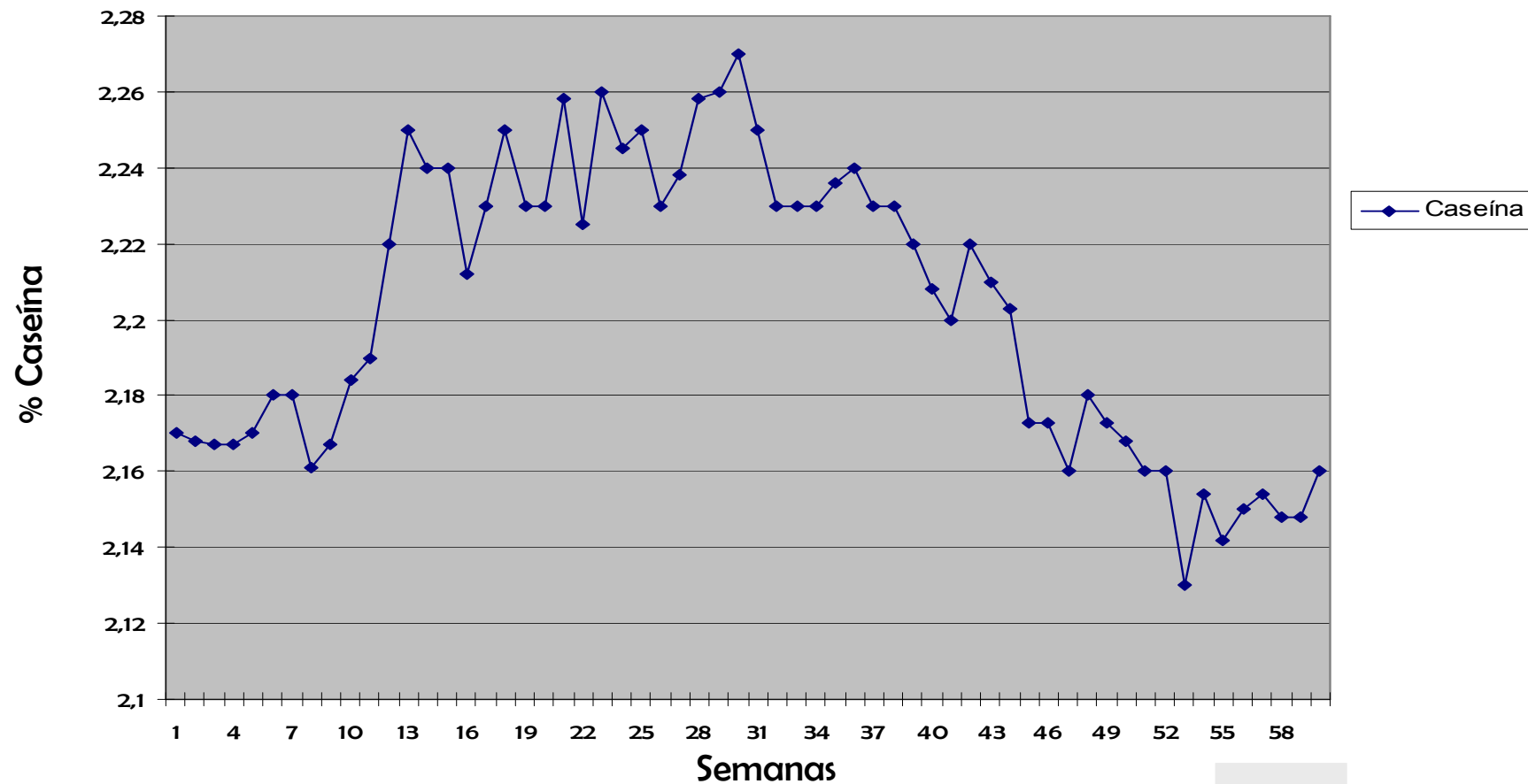
% caseína no LD	(Kg de queijo/ 100 Kg LD)	Umidade do queijo Kg (%)	
2,55	6,39	3,13	49,0
2,68	6,69	3,26	48,7
2,80	7,00	3,42	48,9
2,93	7,39	3,63	49,2
3,06	7,64	3,74	48,9
3,19	7,97	3,90	48,9

Gilles & Lawrence, 1985 (New Zealand)

1 Kg caseína >>> aprox. 2,5 Kg de queijo

MATÉRIA-PRIMA

▼ Variação anual da caseína



Ex. % caseína do leite

Ex. Uma Indústria de 100.000 litros/dia : com rendimento de 9,5 L/Kg

$$100.000 \text{ litros} / 9,5 = 10.526 \text{ Kg de queijo}$$

Se caseína do leite: 2,3% $\longrightarrow$ 2,4% = 0,1% mais

$$100.000 \text{ L} \times 0,1\% = 100 \text{ Kg de caseína}$$

Sabe-se que: 1 Kg caseína $\longrightarrow$ >>>> 2.5 kg queijo
teremos aprox. 250 Kg mais de queijo

$$\text{Assim: } 10.526 \text{ Kg} + 250 \text{ Kg} = 10.776 \text{ Kg de queijo}$$

$$100.000 \text{ litros} / 10.776 \text{ Kg} = 9,28 \text{ L /kg}$$

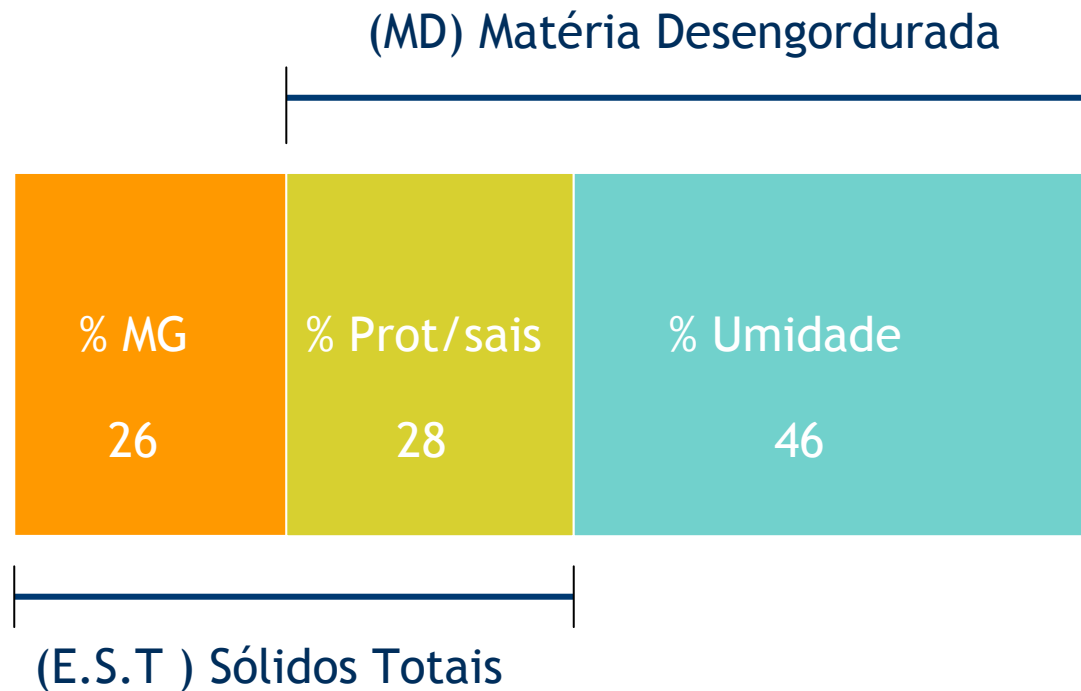
Rendimento: Fatores Diretos

Efeito do aumento do conteúdo de gordura no leite, pela adição de creme (72% MG), sobre o rendimento e a composição do queijo final.

% Gord. do leite	(Kg queijo/ 100 Kg leite)	Gordura (Kg)	(%)	Umidade (Kg)	(%)	UMD (%)
0,07	6,61	0,04	0,54	3,23	48,9	49,2
0,5	7,06	0,47	6,74	3,27	46,3	49,6
1,0	7,51	0,91	12,11	3,29	43,8	49,8
2,0	8,59	1,81	21,05	3,49	40,6	51,4
3,0	9,59	2,66	27,70	3,61	37,6	52,0
4,0	10,75	3,66	34,00	3,81	35,4	53,6

Gilles & Lawrence, 1985 (New Zealand)

???? Umidade na Matéria Desengordurada ????



$$\% \text{ UMD} = \frac{\% \text{ Umidade} \times 100}{100 - \% \text{ MG}}$$

$$\% \text{ UMD} = 62.16\%$$

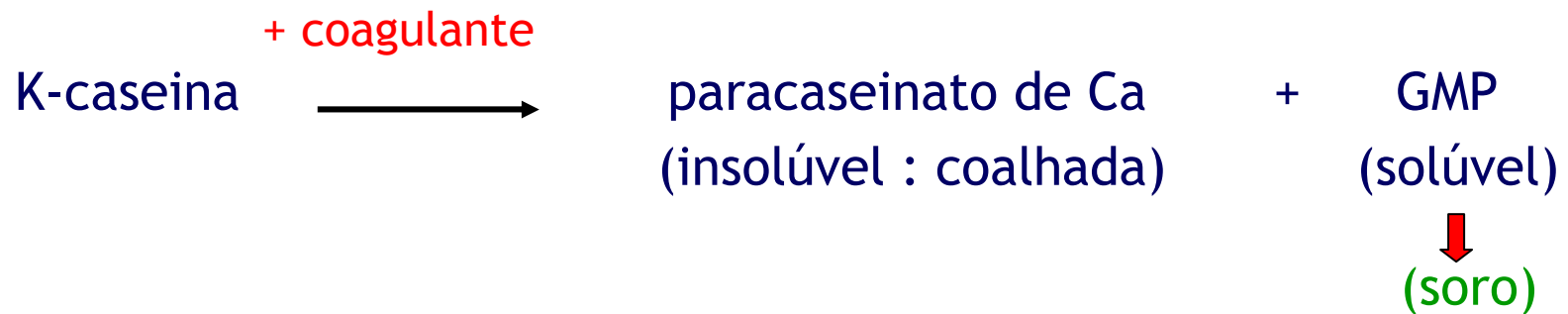
A Coagulação Enzimática do Leite

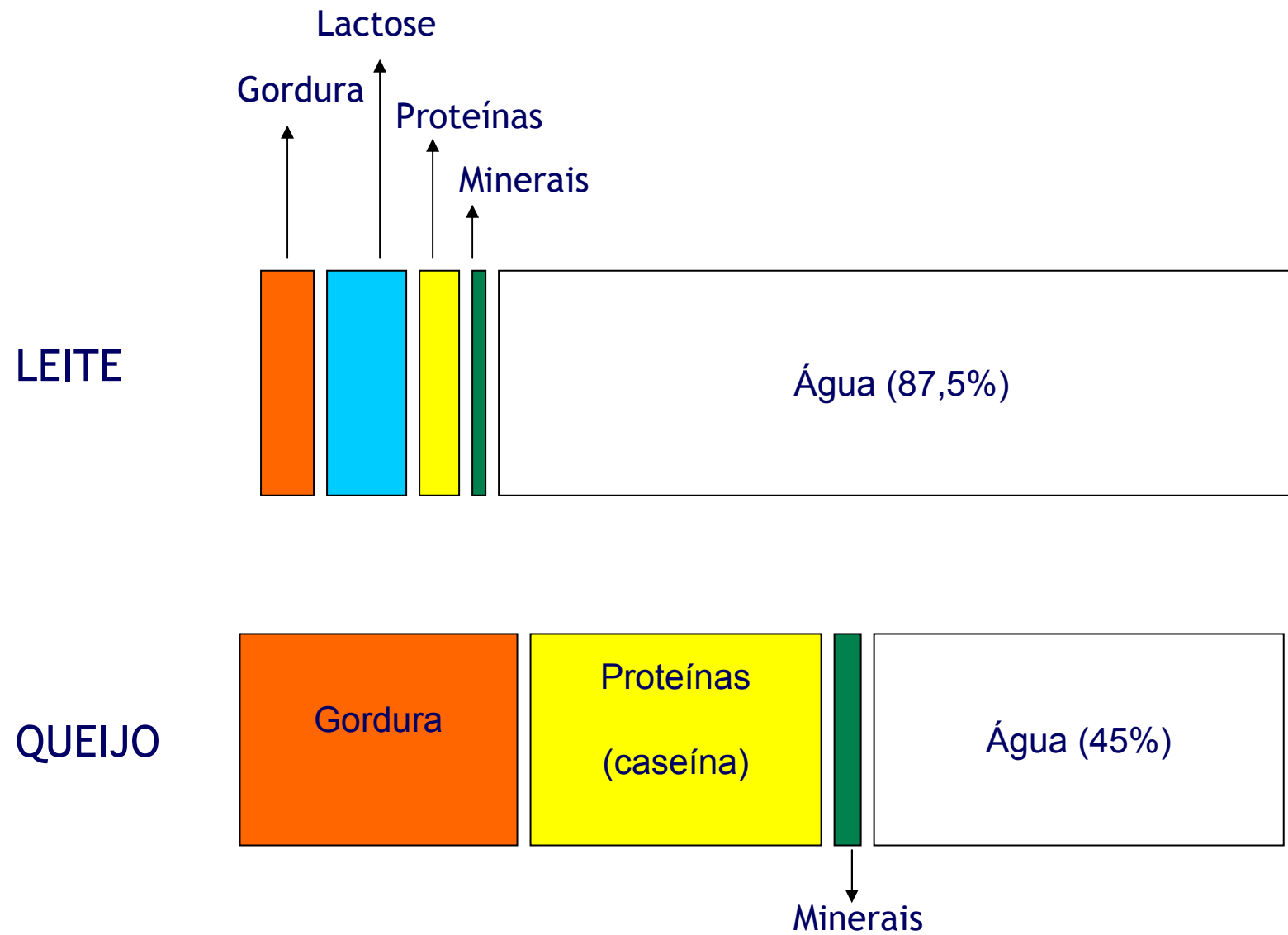
K-caseína

quimosina



1..... His-Leu-Ser-Fen-Met-Ala-Ile-169
(105) (106)





Cifras de Transição

DISTRIBUIÇÃO DOS SÓLIDOS DE 100 KG DE LEITE ENTRE UM QUEIJO SEMI-DURO E O SORO			
Componente	Leite	Queijo	Soro
Proteína	3.1 kg	2.3 kg (74.2%)	0.8 kg (25.8%)
Gordura	3.4 kg	3.1 kg (91.2%)	0.3kg (8.82%)
Lactose	4.7 kg	0.2 kg (4.25%)	4.5 kg (95.7%)
Minerais	0.9 kg	0.5 kg (55.5%)	0.4 kg (44.5%)
Sólidos Totais	12.1 kg (100%)	6.1 kg (~50 %)	6.0 kg (~50%)

▼ Controle de Finos no soro

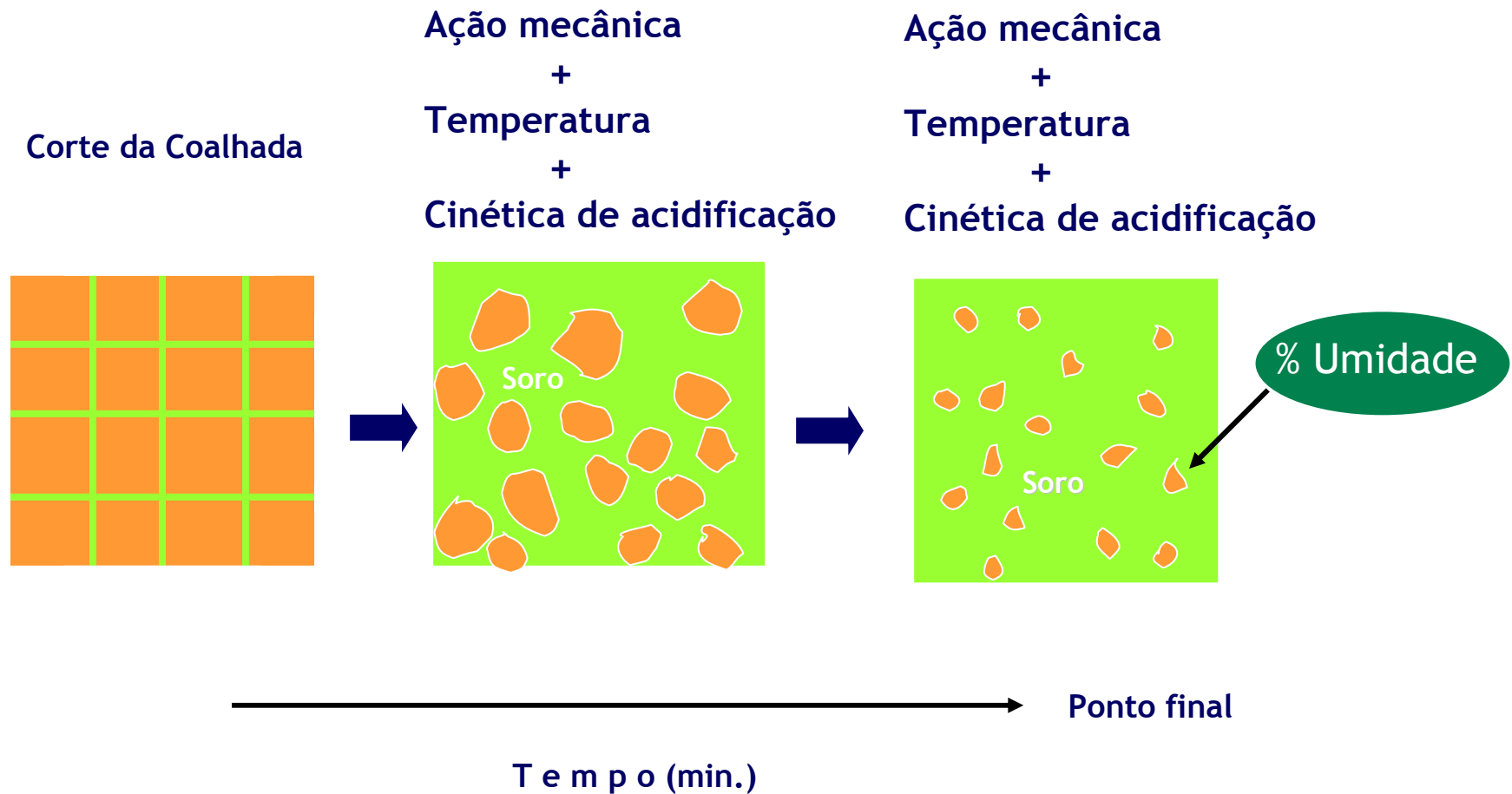


IDEAL : $< 0,5\%$ / peso queijo

0,5 kg / 100 kg queijo

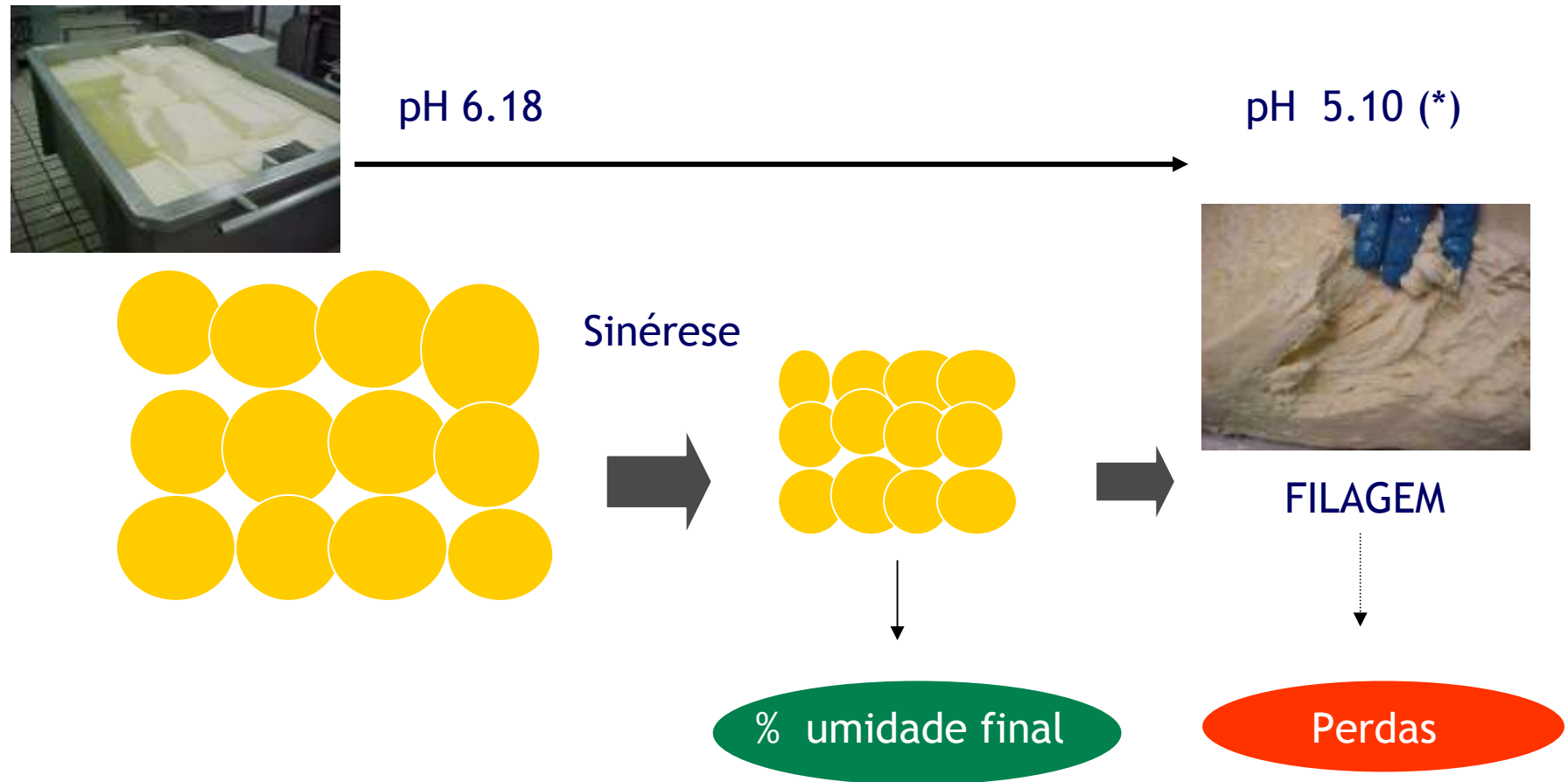
0,5 kg / 1.000 L leite

Sinérese (contração grão/expulsão soro)



Mussarela

Cinética de Acidificação: (DVS x Fermento repique)



PROCESSOS

- ▼ Ex.: Aumento de 0,5% de umidade, em uma produção diária de 100.000 L, rendimento de 10 L/kg, umidade de 42%.

$$\text{Rend. Ajustado} = \text{Rend. atual} \times \frac{(100 - \text{Umidade ajustada})}{(100 - \text{Umidade atual})}$$

$$\text{Rend. Ajustado} = 10 \times \frac{(100 - 42,50)}{(100 - 42,00)} = 9,91$$

- ▼ 100.000 L / 10 = 10.000 kg queijo
- ▼ 100.000 L / 9,91 = 10.090 kg queijo
+ 90 kg de queijo

Efeito da temperatura de Pasteurização - Média de 35 experimentos

	72°C/ 16s	85°C/ 60s	90°C/ 60s
Rendimento (%)	10,88	11,67	11,87
Rendimento (%) (*)	10,75	11,14	11,17
Proteína retida queijo (%)	76,62	81,89	83,69
Umidade queijos (%)	35,94	38,08	38,88

(*): Umidade ajustada para 35%

Banks et al, 1993 (Escócia)

PROCESSOS

▼ Comparação de rendimento:

Rendimento de 03 fabricações de queijo Prato

Tanque	Umidade %	Rendimento L/kg	Rendimento ajustado
01	41,80	9,70	9,50*
02	43,00	9,50	9,50*
03	44,80	9,20	9,50*

* Umidade ajustada = 43,00%

$$\text{Rend. ajust.} = \text{Rend. Atual} \times \frac{(100 - \text{Umid. ajust})}{(100 - \text{Umid. atual})}$$

Rendimento - Produção Ajustada

Ex: 4 fabricações de um mesmo silo de 20.000 litros

Fab	Prod.obtida(Kg)	Umid.(%)	PA (Prod. ajustada,Kg)
A	526	44,50	516
B	530	44,80	517
C	515	43,40	515
D	510	43,00	514

$$Prod.ajus = Prod.obtida \times \frac{(100 - Umd.atual)}{(100 - Umd.ajus)}$$

Umidade ajust. = 43.40%

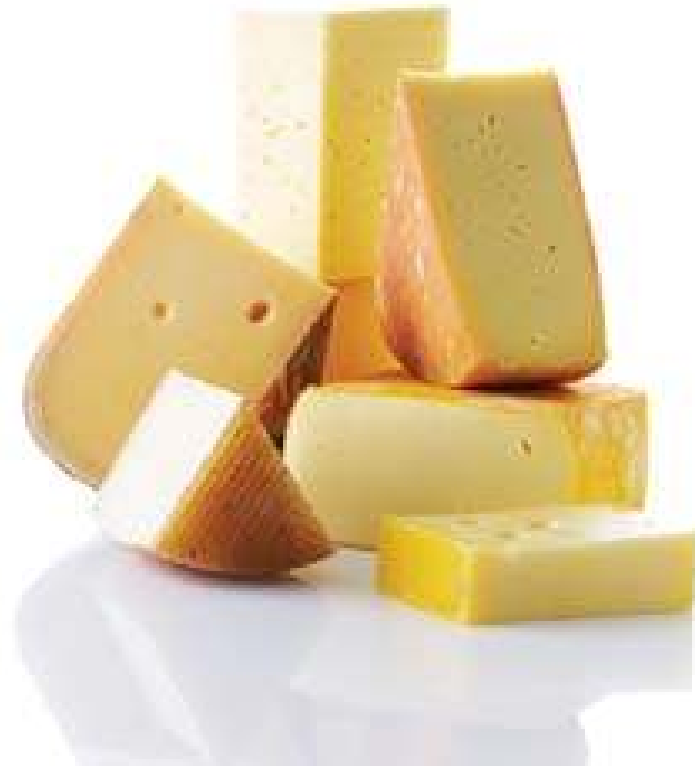
Recomendações...

- ▼ Monitorar não apenas o rendimento econômico L/kg, considerar também as cifras de transição;
- ▼ Monitorar % de caseína do leite;
- ▼ Valorizar o conteúdo de caseína do leite, utilizando-o como base para o pagamento por qualidade;
- ▼ Monitorar o rendimento de cada tanque;
- ▼ Diminuir a variabilidade no processo para garantir uma composição próxima ao padrão;

OBRIGADO PELA ATENÇÃO

Sérgio Casadini Vilela

brscv@chr-hansen.com



Fórmulas

$$\% \text{ Perda Gord. Soro} = 100 \left[\frac{\text{Kg soro} \times \% \text{ Gord. Soro}}{\text{Kg Leite} \times \% \text{ Gord. Leite}} \right]$$

$$\% \text{ Gord. Recuperada Queijo} = 100 \left[\frac{\text{Kg Queijo} \times \% \text{ Gord. Queijo}}{\text{Kg Leite} \times \% \text{ Gord. Leite}} \right]$$

	A	B
μ (% Gordura no soro)	0,293	0,252
% CT gordura - Queijo	91,17	92,53
% CT proteína - Queijo	80,22	83,99
Rendimento bruto L/kg	10,156	9,928
Rendimento ajustado L/kg (44% umidade)	10,055	9,918