

Gestão da coagulação do leite.

*Medição e sua importância
na fabricação de queijos.*

Propriedades de coagulação do leite

A questão da modelagem da coagulação vem sendo discutida há muitos anos nos países tradicionalmente produtores de queijos. Mais recentemente, passou a fazer parte do receituário queijeiro brasileiro. Mantendo nossa tradição, esta edição do Via Láctea leva aos profissionais da área uma revisão técnica do tema.

A coagulação do leite é uma das 4 etapas essenciais à fabricação de queijos. Além da diversidade de parâmetros envolvidos no processo, ocorrem variações na capacidade de coagulação do leite em função das diferentes espécies leiteiras, que produzem leites com distintas composições e sobretudo com variantes genéticas da caseína. Neste contexto, surge o conceito de avaliação das “Propriedades de Coagulação do Leite – PCL”, um aspecto essencial para determinar o potencial queijeiro de um leite. Afinal, condições favoráveis à coagulação como a taxa de conversão, a firmeza da do gel assim como a sua capacidade de sinérese, têm um efeito positivo em todo o processo de fabricação de queijos e, conseqüentemente, na sua maturação. Portanto, conhecer estes parâmetros para selecionar leites com maior capacidade de coagulação é uma estratégia valiosa para otimização da fabricação de queijos que deve ser rotineiramente considerada na indústria de laticínios.

Vários estudos confirmam que a análise das PCL produz informações relevantes para o processamento, o rendimento e a qualidade geral dos queijos. As PCL correspondem a medidas obtidas com o emprego de equipamentos de coagulação computadorizados, mecânicos ou ópticos que registram a firmeza da coalhada ao longo do tempo - FCt. Tradicionalmente, as PCL são o tempo de coagulação enzimática – TCE em minutos, a firmeza do coágulo a_{30} em milímetros - FC e o tempo de firmeza do coágulo k_{20} , em minutos. A PCL pode, portanto, ser definida como a capacidade do leite, frente a ação enzimática de um agente coagulante,

formar um gel com consistência adequada, no tempo ideal e com boas propriedades de sinérese. Na Figura I temos um diagrama típico gerado por um Formagraph.

Diversas abordagens podem ser utilizadas na determinação da PCL, porém, a mais comumente usada, tanto em nível de pesquisa quanto industrial, é a lactodinamografia. Existem vários equipamentos que podem ser usados para a análise. O método de determinação das propriedades de coagulação do leite por parâmetros lactodinamográficos é classificado como um sistema mecânico ou reológico baseado no registro da oscilação, acionado por um campo eletromagnético criado por um pequeno pêndulo de aço inoxidável imerso na amostra de leite. Essa técnica monitora a viscosidade de amostras de leite, mantidas a uma temperatura fixa, após a adição de coalho. Três parâmetros de ponto único são considerados PCL úteis:

- Tempo de coagulação enzimática – TCE em minutos, representado pela letra “r”, obtido pela medição do intervalo entre o tempo zero, que corresponde ao momento da adição do coalho ao leite e o aquele no qual a linha de base começa a se alargar. O instrumento detecta uma alteração na viscosidade;
- Tempo de firmeza da coalhada - FC de 20 mm (k_{20} em minutos), que é o intervalo entre o início da formação do gel - TCE e o tempo em minutos necessário para o gel atingir uma consistência com amplitude de 20 mm;
- O FC 30 minutos após a adição da enzima - a_{30} , que corresponde à largura do diagrama após 30 minutos da adição do coalho/coagulante. É a firmeza ou consistência do gel determinada em milímetros-mm. Em relação à firmeza do coágulo, a_{30} é o tempo de teste do padrão, mas a análise pode ser realizada em tempos diferentes como, por exemplo, 45 ou 60 minutos - a_{45} ou a_{60} .

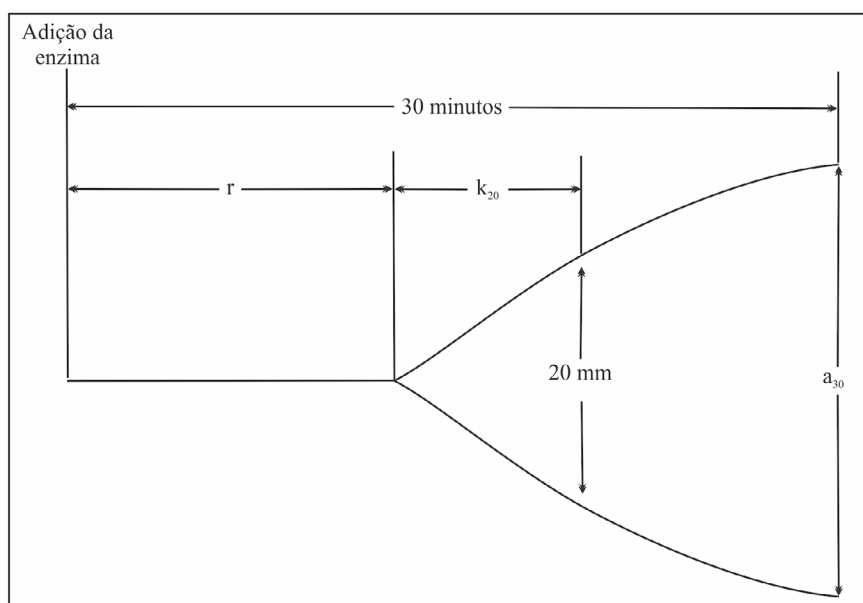


Figura I: Diagrama do tempo de coagulação enzimática (r = TCE, minuto) e das características de firmeza da coalhada (tempo para a firmeza da coalhada atingir 20 mm - k_{20} , minutos e firmeza da coalhada 30 minutos após a adição da enzima - a_{30} , mm) em função do tempo - curva lactodinamográfica, registrada com Formagraph original.

Algumas combinações de PCL, conforme ilustra a Tabela I, têm sido usadas para classificar o leite como ótimo, bom, defeituoso e não coagulante.

Tipo de leite		Propriedades de Coagulação do Leite – PCL*				
		PCL Min.	K ₂₀ Min.	A ₃₀ Min.	TCE/k ₂₀ min./min.	TCE/a ₃₀ min./mm
Ótimo	Tipo A	13	9	35	1,3-1,5	0,25-0,60
Bom	Tipo B	16	7	38	1,8-2,5	0,3-0,1
	Tipo C	11	11,5	29	0,7-1,0	0,3-0,7
	Tipo D	9,5	5	54	1,7-1,3	0,1-0,25
Defeituoso	Tipo E	17	13	15	1,2-1,3	0,8-2,8
	Tipo F	~ 30	→∞	< 5	< 1,0	> 6,0
	Tipo DD	< 5	< 3	> 60	1,7-2,0	< 1,0
Não Coagulante	Tipo FF	→∞	→∞	0	---	---

* TCE = Tempo de Coagulação Enzimática - k₂₀ = Tempo de Firmeza da Coalhada - a₃₀ = Firmeza da Coalhada.

Tabela I: Classificação do leite de acordo com o formato das curvas lactodinamográficas para a indústria de laticínios.

A curva “Tipo A” é aquela considerada ótima na Tabela I e comparadas a ela as demais curvas podem ser assim interpretadas:

- **Curva “Tipo B”:** corresponde a um leite com coagulação tardia, mas com endurecimento normal da coalhada. Esta é uma curva observada com frequência em leites de final da lactação;
- **Curva “Tipo C”** obtida de um leite com coagulação precoce e com endurecimento lento da coalhada. É mais frequente no início da lactação;
- **Curva “Tipo D”** corresponde a um leite de coagulação precoce, com endurecimento rápido e intenso da coalhada. Esta curva é típica de leites ricos em caseína ou levemente ácidos;
- **Curva “Tipo E”** é resultante de um leite de coagulação tardia, com endurecimento lento da coalhada e com baixa reatividade ao coalho. É mais frequente em leite de vacas com distúrbios de secreção, alta Contagem de Células Somáticas – CCS e em leite com algumas variantes genéticas de K-caseína, oriundos de alguns animais;
- **Curva “Tipo F”** é considerada uma variante extrema da curva tipo E, que apresenta apenas um início tardio de coagulação. É frequente em leite de pH alto de vacas com mastite clínica;
- **Curva “Tipo DD”**, é obtida de um leite cuja coagulação é muito precoce com um a₃₀ rápido e forte. É frequente em leites ácidos;
- **Curva “Tipo FF”** que corresponde a um leite que não coagula.

Estes diferentes perfis de curva, ilustrados na Figura II, demonstram como as variações de composição físico-química do leite têm impacto direto no seu comportamento tecnológico. Estes formatos foram reconhecidos e são utilizados como referência, permitindo que a indústria de laticínios utilize a lactodinamografia como uma ferramenta de diagnóstico para classificar o leite e antecipar seu desempenho no processo de fabricação de queijos.

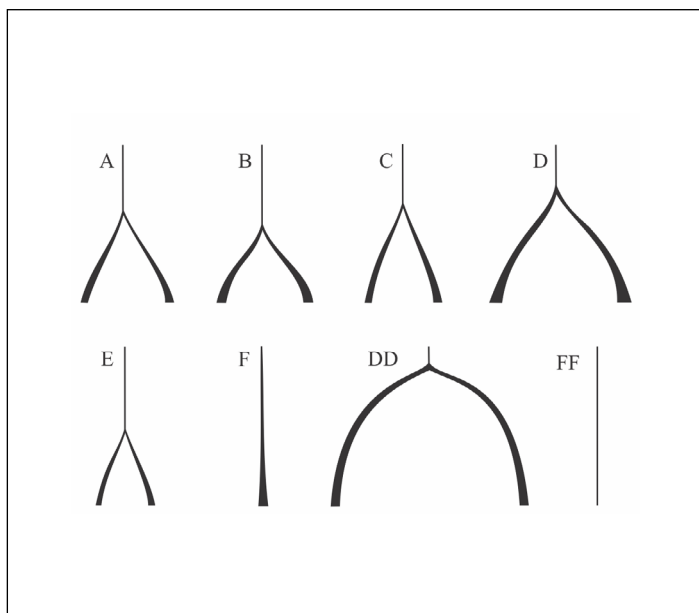


Figura II: Ilustração da classificação das formas de curvas lactodinamográficas mais comuns segundo Annibaldi et al. -1977.

De acordo com estudiosos do assunto, em relação às suas propriedades de coagulação, um leite é considerado excelente quando apresenta valor de TCE de 11 minutos e 30 segundos a 18 minutos; um k_{20} entre 5 minutos e 30 segundos e 8 minutos e 30 segundos e um A_{30} entre 20 e 40 mm.

Sem dúvidas, as propriedades de coagulação do leite são importantes na fabricação de queijos, não apenas pelo impacto positivo no rendimento e na qualidade em geral, mas também porque podem ser usadas como indicadores da eficiência da produção e em sistemas de remuneração do leite. Entretanto, ainda temos um caminho a percorrer, visando a minimização da variabilidade causada principalmente pelas raças de gado, pelos fatores ambientais, pela composição e propriedades do leite, pelo preparo das amostras, pelo tipo de configuração do instrumento, pela repetibilidade e reprodutibilidade da técnica, por exemplo.



Mais que parceria,

relacionamento!

Ilustração: Malu Mattos



saccobrasil.com.br

 saccobrasil@saccobrasil.com.br  +55 19 99191-1869

 @saccobrasil  Rua Emílio Nucci, 103
Jardim Conceição - Campinas



BOLETIM DE TECNOLOGIA DE LATICÍNIOS



COLABORAÇÃO

João Pedro de M. Lourenço Neto
Eduardo Reis Peres Dutra
Pablo F. Lourenço
Leonardo Seccadio dos Santos
Guilherme Coutinho
Lucas Reis
Luã Nunes da Silva

PRODUÇÃO

Sacco Brasil Ltda
Rua Emílio Nucci, 103, Jardim Conceição
Sousas - 13.105-080 | Campinas/SP

 saccobrasil@saccobrasil.com.br
 saccobrasil.com.br
 @saccobrasil

Publicação trimestral
Tiragem: 3.500
Publicação de distribuição gratuita
Impressão: Master Graf

 PURI
estudiopuri.com