

Introdução & Antecedentes



Nota Técnica**REFRIGERAÇÃO DE LEITE AO MÁXIMO DE 4°C****Consulta da Associação Brasileira de Pequenas e Médias Cooperativas e Empresas de Laticínios (G100)***Marcelo Bonnet Alvarenga***Maira Balbinoti Zanela***Maria Edi Rocha Ribeiro****I. Antecedentes**

A Associação Brasileira de Pequenas e Médias Cooperativas e Empresas de Laticínios – G100 apresentou a presente consulta à Embrapa Clima Temperado, ora encaminhada à atenção da equipe de Qualidade de Leite da unidade.

Em síntese, solicita-se da Embrapa Clima Temperado apoio e interveniência institucional para que coordene, medie e oriente os esforços do setor lácteo visando o cumprimento do quesito de refrigeração de leite cru e pasteurizado a, no máximo, 4°C, conforme consta no Decreto 9013, de 29 de maio de 2017 (RIISPOA - Regulamento e Inspeção Industrial e Sanitária de produtos de Origem Animal), e dispositivos complementares.

Na consulta, o G100 procura evidenciar dificuldades substanciais para cumprimento do quesito de refrigeração do leite a, no máximo, 4°C, buscando comprovar suas alegações por meio de referências de literatura, bem como orçamentos e cálculos para demanda energética adicional, ora trazidos a nosso exame.

Como se verá com mais detalhe adiante, segundo a legislação vigente, a exigência de manutenção do leite até 4°C se aplica ao campo¹ (para o caso de tanques de refrigeração operantes sob expansão direta - mas não a tanques de imersão, para os quais vigora a temperatura máxima de 7°C), bem como aos ambientes intermediários (postos de resfriamento) e de fábrica, segundo o atual Decreto 9013 (RIISPOA).

Alegadamente, tais dificuldades envolvem questões limitantes de infraestrutura nacional e

“Producing 70% more food for an additional 2.3 billion people by 2050 while at the same time combating poverty and hunger, using scarce natural resources more efficiently and adapting to climate change are the main challenges world agriculture will face in the coming decades”

FAO, 2009





Cantareira, SP



Guarapiranga, SP



Interior, SP

São Paulo geht das Wasser aus

Neue Zürcher Zeitung, 30.01.15 –
(Reuters, Bloomberg)

Embrapa

A melhoria da qualidade média do leite brasileiro é fator central para o desejado aumento de competitividade do setor - e sua maior inserção internacional





Embrapa

Gazeta do Povo

Saneamento Rural no Brasil: Abastecimento e Esgotamento

- **Abastecimento de água:** 33,2% dos domicílios nas áreas rurais estão ligados a redes de abastecimento de água
- **Esgotamento sanitário:**
 - 5,2% dos domicílios rurais estão ligados à rede de coleta de esgotos
 - 28,3% utilizam a fossa séptica como solução para o tratamento dos dejetos
 - 66,5% depositam os dejetos em “fossas rudimentares”, cursos d’água ou diretamente no solo a céu aberto

*Fundação Nacional de Saúde – Funasa
PNAD, 2012*



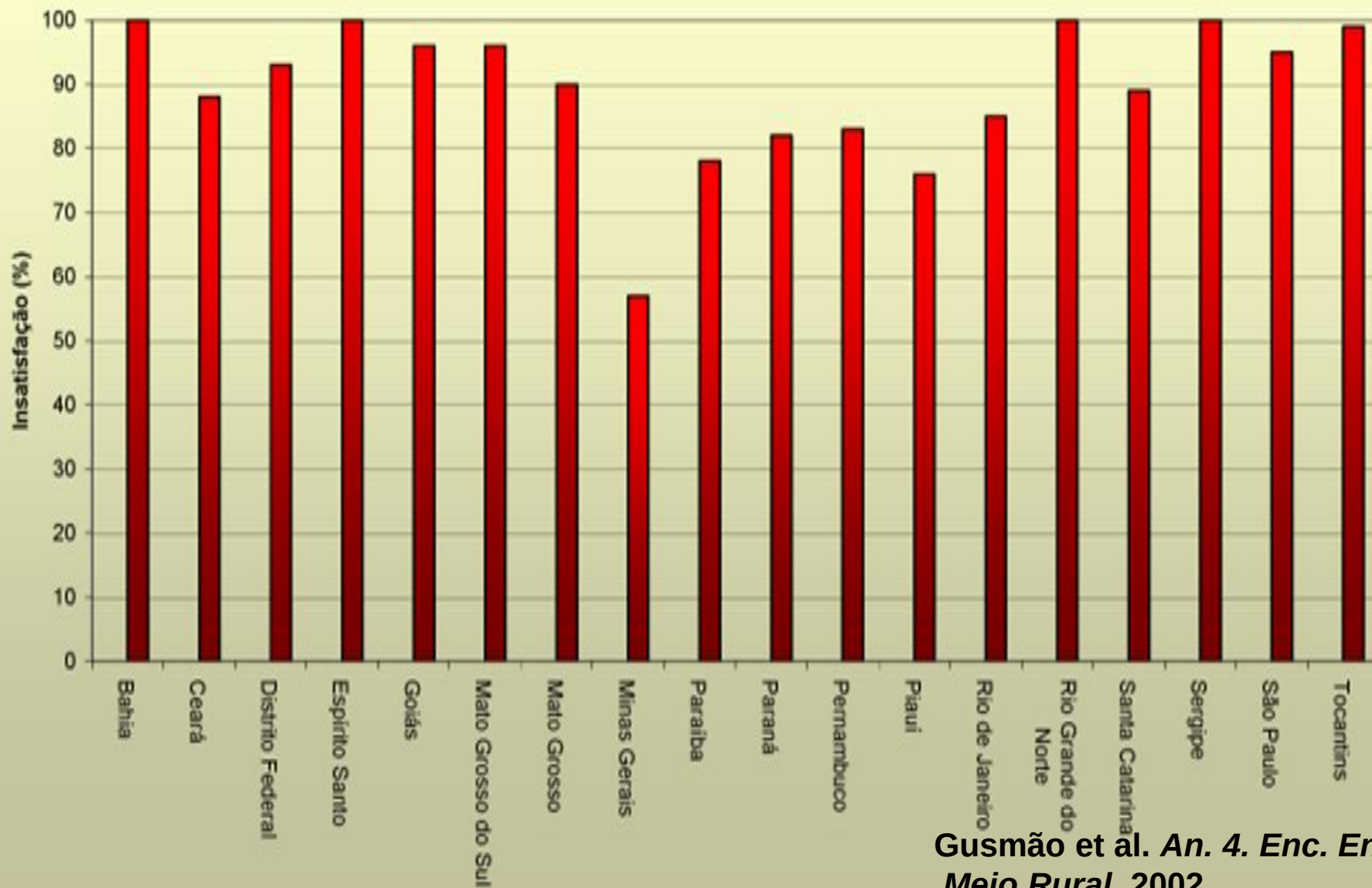
TABELA 4 Caracterização da situação em relação ao déficit em saneamento rural no Brasil.

Serviço de Saneamento	Situação do Serviço					
	Adequado		Déficit*			
			Atendimento Precário		Sem Atendimento	
	Nº de domicílios	%	Nº de domicílios	%	Nº de domicílios	%
Abastecimento de água	5.224.326	64,6%	1.392.989	17,2%	1.474.988	18,2%
Esgotamento sanitário	1.387.456	17,1%	4.390.060	54,2%	2.314.786	28,6%
Manejo de resíduos sólidos	2.180.154	26,9%	291.881	3,6%	5.620.268	69,5%

Fonte: Departamento de Engenharia de Saúde Pública da Funasa (com dados do Censo Demográfico - IBGE, 2010).

Dado esse panorama sombrio quanto às condições sanitárias dos *domicílios* rurais (i.e., casas onde residem as famílias no campo), é razoável inferir condições sanitárias ainda mais críticas nos ambientes de produção, no caso, de leite.

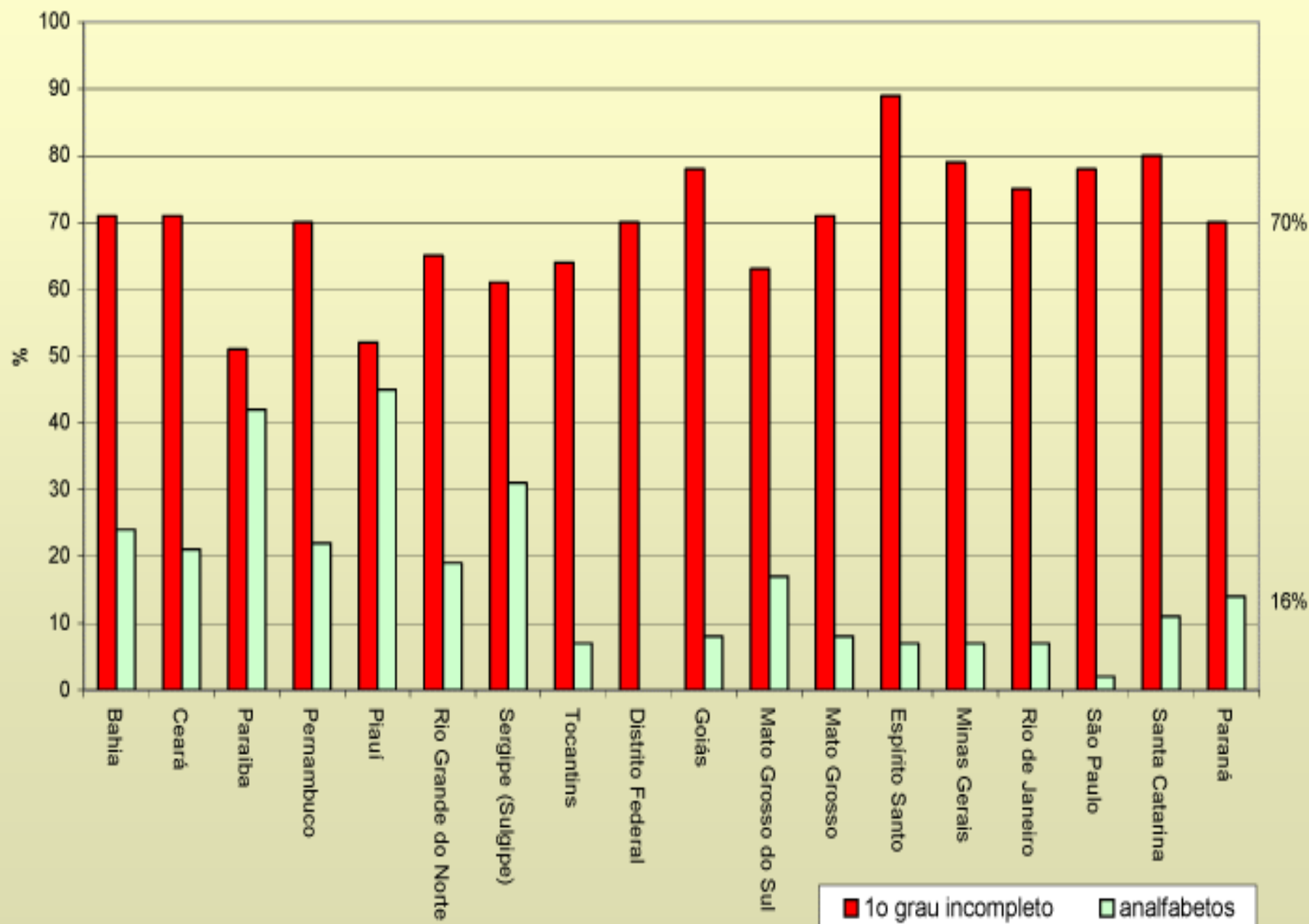
Insatisfação com as atuais fontes de energia



Gusmão et al. An. 4. Enc. Energ.
Meio Rural, 2002

Gráfico 10 – Insatisfação com as Atuais Fontes de Energia

Escolaridade



Higiene e Microbiologia



Influência da Temperatura na CTB do Leite

Classificação do Leite	Temperatura de Conservação (°C)	Fresco	24 h	48 h	72 h	96 h
Leite de	4,4	4.295	4.138	4.566	8.247	19.693
Baixa	10	4.295	13.961	127.727	5.725.277	39.490.625
Contagem	15	4.295	1.587.333	33.011.111	326.500.000	962.785.714
Leite de	4,4	136.533	281.646	538.775	749.939	852.835
Alta	10	136.533	1.170.546	13.662.115	25.687.541	41.270.272
Contagem	15	136.533	24.673.571	639.884.615	2.407.083.333	5.346.666.666

Ayers, 1918 apud Henderson, 1971

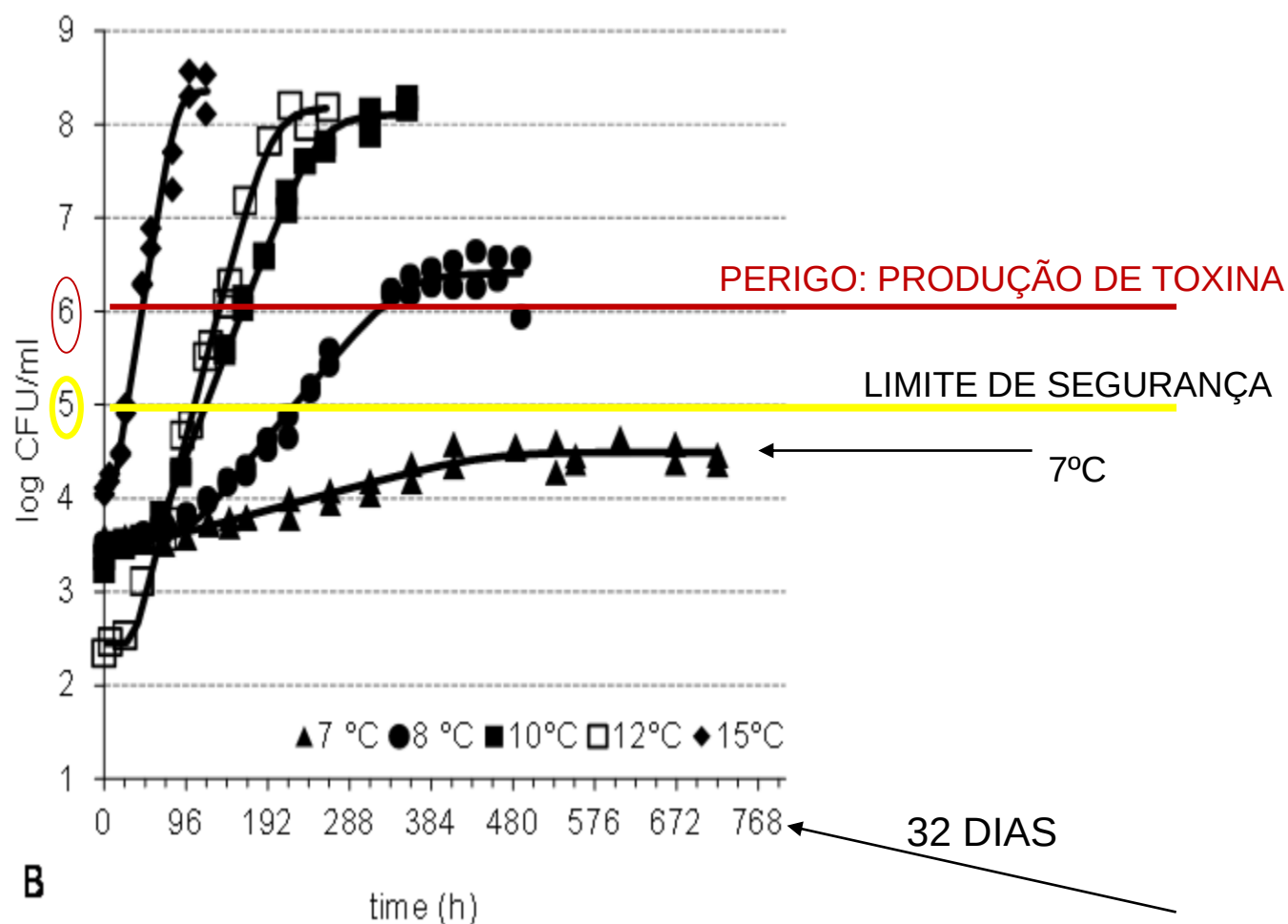


dados confirmam que, em ambos os casos, a redução de temperatura de conservação do leite pós-ordenha reduz a taxa de aumento da CBT do leite ao longo dos tempos considerados. O mais desejável cenário, sem dúvida, é a obtenção de leite com baixa CBT e sua manutenção a 4,4°C. Neste caso, o produto pode ser conservado por, pelo menos, 96 h, sem qualquer prejuízo para sua qualidade, e mesmo a conservação desse leite a 10°C mantém sua boa qualidade durante pelo menos 24 h.

Contudo, exame do conjunto de dados indica que - principalmente no intervalo útil de refrigeração do estudo (4,4 a 10°C) - a temperatura não é o fator dominante para a qualidade microbiológica do leite, mas sim a baixa contagem bacteriana inicial do leite obtido.

De fato, 48 h pós-ordenha (intervalo preconizado como máximo para coleta de leite nas fazendas brasileiras), o leite obtido com baixa contagem, mesmo quando mantido a 10°C, apresenta numericamente menos que 25% (127.727 vs. 538.775 ufc.mL⁻¹) da CBT para o produto de alta contagem inicial mantido a 4,4°C. No limite, em abordagem mais conservativa segundo critérios estatísticos prevalentes em microbiologia, esses resultados não se diferem estatisticamente².

FIGURA 1 Crescimento de *S. aureus* em leite a diferentes temperaturas, partindo de inóculos iniciais entre 3-4 log₁₀ ufc.mL⁻¹. Os dados indicam que o patógeno passa a apresentar crescimento preocupante a partir de 8°C (*círculos*), ainda assim levando mais de 300 horas (ca. 13 dias) para atingir 10⁶ ufc.mL⁻¹, concentração do patógeno considerada necessária para produção de enterotoxina. Em contrapartida, tais concentrações não são atingíveis (*triângulos*) a 7°C (Extraído de PAULIN *et al.*, 2011).





Clima Temperado

resfriadores, devido às más condições das estradas ligadas às UPL, ao passo que 62% destinam seu leite a resfriadores acessíveis aos caminhões de coleta. Essa situação é correlacionada diretamente às temperaturas inadequadas de refrigeração, e à baixa qualidade média do leite observadas.

A temperatura de coleta do leite foi determinada com termômetro de infravermelho (TABELA 3). Observou-se grande amplitude de temperatura do leite, com muitos valores preocupantemente acima das normas vigentes. Esse fato contribuiu para as elevadas CBT do leite.

TABELA 3 - Temperatura média e CBT do leite conforme tipo de resfriador das UPL avaliadas.

Tipo Resfriador	Nº UPL	IN62 (temp. máx.)	Temp. Média das UPL	Amostras adequadas IN62 (%)	Amostras acima IN62 (%)	CBT média (x 1.000 ufc/mL)
Expansão	97	4°C	3,9	58,8	41,2	982
Imersão	103	7°C	6,9	56,3	43,7	2.691
Misto	8	7°C	10,2	37,5	62,5	2.213

Os resultados indicam expressiva porcentagem de UPLs conservando leite com temperatura acima da permitida pela legislação e, ainda mais preocupante, com CBT médias superando 2



Clima Temperado

O leite produzido por animais em lactação sem doenças e sob condições de limpeza geralmente contém relativamente poucas bactérias imediatamente após a ordenha. Estes podem se multiplicar em números enormes em poucas horas, a menos que o leite seja resfriado. No entanto, quando o leite é resfriado rapidamente a 7°C (45°F) ou menos, há apenas aumento lento no número de bactérias.

Normalmente, as bactérias presentes no leite são inofensivas e, se isso fosse sempre verdade, não haveria motivo para resfriar o leite, exceto para retardar a acidificação. Não há, no entanto, como o operador de laticínios ou o agente regulador ter certeza absoluta de que nenhuma bactéria patogênica tenha entrado no leite, mesmo que a observância dos outros itens dessa Portaria reduza muito essa probabilidade. A probabilidade de transmissão de doenças é muito maior quando o leite contém um grande número de bactérias causadoras de doenças. Portanto, é extremamente importante que o leite seja resfriado rapidamente, de modo que um pequeno número de bactérias, que podem ter entrado no leite, não se multiplique. ” (grifo).

Portanto, três aspectos fundamentais podem ser assinalados a partir dos exertos acima:

- O primeiro é a temperatura considerada segura para conservação do leite a campo, **limitada em 7°C, valor superior ao normatizado atualmente no Brasil (4°C)**;
- O segundo é a preocupação em se justificar prontamente, na norma, a razão da específica da exigência e, especialmente, **a referência à importância de que o leite a ser assim resfriado tenha sido obtido em condições sanitárias de animais saudáveis**;
- O terceiro ponto seria a **definição inequívoca, objetiva e transparente dos procedimentos administrativos a serem empregados para verificar o cumprimento da especificação**, o que inclui critérios fundamentais de desempenho dos instrumentos de medida, no caso, um termômetro com precisão mínima de 1°C, atendidos limites temporais e critérios de rastreabilidade, sem prejuízo de diversos outros dispositivos do documento.

“ITEM 17p. REFRIGERAÇÃO DE LEITE E / OU PRODUTOS LÁCTEOS

Todo o leite cru e produtos lácteos devem ser mantidos a 7°C (45°F) ou menos até serem processados. Todos os produtos de soro de leite e soro para condensação e / ou secagem devem ser

26



Clima Temperado

mantidos a uma temperatura de 7°C (45°F) ou menos; ou 57°C (135°F) ou maior até o processamento, exceto que o soro do tipo ácido com uma acidez titulável de 0,40% ou acima, ou um pH de 4,6 ou abaixo, está isento desses requisitos de temperatura.

Para uma pasta com sabor de leite ou de produto lácteo que contenha leite e / ou produtos lácteos e não se destine a ser injetada dentro de um sistema de pasteurização HTST como parte de um

a qualidade, segurança e integridade dos produtos, desde a origem do leite.

Sem embargo aos limites de temperatura impostos, é interessante notar que a maior parte dos produtores e processadores dos EUA opera em temperaturas de refrigeração de leite substancialmente mais baixas, podendo chegar facilmente a 2°C ou até menos. Isso é permitido pelas robustas estruturas de refrigeração desenvolvidas progressivamente ao longo de muitas décadas de planejamento, gestão e execução consistente.

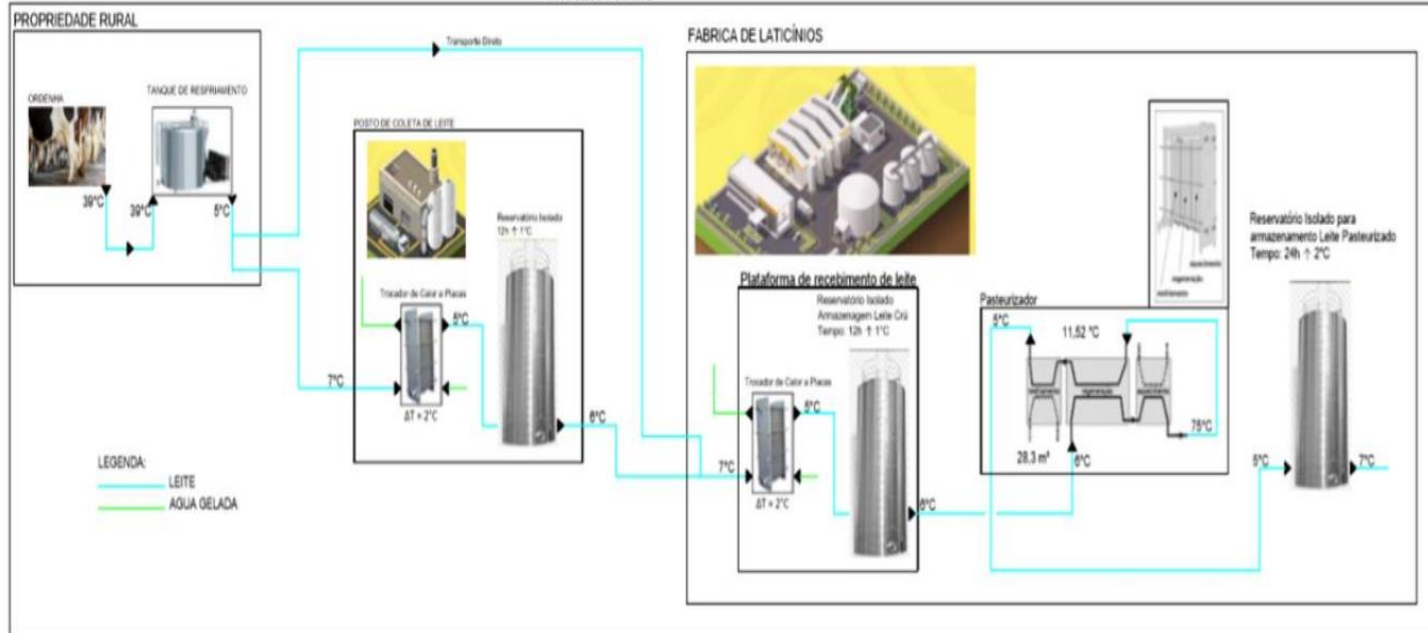
Coletivamente, essas evidências indicam que a adoção de temperatura máxima de 7°C para refrigeração do leite e seus produtos sanitariamente obtidos é apropriada para a qualidade e segurança do produto.

De outro lado, carecem de consistência técnica ou científica eventuais argumentos favoráveis à redução de temperatura de refrigeração do leite para valores inferiores a 4°C, sob alegação de mitigar eventual - ou presumida - má qualidade do leite ordenhado.

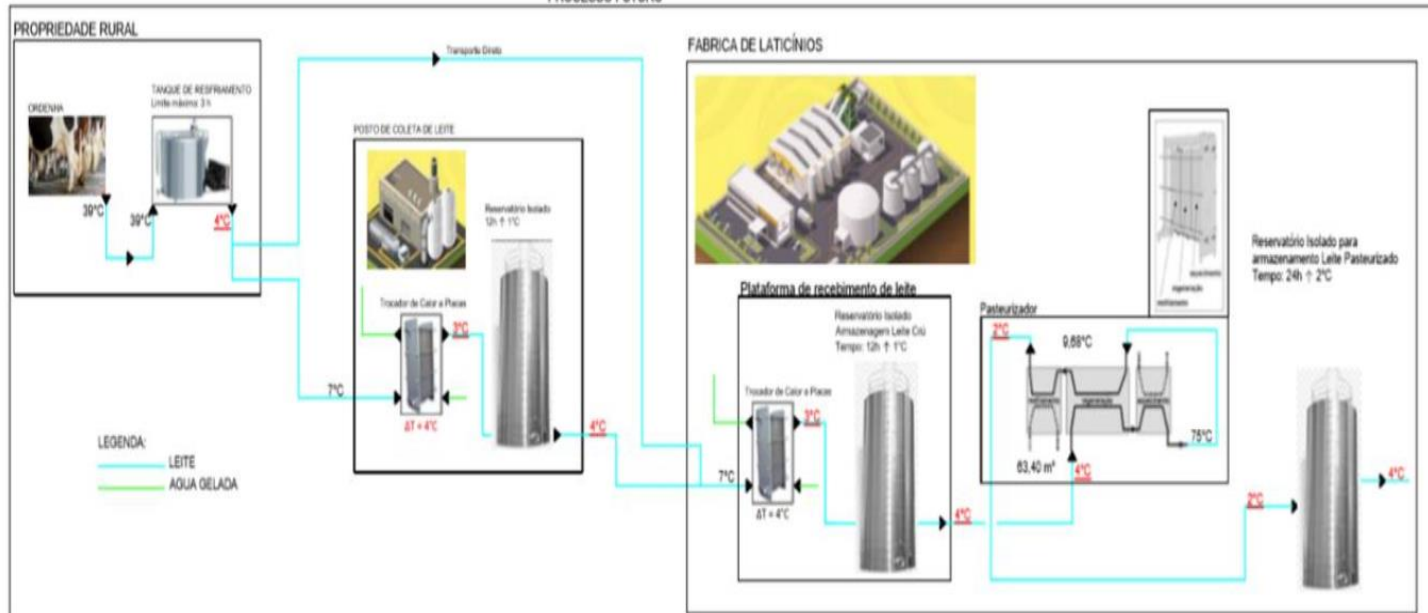
Estimativa de Energia Elétrica Adicional para Refrigeração do Leite ao máximo de 4°C vs 7°C



PROCESSO ATUAL



PROCESSO FUTURO



Refrigeração durante a Pasteurização na Fábrica - Estágio de Resfriamento nos Trocadores de Calor a Placas:
Valor do investimento para ampliação da área de troca térmica - Saída do Leite a 2,0°C

		Pasteurizador Atual Temp. Saída 5°C	Ampliação do Pasteurizador Temp. Saída 2°C
Circuito do Leite			
Vazão	L/h	38.722 L/h	38.722 L/h
Vazão Mássica (Densidade = 1,033)	kg/h	40.000 Kg/h	40.000 Kg/h
Calor Específico do Leite ($C_p = 0,92$)	kcal/kg/°C	0,92 kcal/kg/°C	0,92 kcal/kg/°C
Área de Troca Térmica	A	28,3 m ²	63 m ²
Temperatura do Leite Cru antes da Pasteurização ($T_i \text{ Pré-Aque}$)	°C	4,0 °C	2,0 °C
Temperatura inicial do Pré-Resfriamento ($T_i \text{ Pré-Resf}$)	°C	75,0 °C	75,0 °C
Fator de Rendimento do Trocador de Calor na Regeneração	η	0,92	0,92
Temperatura de Saída do Leite pasteurizado (Regeneração): $T_f \text{ Pré-Resf} = T_i \text{ Pré-Resf} - (T_i \text{ Pré-Resf} - T_i \text{ Pré-Aque}) * \eta$	°C	9,68 °C	7,84 °C
Temperatura final do Resfriamento do Leite Pasteurizado	°C	5,00 °C	2,0 °C
ΔT (Diferença de temperatura)	ΔT (°C)	4,68 °C	5,84 °C
Circuito de Água Gelada			
Vazão	L/h	50.000 L/h	50.000 L/h

Impacto no Consumo Elétrico kW/h - 5°C para 2°C		R\$ Unitário	R\$ Brasil
Quantidade de Resfriadores dos Pasteurizadores 40.000L/h no Brasil	un.	--	165
Consumo em kW/h a mais	kW/h	18,9 kW/h	3.117,7 kW/h
Custo do KW/h para 1 Hora Trabalhada	R\$	R\$0,55	R\$1.714,76
Custo do KW/h para 1 Dia Trabalhado (12 horas)			R\$20.577,06
Custo do KW/h para 1 Ano Trabalhado (365 Dias)			R\$7.510.627,28

Custos de Investimento & Serviços Diretos de Instalação	R\$ 83.609.009,22
Custo Adicional de Energia Anual	R\$ 26.897.490,78

Deve ser observado que os *cálculos acima não consideram* a necessidade de se avaliar o redimensionamento dos tanques de refrigeração de leite nas fazendas, da estrutura dos postos de resfriamento, do redimensionamento térmico e volumétrico de tanques isotérmicos de caminhões de transporte, bem como de eventual replanejamento de rotas de coleta e das dinâmicas de transporte de leite e seu abastecimento nas indústrias. Essas estimativas dependeriam de levantamento de dados e informações multifatoriais até então indisponíveis.

Conclusões



“Em grande medida, a qualidade higiênica do leite fresco é determinada pelas práticas de manuseio do leite no nível do produtor de leite. A má qualidade do leite na fazenda não pode ser corrigida ao longo da cadeia de valor do leite. O resfriamento ou processamento de leite não melhorará sua qualidade higiênica. Implementação da produção de leite limpo ao nível do produtor é, portanto, essencial (FAO, 2014a). Programas de treinamento devem ser implementados para educar os produtores sobre os benefícios da produção higiênica. O uso de pagamentos de incentivos para produtores de leite cujo leite fresco é de qualidade higiênica destacada pode ser considerado como um componente dos esforços para melhorar a higiene do leite, pois tais melhorias contribuem para a redução das perdas de leite e do desperdício devido à deterioração. Melhor higiene garante leite e produtos lácteos de melhor qualidade.”

FAO, 2016

O presente documento é finalizado segundo três recomendações fundamentais:

- 1. PLANO PACTUADO E PROGRESSIVO DE AJUSTES OPERACIONAIS, ESTRUTURAIS E NORMATIVOS VISANDO ATINGIR CONSISTENTEMENTE A REFRIGERAÇÃO DO LEITE A 4°C OU MENOS AO LONGO DA CADEIA.** Além do plano dever contemplar pilares estruturantes fundamentais para a melhoria da qualidade do leite [Programas de Qualidade; Incentivos e Fomento para Capacitação; Sistemas Laboratoriais (RBQL) e Sistemas de Informações (SIMQL)], deve ser considerada a necessidade primária destes pilares se coordenarem e se integrarem a programas nacionais de infraestrutura existentes [Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), Luz do Campo, Programa Brasil Alfabetizado (PBA) etc.]. O plano poderia compor normativamente uma Instrução Normativa objetivando viabilizar o atendimento progressivo aos padrões mínimos de refrigeração, sendo periodicamente avaliada e, se necessária,

Programa Brasil Alfabetizado (PBA) etc.]. O plano poderia compor normativamente uma Instrução Normativa objetivando viabilizar o atendimento progressivo aos padrões ótimos de refrigeração, sendo periodicamente avaliado, o que aliás estaria alinhado ao caráter dinâmico oportunamente trazido para a corrente revisão das normativas relacionadas à qualidade do leite (BRASIL, 2018). Sugere-se estabelecer pacto público-privado, tendo como meta inicial atender à temperatura máxima de 7°C para refrigeração do leite cru no campo e na indústria, o mesmo valendo para a refrigeração do leite pasteurizado e seus produtos refrigerados. Para esse pacto, poderia ser considerada, como parte de um pacote integrado de incentivos públicos, a contrapartida de indústrias (e os respectivos produtores) no sentido de demonstrarem o cumprimento de objetivos de melhoria progressiva de qualidade do leite, com evolução significativa dos seus respectivos indicadores de qualidade (CBT, principalmente) ao longo do tempo;

2. **ESTABELECER INCENTIVOS FISCAIS E LINHAS DE FINANCIAMENTO PARA A RESTRUTURAÇÃO PROGRESSIVA DA CADEIA DE FRIO, ESPECIALMENTE EM LOCAIS DE MAIOR VULNERABILIDADE ECONÔMICO-SOCIAL E PARA PEQUENAS E MÉDIAS INICIATIVAS.**

49



Clima Temperado

Incentivos fiscais poderiam ser incorporados ao Programa *Mais Leite Saudável*, por exemplo, além de abertura de linhas de financiamento via BNDES e Banco Mundial;

3. **ESTABELECER AGENDA DE TRABALHO ATUALIZADA E SOBERANA COM ORGANIZAÇÕES DE AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE (OAC), COMO O INMETRO, BEM COMO COM ORGANISMOS DE CERTIFICAÇÃO VISANDO A CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS E PROCESSOS DE REFRIGERAÇÃO.** A certificação de produtos e processos é fundamental para progresso mensurável, equânime e transparente da agenda ora proposta.