

# CADEIA DO FRIO EM PRODUTOS LÁCTEOS: CONSERVAÇÃO, QUALIDADE E RISCOS MICROBIOLÓGICOS

## COLD CHAIN IN DAIRY PRODUCTS: PRESERVATION, QUALITY, AND MICROBIOLOGICAL RISKS

DOI: 10.65747/conali2025v1c22

Tainara de Brito Dourado<sup>1</sup>; Layane de Lima bezerra<sup>2</sup>; Humberto Pessoa de Freitas<sup>3</sup>; Gerla Castello Branco Chinelate<sup>4</sup>;

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos– UFAPE; <sup>2</sup>Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos– UFAPE; <sup>3</sup>Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos– UFAPE;

<sup>4</sup>Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos– EAL – UFAPE.

Contato: [tainaradourado1@gmail.com](mailto:tainaradourado1@gmail.com)

**Resumo:** A cadeia do frio é fundamental para garantir a qualidade e a segurança dos produtos lácteos, que são altamente perecíveis e vulneráveis à contaminação microbiana. A conservação em temperaturas adequadas durante todas as etapas desde a ordenha, transporte, armazenamento até o consumo é indispensável para evitar a deterioração e prolongar a vida útil dos alimentos. Embora a refrigeração não elimine os microrganismos, ela retarda sua multiplicação; no entanto, bactérias psicrófilas, comuns no leite cru refrigerado, podem se desenvolver em temperaturas abaixo de 7 °C e produzir enzimas termoestáveis que resistem à pasteurização e ao tratamento UHT, comprometendo a qualidade sensorial e tecnológica do leite. Para assegurar a eficácia desse processo, são necessárias boas práticas de fabricação, higienização, transporte e controle rigoroso da temperatura. Estudos mostram que falhas na cadeia do frio, especialmente durante o transporte e armazenamento, aumentam significativamente os riscos de deterioração e perdas. Tecnologias como RFID (Identificação por Rádio Frequência) e redes de sensores sem fio (RSSF) têm sido implementadas para o monitoramento em tempo real das condições térmicas, promovendo maior rastreabilidade, eficiência logística e segurança alimentar. A legislação brasileira, como a Lei Federal nº 1.283/1950, estabelece normas específicas sobre controle térmico no recebimento e estocagem de alimentos. Dessa forma, conclui-se que a manutenção contínua e eficiente da cadeia do frio, associada ao uso de tecnologias modernas e práticas adequadas, é essencial para preservar a qualidade dos produtos lácteos, minimizar perdas e garantir a segurança dos alimentos do campo até o consumidor final.

**Palavras-chave:** Conservação; Controle de qualidade; Laticínio.

**Abstract:** The cold chain is essential to ensure the quality and safety of dairy products, which are highly perishable and vulnerable to microbial contamination. Maintaining adequate temperatures throughout all stages, from milking to transportation and storage, to consumption, is essential to prevent spoilage and extend the shelf life of foods. Although refrigeration does not eliminate microorganisms, it slows their multiplication; however, psychrotrophic bacteria, common in refrigerated raw milk, can develop at temperatures below 7°C and produce heat-stable enzymes that resist pasteurization and UHT treatment, compromising the milk's sensory and technological quality. To ensure the effectiveness of this process, good manufacturing, sanitation, transportation, and strict temperature control practices are required. Studies show that failures in the cold chain, especially

during transportation and storage, significantly increase the risk of spoilage and losses. Technologies such as RFID (Radio Frequency Identification) and wireless sensor networks (WSNs) have been implemented for real-time monitoring of thermal conditions, promoting greater traceability, logistical efficiency, and food safety. Brazilian legislation, such as Federal Law No. 1,283/1950, establishes specific standards for thermal control in the receipt and storage of food. Therefore, it can be concluded that continuous and efficient maintenance of the cold chain, combined with the use of modern technologies and appropriate practices, is essential to preserve the quality of dairy products, minimize losses, and ensure food safety from the farm to the end consumer.

**Keywords:** Conservation; Quality control; Dairy

## INTRODUÇÃO

Os produtos lácteos exigem cuidados específicos de conservação, que variam conforme o processo de fabricação, a validade e a temperatura ideal de armazenamento, conforme determina a legislação vigente. Esses fatores são essenciais para garantir tanto a segurança quanto a qualidade dos alimentos (1). Por serem produtos altamente perecíveis e propensos à contaminação microbiana quando mal armazenados ou processados de forma inadequada, os lácteos representam um risco significativo à saúde pública. A conservação desses alimentos por meio da refrigeração é uma etapa crítica, com impacto direto na segurança alimentar (2).

Durante o armazenamento, é necessário observar diversos cuidados, como o controle rigoroso da temperatura, a circulação do ar, a organização dos produtos dentro das câmaras frias para que ocorra a refrigeração adequada, além da correta identificação e disposição dos itens. A manutenção da cadeia do frio, aliada ao controle de qualidade como no caso da função do BPF (Boas Práticas de Fabricação), é fundamental para preservar as características dos produtos e evitar riscos à saúde dos consumidores (3). A grande parte dos microrganismos presentes na microbiota do leite são psicrótrófos, o que compromete a estabilidade e a qualidade do leite cru mesmo quando refrigerado caso esteja em grande quantidade. Além de representarem um risco à saúde do consumidor, esses microrganismos podem além disso alterar o sabor e reduzir o rendimento na fabricação de produtos lácteos (4 e 5). Essas bactérias têm a capacidade de se desenvolver em temperaturas inferiores a 7 °C, sendo assim consideradas os principais agentes de deterioração tanto do leite cru refrigerado quanto de seus derivados. Sua ação prejudicial está associada à produção de enzimas como proteases, lipases e fosfolipases, que juntas degradam as proteínas e gorduras do leite, comprometendo sua qualidade (6).

Embora a maioria dessas bactérias não sobrevivem ao processo de pasteurização por conta de o processo ser em alta temperatura, muitas das enzimas que produzem são termoestáveis, o que significa que podem resistir a esse tratamento, inclusive aos métodos térmicos mais intensos, como o UHT. A presença dessas enzimas no leite cru representa um desafio para a conservação do leite UHT, especialmente devido à sua estocagem prolongada em temperatura ambiente. As enzimas produzidas por bactérias psicrótrófos também são responsáveis por defeitos sensoriais em produtos lácteos, como por exemplo, alterações indesejadas no sabor e no odor (7, 8 e 9). No Brasil, diversos estudos apontam a presença significativa dessas bactérias no leite cru refrigerado.

No entanto, ainda há uma lacuna de conhecimento sobre a composição específica dessa microbiota, visto que o leite é uma matéria-prima rica em nutrientes, e sobre as características hidrolíticas dos microrganismos presentes (10).

Embora a refrigeração seja uma prática amplamente utilizada para prolongar a vida útil do leite, um fator importante a ser frisado, é que este método não exerce efeito bactericida. Isso ocorre porque as baixas temperaturas não eliminam os microrganismos, mas apenas reduzem sua taxa de multiplicação, retardando a deterioração do produto, ou seja, caso o alimento já esteja contaminado a refrigeração não irá reverter esse quadro, e com sim caso seja consumido um produto desta forma irá pôr em risco a saúde do consumidor (11 e 12). Com isso Brito e Brito (13), destacam a importância de ampliar a vida útil dos produtos lácteos no Brasil, enfatizando a necessidade de reduzir a carga microbiana no leite produzido no país. Segundo os autores, é essencial manter boas práticas de higiene, armazenamento e transporte ao longo de toda a cadeia produtiva. Demonstraram que, sob condições ideais de estocagem com temperatura controlada abaixo de 4 °C, é possível manter a contagem microbiana do leite entre 10.000 e 100.000 UFC/ml.

De acordo com Heidmann et al. (14), o transporte de produtos perecíveis em veículos refrigerados, tanto em trajetos urbanos quanto interurbanos, representa um ponto crítico para a preservação da qualidade. Isso se deve, principalmente, às oscilações de temperatura que ocorrem durante o carregamento, descarregamento e até mesmo ao longo de todo o percurso de transporte. Estimam que cerca de um terço dos alimentos frescos são desperdiçados em razão de condições inadequadas de higiene e conservação durante as etapas de distribuição. Complementando essa perspectiva, ressaltou a importância da implantação de sistemas de gestão voltados para a garantia da qualidade, com foco na segurança dos alimentos e no controle eficaz das doenças de origem alimentar (15 e 16). A complexidade envolvida na logística de produtos perecíveis impõe desafios significativos, entre os quais se destacam o controle da vida útil e a prevenção de falhas na cadeia do frio. Nesse contexto, um dos principais objetivos é assegurar a manutenção contínua da cadeia de refrigeração, desde a produção até o consumo final, a fim de minimizar perdas na qualidade dos alimentos (L17; 18 e 19).

Segundo Ruiz-Garcia et al. (20), os avanços nas tecnologias de sensores sem fio marcaram uma nova etapa no monitoramento logístico, impulsionados pela compactação dos dispositivos, pela evolução da radiofrequência e por melhorias nos circuitos digitais. Essas tecnologias englobam redes de sensores sem fio (RSSF) e sistemas de identificação por radiofrequência (RFID), ambos baseados em dispositivos capazes de detectar e transmitir dados em tempo real, conforme destacado por (21). Com isso este trabalho tem objetivo, de buscar por intermédio de pesquisas evidenciar a importância da cadeia do frio em produtos lácteos, visto que o leite é um alimento altamente nutritivo e de boa qualidade quando apresenta características como baixa carga microbiana e ausência de contaminantes (22).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa é de forma exploratória onde em determinado período foi catalogado trabalhos dos últimos 28 anos via a utilização de palavras-chaves refrigeração, cadeia do frio e conservação dos alimentos em plataformas de pesquisa que foram às bases de dados como Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Scientific Electronic Library Online (SciELO). Sendo que o critério de inclusão foi trabalhos completos disponíveis eletronicamente que abordam temas relacionados à cadeia do frio e lácteos, além de artigos mais específicos sobre refrigeração e congelamento de alimentos, que trouxessem relevância para o estudo em questão, desta forma ao final do fechamento do trabalho tem uma grande diversificação em relação a data dos trabalhos utilizados nesta pesquisa.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com o Instituto Internacional de Refrigeração, a cadeia do frio consiste no conjunto de etapas que envolvem o armazenamento, conservação, transporte, distribuição e manuseio de produtos sob controle rigoroso de temperatura reduzida (23).

Os métodos de conservação por refrigeração, como o resfriamento e o congelamento, utilizam baixas temperaturas como principal mecanismo para prolongar a vida útil dos alimentos (24). Uma das principais vantagens desse processo é a capacidade de preservar, em grande parte, os valores nutricionais e as características sensoriais dos produtos. No entanto, para garantir a eficácia da conservação, é essencial que as matérias-primas estejam em boas condições antes de serem submetidas ao resfriamento ou congelamento (25). Um dos maiores desafios no armazenamento refrigerado é manter a integridade e a qualidade dos alimentos, sejam crus ou processados. Isso inclui a preservação do sabor, aroma, cor e textura, além da segurança microbiológica. A deterioração causada por falhas na refrigeração pode resultar na proliferação de microrganismos patogênicos e, conseqüentemente, em riscos à saúde do consumidor, como a ocorrência de intoxicações alimentares (26).

### **Resfriamento**

Na cadeia produtiva do leite, destacam-se etapas fundamentais como o transporte e o resfriamento do leite cru até sua chegada à indústria. Considerando a alta perecibilidade do leite e de seus derivados, é indispensável manter condições rigorosas de temperatura e refrigeração ao longo de todo o processo. A preservação da cadeia do frio e o controle de qualidade são essenciais para garantir que o produto chegue ao consumidor em condições adequadas de consumo, assegurando tanto sua segurança quanto sua qualidade (27). Os custos relacionados ao transporte do leite desde as propriedades rurais até a indústria são elevados, principalmente devido à dispersão geográfica das unidades produtoras e ao baixo volume de produção individual. Essa

característica evidencia a heterogeneidade da cadeia leiteira, impondo desafios tanto para os produtores quanto para as agroindústrias, que precisam investir em infraestrutura específica como tanques isotérmicos, postos de resfriamento e veículos refrigerados além de realizarem análises rigorosas, como contagens bacterianas, de células somáticas e testes para detecção de resíduos de antibióticos, a fim de garantir a qualidade e segurança do leite (28). O resfriamento imediato do leite logo após a ordenha, por meio de tanques de expansão, tem impacto significativo na sua qualidade. Esse procedimento reduz a ação de bactérias deteriorantes, que, ao fermentar a lactose, produzem ácido láctico e elevam a acidez do leite um dos principais problemas enfrentados pelas indústrias de laticínios (29). A elevada carga microbiana pode também comprometer outras propriedades importantes do leite, como o ponto de congelamento (crioscopia), densidade, composição química e características sensoriais (30).

De acordo com as normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o leite deve ser resfriado a uma temperatura igual ou inferior a 4 °C em até três horas após o término da ordenha. A temperatura máxima permitida para estocagem do leite cru é de 7 °C, sendo esse controle térmico essencial para a manutenção da qualidade do produto até o processamento industrial (31). A temperatura desempenha um papel fundamental no desenvolvimento microbiano nos alimentos, influenciando diretamente a duração da fase de latência, a taxa de multiplicação dos microrganismos e alterações na composição química e enzimática das células. Esses fatores podem favorecer ou prejudicar o crescimento microbiano nos alimentos, dependendo das condições em que ocorrem (32).

A temperatura também está diretamente relacionada à qualidade higiênico-sanitária e sensorial dos produtos refrigerados, pois impacta a velocidade das reações químicas, bioquímicas e microbiológicas. Quando há falhas na cadeia do frio, essas reações podem ser aceleradas, comprometendo a integridade e a segurança dos alimentos. Por isso, manter a cadeia do frio contínua e eficiente é indispensável para prolongar a vida útil e preservar a qualidade dos produtos perecíveis (33). Embora muitos produtores demonstrem preocupação com a refrigeração do leite, estudos apontam uma negligência recorrente em relação à manutenção dos tanques de expansão. Frequentemente, os investimentos na aquisição desses equipamentos ocorrem por exigência das indústrias de laticínios ou por interesses econômicos, como o aumento do poder de negociação e a redução de custos logísticos. No entanto, em muitos casos, os produtores não recebem orientação técnica adequada sobre o uso e a conservação correta dos tanques, o que compromete sua eficiência (34).

## **Sensores**

Segundo Lütjen et al. (35), o conceito de “contêiner inteligente”, baseado na integração de redes de sensores para monitoramento em tempo real, representa uma inovação na gestão do

transporte de produtos perecíveis. Essa tecnologia permite um controle mais preciso das condições ambientais durante o transporte, contribuindo para o aumento da eficiência logística e a redução de perdas ao longo da cadeia de suprimentos.

Os recentes avanços na tecnologia RFID com sensores integrados e funcionalidades de *data logger* têm ampliado significativamente as possibilidades de aplicação no setor de alimentos, especialmente em cadeias que lidam com produtos de curta vida útil (36). A tecnologia de identificação por radiofrequência possibilita o reconhecimento automático da presença do produto e o monitoramento de suas condições de exposição, o que aumenta a confiabilidade das informações e facilita o compartilhamento de dados entre todos os agentes envolvidos na cadeia logística (37). O RFID funciona como um chip com capacidade de armazenar e transmitir dados por meio de ondas eletromagnéticas, utilizando um circuito integrado específico para essa finalidade. As redes de sensores sem fio (RSSF) normalmente operam na faixa de 2,4 GHz, (42). Essa frequência oferece diversas vantagens, como maior largura de banda (83 MHz), uso de antenas compactas e a ampla disponibilidade de sensores de rádio compatíveis com o padrão IEEE 802.15.4. Para aplicações externas ou em ambientes construídos, uma potência de transmissão de apenas 1,0 mW é suficiente para alcançar distâncias de transmissão entre 10 e 100 metros. No entanto, a propagação do sinal pode ser significativamente comprometida em ambientes com presença de alimentos com alto teor de umidade, o que dificulta a transmissão dos dados (38).

De acordo com Ogasawara e Yamasaki (39), a aplicação de etiquetas RFID equipadas com sensores de temperatura no contexto da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) na cadeia do frio possibilita um gerenciamento mais eficaz dos riscos relacionados à temperatura durante o transporte de alimentos. Essa abordagem permite maior controle e segurança ao longo de toda a cadeia logística. Os avanços na integração de sensores com a tecnologia RFID têm ampliado consideravelmente as possibilidades de rastreabilidade na cadeia alimentar, sobretudo em produtos perecíveis (36). Nesse sentido, Cuiñas et al. (40) realizaram estudos com projetos-piloto para avaliar a aplicação de redes de sensores em diferentes segmentos da indústria alimentícia, incluindo vinhos, pescados e carnes. Os resultados demonstraram que essa tecnologia é capaz de oferecer um fluxo contínuo de informações entre os agentes da cadeia produtiva, além de permitir o monitoramento eficaz de parâmetros críticos de conservação. Os autores ainda estimam que o retorno sobre o investimento ocorra em médio prazo, entre quatro e cinco anos.

Lang et al. (41) destacam que a implementação de redes de sensores sem fio (RSSF) em contêineres refrigerados, aliada a modelos de estimativa da vida útil de frutas, viabiliza uma nova abordagem de gestão logística: o modelo dinâmico *First Expire, First Out* (FEFO). Esse sistema prioriza a distribuição dos produtos com menor tempo de prateleira restante, otimizando o fluxo de mercadorias e reduzindo perdas por vencimento.

Um exemplo prático da aplicação desta tecnologia ocorreu na Rede de Supermercados Shuitema, na Holanda, que em 2007 iniciou o monitoramento da temperatura de hortaliças desde a produção

agrícola até o ponto de venda. Diante dos resultados positivos, o projeto foi expandido para toda a rede e aplicado a todos os fornecedores. Foram utilizadas etiquetas RFID com padrão EPC Gen 2 UHF (42). A Lei Federal nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, que trata da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, estabelece diretrizes fundamentais para o controle de temperatura no recebimento e armazenamento de alimentos.

Segundo o **Artigo 21**, ao receber matérias-primas, ingredientes ou alimentos industrializados e prontos para consumo que demandem condições específicas de armazenamento, é obrigatório verificar e registrar a temperatura desses produtos em uma tabela específica. Conforme o §1º, os alimentos congelados devem ser recebidos com temperatura igual ou inferior a **-12 °C**, ou conforme a recomendação do fabricante. Já os alimentos refrigerados, de acordo com o §4º, devem ser entregues com temperatura entre **0 °C e 10 °C**, salvo indicação diferente do fabricante.

O **Artigo 28** da mesma lei orienta que produtos destinados à refrigeração sejam embalados de modo a permitir que o frio alcance adequadamente o centro do alimento. No armazenamento de diferentes categorias de alimentos no mesmo equipamento, deve-se respeitar a organização por risco de contaminação: alimentos prontos para o consumo devem ficar nas prateleiras superiores, alimentos preparados nas intermediárias e produtos crus nas inferiores sempre separados entre si. Além disso, os expositores devem ser ajustados para manter as temperaturas mais adequadas aos alimentos que exigem maior controle térmico.

## CONCLUSÕES

Desta forma, com base na pesquisa realizada, constata-se a importância da necessidade de manter a cadeia do frio. Em se tratando especificamente em relação a produtos lácteos, que tendo em vista sua composição são alimentos propícios a uma deterioração mais rápida, com isso a utilização de métodos de conservação e higienização aplicados de forma eficaz, controlada e constante se faz a perpetuação de produtos em bom estado de consumo. Além de produtos de origem animal, pode-se citar produtos hortifrutis, que requerem uma apresentação mais visual e desta maneira, a cadeia do frio é crucial para a boa conservação e diminuição de perdas. Assim, conclui-se a relevância do estudo acerca deste tema indústria e comércio em relação a constatação da importância e melhoramento contínuo na produção de alimentos desde a matéria-prima até a mesa do consumidor.

## REFERÊNCIAS

1. DA CRUZ, Andrea Viana et al. Perfil sociodemográfico e percepção dos consumidores sobre a segurança alimentar de produtos lácteos de origem bubalina em municípios do

- arquipélago do Marajó, Estado do Pará. **Veterinária e Zootecnia**, v. 27, p. 1-14, 2020. Disponível em: <https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/470> Acesso em: 20/05/2025.
2. ROCHA, Altino. Conservação dos produtos ao longo do tempo-Respostas da indústria de refrigeração. **publicação na Revista nº4 "Segurança e qualidade alimentar**, 2008.
  3. SPAGNOL, W. A. et al. Monitoring the cold chain: new technologies and recent advances. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. e2016069, 2018.
  4. NÖRNBERG, Maria de Fátima Barros Leal; TONDO, Eduardo César; BRANDELLI, Adriano. Bactérias psicrotóficas e atividade proteolítica no leite cru refrigerado. **Acta scientiae veterinariae**, v. 37, n. 2, p. 157-163, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2890/289021830007.pdf> Acesso em: 07/05/2025.
  5. SILVA, L. C. C.; BELOTI, V.; TAMANINI, R.; D'OIDIO, L.; MATTOS, M. R.; ARRUDA, A. M. C. T.; PIRES, E. M. F. Rastreamento de fontes da contaminação microbiológica do leite cru durante a ordenha em propriedades leiteiras do Agreste Pernambucano. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 1, p. 267-276, 2011. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n1p267> Acesso em: 20/05/2025.
  6. FRANK, J.F. et al. Tests for groups of microorganisms. In: MARSHALL, R.T. (Ed.). *Standard methods for the examination of dairy products*. 16.ed. Washington: American Public Health Association, 1992. p.271-286.
  7. CHAMPAGNE, Claude P. et al. Psychrotrophs in dairy products: their effects and their control. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 34, n. 1, p. 1-30, 1994. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408399409527648> Acesso em: 10/05/2025.
  8. SØRHAUG, T.; STEPANIAK, L. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: quality aspects. **Trends in Food Science & Technology**, v. 8, n. 2, p. 35-41, 1997. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224497010066> Acesso em: 20/05/2025.
  9. CHEN, L. D. R. M.; DANIEL, Roy M.; COOLBEAR, Tim. Detection and impact of protease and lipase activities in milk and milk powders. **International dairy journal**, v. 13, n. 4, p. 255-275, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694602001711> Acesso em: 11/05/2025.
  10. SOUZA, M. R. et al. Avaliação da qualidade do leite resfriado, estocado em propriedades rurais por 48 horas e recebido por uma indústria de laticínios. In: **Congresso Nacional de Laticínios**. 1999. p. 238-241.
  11. PALUDETTI, Lizandra F. et al. The effect of different precooling rates and cold storage on milk microbiological quality and composition. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 3, p. 1921-1929, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218300171> Acesso em: 07/05/2025.
  12. MORAES, Natália Rodrigues. Avaliação da temperatura de gôndolas de produtos de origem animal dos supermercados da cidade de Formiga-MG. 2013.
  13. BRITO, M. A. V. P.; BRITO, J. R. F.; PORTUGAL, J. A. B. Identificação de contaminantes bacterianos no leite cru de tanques de refrigeração. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 57, n. 327, p. 83-88, 2002.
  14. HEIDMANN, Nils et al. A low-power wireless UHF/LF sensor network with web-based remote supervision—Implementation in the intelligent container. In: **SENSORS, 2013 IEEE**. IEEE, 2013. p. 1-4. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6688422/> Acesso em: 20/05/2025.
  15. TINGMAN, Wang; JIAN, Zhang; XIAOSHUAN, Zhang. Fish product quality evaluation based on temperature monitoring in cold chain. **African journal of biotechnology**, v. 9, n. 37, p. 6146-6151, 2010. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/92214> Acesso em: 20/05/2025.

16. BRANDÃO, S. C. Segurança alimentar com foco no consumidor final. **Sustentabilidade da pecuária de leite no Brasil: qualidade e segurança alimentar**. Juiz de Fora: Embrapa, p. 39-46, 2001.
17. LÜTJEN, Michael; DITTMER, Patrick; VEIGT, Marius. Quality driven distribution of intelligent containers in cold chain logistics networks. **Production Engineering**, v. 7, p. 291-297, 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11740-012-0433-3> Acesso em: 07/05/2025.
18. CUIÑAS, I.; NEWMAN, R.; TREBAR, M.; CATARINUCCI, L.; MELCON, A. A. RFID-based traceability along the food-production chain. *IEEE Antennas & Propagation Magazine*, v. 56, n. 2, p. 196-207, 2014
19. RIZZO, Francesco et al. Improved security for commercial container transports using an innovative active RFID system. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 34, n. 3, p. 846-852, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084804510000809> Acesso em: 20/05/2025.
20. RUIZ-GARCIA, Luis; LUNADEI, Loredana. The role of RFID in agriculture: Applications, limitations and challenges. **Computers and electronics in agriculture**, v. 79, n. 1, p. 42-50, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169911001876> Acesso em: 16/05/2025.
21. EDERMANN, Reiner et al. Reducing food losses by intelligent food logistics. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 372, n. 2017, p. 20130302, 2014. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rsta.2013.0302> Acesso em: 10/05/2025.
22. REIS, Karla Terezinha M. Gollner et al. Qualidade microbiológica do leite cru e pasteurizado produzido no Brasil: revisão. **Journal of Health Sciences**, 2013. Disponível em: <https://journalhealthscience.pgsscogna.com.br/JHealthSci/article/view/591> Acesso em: 01/06/2025.
23. INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION – IIR. Temperature indicators and time-temperature integrators: 3rd informatory note on refrigeration and food. Paris, 2004. 3 p.
24. EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Agronegócio do Leite: Composição, 2021. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/compo-sicao\\_leite/AG01\\_128\\_21720039243.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/compo-sicao_leite/AG01_128_21720039243.html)>. Acesso em: 10/05/2025.
25. INOVADORA. Sistema de Segurança Alimentar-HACCP. Documento Interno da Empresa. 20pp. 2009.
26. FREIRE, C. E. C. A. et al. Avaliação sazonal da temperatura de iogurtes comercializados em um hipermercado de um município da Baixada Santista/SP/Seasonal evaluation of the temperature of yoghurts sold in a hypermarket in a municipality in Baixada Santista/SP. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 4, p. 43454-43464, 2021.
27. AGAPITO, Naraiana; PRUDÊNCIO, Elane Schwinden. Processo de armazenamento, transporte e distribuição de produtos em uma indústria de laticínios. **XXVIII Encontro nacional de engenharia de produção A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, v. 13, 2008. Disponível em: [https://www.academia.edu/download/38251027/enegep2008\\_TN\\_STO\\_069\\_492\\_11188.pdf](https://www.academia.edu/download/38251027/enegep2008_TN_STO_069_492_11188.pdf) Acesso em: 01/06/2025.
28. FILIPPSEN LAERTE, Francisco. Cadeia productiva do leite: prospecção de demandas tecnológicas do agronegócio paranaense. Disponível em: <https://www.sidalc.net/search/Record/KOHA-OAI-TEST:31960/Description> Acesso em: 23/05/2025.

29. COSTA, Fabiana Ferreira Da. Interferência de práticas de manejo na Qualidade microbiológica do leite produzido em propriedades rurais familiares. 2006. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vtt-8788> Acesso em: 18/05/2025.
30. ECKSTEIN, I. I.; POZZA, M. S. S.; TSUTSUMI, C. Y.; POZZA, P. C.; SABEDOT, M. A.; WOBETO, J. R. Composição e qualidade do leite em diferentes tipos e tempos de resfriamento. *Archives of Veterinary Science*, v. 18, n. 4, p. 46-56, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v18i4.29106> Acesso em: 17/05/2025.
31. BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Altera a Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, Leite Cru Refrigerado, Leite Pasteurizado e Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. *Diário Oficial da União*, Brasília, 29/12/2011, 2011.
32. SADHU, Sumita Paul. Effect of cold chain interruptions on the shelf-life of fluid pasteurised skim milk at the consumer stage. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. e2017064, 2018.
33. de Freitas PEREIRA, V., Doria, E. C. B., Júnior, B. D. C. C., de Camargo NEVES FILHO, L., & Júnior, V. S. (2010). Avaliação de temperaturas em câmaras frigoríficas de transporte urbano de alimentos resfriados e congelados. *Ciência e tecnologia de alimentos*, 30(1), 158-165. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3959/395940099024.pdf> Acesso em: 06/05/2025.
34. Melo, A. D. S., & Reis, R. P. (2007). Tanques de expansão e resfriamento de leite como alternativa de desenvolvimento regional para produtores familiares. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, 9(1), 111-122. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/878/87890109.pdf> Acesso em: 06/05/2025.
35. Lütjen, M., Dittmer, P., & Veigt, M. (2013). Quality driven distribution of intelligent containers in cold chain logistics networks. *Production Engineering*, 7, 291-297. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11740-012-0433-3> Acesso em: 10/06/2025.
36. Badia-Melis, R., Mishra, P., & Ruiz-García, L. (2015). Food traceability: New trends and recent advances. A review. *Food control*, 57, 393-401. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713515002698> Acesso em: 10/06/2025.
37. Zhang, M., & Li, P. (2012). RFID application strategy in agri-food supply chain based on safety and benefit analysis. *Physics Procedia*, 25, 636-642. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875389212005536> Acesso em: 02/06/2025.
38. Gao, J. (2011). *Intelligent and interactive package based on RFID and WSN* (Doctoral dissertation, KTH Royal Institute of Technology). Disponível em: <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:461338> Acesso em: 02/06/2025.
39. Ogasawara, A., & Yamasaki, K. (2006). A temperature-managed traceability system using RFID tags with embedded temperature sensors. *NEC technical journal*, 1(2), 82-86.
40. CUIÑAS, I.; NEWMAN, R.; TREBAR, M.; CATARINUCCI, L.; MELCON, A. A. RFID-based traceability along the food-production chain. *IEEE Antennas & Propagation Magazine*, v. 56, n. 2, p. 196-207, 2014. <http://dx.doi.org/10.1109/MAP.2014.6837090>.
41. Lang, W., Jedermann, R., Mrugala, D., Jabbari, A., Krieg-Brückner, B., & Schill, K. (2010). The “intelligent container”—a cognitive sensor network for transport management. *IEEE Sensors Journal*, 11(3), 688-698. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5582153/> Acesso em: 10/06/2025.
42. Swedberg, C. (2007). Schuitema ponders future of fresh-chain pilot. *RFID Journal*, December, 10.