

**ORDEMILK**

HOARD'S DAIRYMAN  
BRASIL

# GUIA PRÁTICO E CIENTÍFICO DA MASTITE BOVINA

Encontre a  
**Ordemilk:**



# **Sumário – O Guia Prático e Científico da Mastite Bovina**

**Capítulo 1 – Introdução à Mastite Bovina**

**Capítulo 2 – Classificação e Agentes Causadores**

**Capítulo 3 – Mecanismos de Infecção e Resposta Imune**

**Capítulo 4 – Fatores de Risco Para a Ocorrência de Mastite**

**Capítulo 5 – Diagnóstico de Campo e Laboratorial**

**Capítulo 6 – Tratamento e Uso Racional de Antibióticos**

**Capítulo 7 – Controle e Prevenção**

**Capítulo 8 – Mastite Subclínica: O Inimigo Invisível**

**Capítulo 9 – Mastite Clínica e Casos Especiais**

**Capítulo 10 – Gestão e Indicadores de Desempenho**

**Capítulo 11 – Estratégias Avançadas e Inovações**

**Capítulo 12 – Conclusão**

**Capítulo 13 – Referências Científicas**

## Capítulo 1 – Introdução à Mastite Bovina

A mastite bovina é uma inflamação do tecido mamário causada, na maioria das vezes, por infecção bacteriana. É reconhecida como a **doença de maior impacto econômico na pecuária leiteira mundial**, tanto por suas perdas diretas de produção quanto pelos custos indiretos relacionados ao descarte de leite, medicamentos, perda de vacas e penalizações por qualidade (Ruegg, 2017; Oliveira et al., 2021, *J. Dairy Sci.*).

Em rebanhos leiteiros dos Estados Unidos, as perdas econômicas associadas à mastite são estimadas entre **US\$ 150 e US\$ 400 por vaca/ano**, dependendo da prevalência e do sistema de manejo adotado (NMC, 2022; USDA, 2020).

---

### Importância econômica e impacto na produção

A mastite clínica ocorre em aproximadamente **25% das vacas em lactação por ano**, enquanto a mastite subclínica afeta **35 a 40% do rebanho**, sendo responsável por **reduções de 5% a 15% na produção individual de leite** (Schukken et al., 2020; Bradley & Green, 2018).

Essas perdas se intensificam em vacas de alta produção (acima de 9.000 kg/ano), nas quais níveis de **CCS superiores a 200.000 células/mL** estão associados a reduções médias de **1,5 a 2,5 litros/vaca/dia** (Harmon & Neave, 2018).

**Tabela 1. Impacto econômico médio da mastite clínica e subclínica em vacas leiteiras nos Estados Unidos**

<b>Tipo de Mastite</b>	<b>Frequência estimada no rebanho (%)</b>	<b>Perda média de produção (L/vaca/dia)</b>	<b>Custo médio total (US\$/vaca/ano)</b>	<b>Vacas descartadas (%)</b>	<b>Principais causas associadas</b>
Clínica leve	10–12	1,0–1,5	120–150	2–4	Contaminação durante ordenha, higiene inadequada
Clínica moderada	7–10	1,5–2,0	180–220	5–8	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus uberis</i> , <i>E. coli</i>
Clínica grave (toxêmica)	3–5	3,0–4,0	250–350	10–15	<i>E. coli</i> , <i>Klebsiella spp.</i>
Subclínica	35–40	0,5–1,0	100–120	3–5	<i>S. aureus</i> , <i>Corynebacterium spp.</i> , <i>S. agalactiae</i>
<b>Média ponderada</b>	<b>≈25% com CCS &gt;200.000</b>	<b>1,5–2,5</b>	<b>180–200</b>	<b>5–7</b>	—

**Fonte:** adaptado de Ruegg (2017); Oliveira et al. (2021); Schukken et al. (2020); NMC (2022).

**Observação:** valores médios estimados para rebanhos de alta produção (9.000–11.000 kg/ano).

### Fisiopatologia da infecção mamária

A infecção da glândula mamária inicia-se quando microrganismos patogênicos penetram o canal do teto, superando as **barreiras anatômicas e químicas de defesa**. O esfíncter e o tampão de queratina atuam como barreiras primárias, impedindo a entrada de agentes externos.

Quando essa proteção é rompida, as bactérias colonizam o epitélio alveolar, desencadeando uma **resposta inflamatória** caracterizada pelo aumento da **contagem de células somáticas (CCS)** e liberação de mediadores inflamatórios, como **IL-1 $\beta$ , IL-6 e TNF- $\alpha$**  (Paape et al., 2019; NASEM, 2021).

A reação inflamatória, embora necessária para eliminar o agente infeccioso, causa **danos às células secretoras** e redução temporária da síntese de lactose e gordura, resultando em queda imediata da produção de leite.

**Tabela 2. Principais etapas e respostas fisiológicas da infecção intramamária**

<b>Etapas</b>	<b>Evento biológico</b>	<b>Principais células envolvidas</b>	<b>Efeito sobre o tecido mamário</b>
1. Penetração bacteriana	Entrada do agente via canal do teto	—	Exposição do epitélio alveolar
2. Adesão e colonização	Multiplicação bacteriana e adesão à parede alveolar	—	Início da inflamação local
3. Resposta inflamatória	Migração de neutrófilos e macrófagos; liberação de citocinas	Neutrófilos, macrófagos	Aumento da CCS, febre local, dor
4. Dano e reparo tecidual	Substituição de células lesionadas; reestruturação tecidual	Células epiteliais e fibroblastos	Recuperação parcial da função secretora

**Fonte:** adaptado de Paape et al. (2019); NASEM (2021).

### Barreiras anatômicas e imunológicas do úbere

O úbere saudável apresenta múltiplas camadas de defesa que atuam de forma integrada. Essas barreiras são classificadas como **estruturais** (físicas) e **imunológicas** (celulares e humorais).

1. **Canal do teto:** revestido por queratina, que possui propriedades bacteriostáticas e retém partículas microbianas.
2. **Esfíncter do teto:** músculo circular que se fecha após a ordenha, impedindo a entrada de patógenos.
3. **Epitélio alveolar:** primeira linha de contato com agentes infecciosos; secreta lactoferrina e defensinas.
4. **Células imunes residentes:** macrófagos e neutrófilos, que realizam fagocitose e liberação de citocinas.
5. **Imunidade adaptativa local:** linfócitos e anticorpos específicos (IgG1, IgG2, IgA) circulando no leite.

**Tabela 3. Principais barreiras anatômicas e imunológicas do úbere bovino**

<b>Tipo de barreira</b>	<b>Localização</b>	<b>Função principal</b>	<b>Limitações</b>
Queratina do canal do teto	Interior do canal	Impedir adesão bacteriana	Pode ser removida por ordenha agressiva
Esfíncter do teto	Extremidade inferior do canal	Bloquear entrada de patógenos	Lesões mecânicas facilitam infecção
Epitélio alveolar	Lúmen da glândula	Produção de substâncias antimicrobianas	Sensível à inflamação prolongada
Macrófagos e neutrófilos	Lúmen e tecido conjuntivo	Fagocitose e destruição de patógenos	Excesso causa dano tecidual
Anticorpos locais (IgG, IgA)	Leite e fluido intersticial	Neutralização de toxinas e bactérias	Resposta lenta em infecções agudas

**Fonte:** Hogan & Smith (2019, NMC Proceedings); Ruegg (2017).

---

### Classificação clínica e epidemiológica

A mastite é tradicionalmente classificada de acordo com a **gravidade dos sinais clínicos** e a **origem do agente infeccioso**. Essa divisão é essencial para o manejo e escolha do tratamento adequado.

---

### Resumo técnico do capítulo

Indicador	Valor médio	Fonte
Custo médio por vaca/ano	US\$ 150–200	Ruegg, 2017; Oliveira et al., 2021
Vacas com mastite clínica	25%/ano	NMC, 2022
Vacas com mastite subclínica	35–40%	Schukken et al., 2020
Perda média de produção (CCS > 200 mil)	1,5–2,5 L/vaca/dia	Harmon & Neave, 2018
Patógenos mais comuns	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. uberis</i>	NMC, 2020

---

### Mensagem final

A mastite não é apenas uma infecção, mas uma **doença multifatorial**, influenciada por imunidade, manejo, ambiente e higiene de ordenha. Compreender a anatomia, fisiologia e os mecanismos de defesa do úbere é o primeiro passo para **implantar um programa eficaz de prevenção e controle duradouro**.

## Capítulo 2 – Classificação e Agentes Causadores

A classificação da mastite bovina é fundamental para compreender sua epidemiologia, definir estratégias de prevenção e escolher o tratamento mais eficaz.

De forma geral, a doença pode ser classificada segundo **dois critérios principais**:

1. **Quanto à manifestação clínica:** leve, moderada, grave ou subclínica.
2. **Quanto à origem do agente:** contagiosa, ambiental ou oportunista.

Essas duas abordagens se complementam, permitindo ao técnico de campo avaliar tanto a **forma de apresentação** da infecção quanto o **modo de transmissão** predominante no rebanho (Bradley & Green, 2018; NMC, 2022).

---

### Classificação clínica

A **classificação clínica** baseia-se na intensidade dos sinais observados no leite, no úbere e no estado geral da vaca. Essa divisão auxilia na decisão terapêutica e na avaliação do risco sistêmico do caso.

Tipo clínico	Sinais predominantes	Evolução e prognóstico	Conduta recomendada
<b>Leve</b>	Grumos no leite, sem alteração do úbere	Localizada e de curta duração	Tratamento intramamário; monitorar CCS
<b>Moderada</b>	Grumos + edema e calor local	Duração intermediária (2–5 dias)	Tratamento intramamário + suporte anti-inflamatório
<b>Grave (toxêmica)</b>	Edema intenso, febre, apatia, desidratação	Pode evoluir para septicemia	Tratamento sistêmico, fluidoterapia e anti-inflamatório
<b>Subclínica</b>	Sem sinais visíveis; CCS elevada	Crônica, de longa duração	Monitoramento, cultura, terapia de vaca seca

**Fonte:** Ruegg (2017); Hogan & Smith (2019, *NMC Proceedings*); Oliveira et al. (2021, *JDS*).

## Classificação epidemiológica

A **classificação epidemiológica** divide os agentes conforme o local de origem e o modo de transmissão. Essa distinção é essencial para o controle, pois as medidas preventivas diferem conforme o agente predomina no rebanho (Smith & Hogan, 2019).

- **Mastite contagiosa:** transmitida de vaca para vaca durante a ordenha. Os agentes vivem na glândula mamária e na pele dos tetos.
- **Mastite ambiental:** causada por patógenos do ambiente, como cama, fezes e água. Ocorre entre as ordenhas.
- **Mastite oportunista:** ocorre por microrganismos que habitam normalmente o úbere ou a pele, mas se tornam patogênicos em vacas imunossuprimidas ou sob manejo inadequado.

**Quadro 2. Classificação epidemiológica da mastite bovina**

Tipo de mastite	Agente principal	Fonte de infecção	Transmissão	Situação de risco
Contagiosa	<i>Staphylococcus aureus</i>	Glândula mamária infectada	Durante a ordenha	Ordenhadores sem higienização adequada, teteiras compartilhadas
Contagiosa	<i>Streptococcus agalactiae</i>	Leite infectado	Durante a ordenha	Falhas no pós-dipping e descarte de vacas crônicas
Contagiosa	<i>Mycoplasma bovis</i>	Secreções respiratórias e leite	Contato direto	Alta densidade animal e transporte coletivo
Ambiental	<i>Escherichia coli</i>	Fezes, água e camas úmidas	Entre ordenhas	Ambientes mal drenados e camas contaminadas
Ambiental	<i>Klebsiella spp.</i>	Serragem e cama de madeira	Entre ordenhas	Cama orgânica mal manejada

Tipo de mastite	Agente principal	Fonte de infecção	Transmissão	Situação de risco
<b>Ambiental</b>	<i>Streptococcus uberis</i>	Solo e material vegetal	Entre ordenhas	Higiene deficiente na pré-ordenha
<b>Oportunista</b>	<i>Corynebacterium bovis</i>	Pele e canal do teto	Após ordenha	Fim da ordenha, esfíncter aberto
<b>Oportunista</b>	<i>Prototheca spp.</i> , leveduras	Água contaminada	Diversos	Limpeza deficiente de equipamentos

Fonte: NMC (2022); Smith & Hogan (2019); Bradley & Green (2018).

### Principais agentes contagiosos

Os agentes **contagiosos** vivem na glândula mamária e se disseminam principalmente durante a ordenha. São responsáveis por infecções persistentes e de difícil cura, exigindo manejo rigoroso e descarte seletivo.

**Tabela 4. Características dos principais agentes de mastite contagiosa**

Agente	Tipo de microrganismo	Forma de transmissão	Persistência	Resposta ao tratamento	Comentário técnico
<i>Staphylococcus aureus</i>	Bactéria Gram-positiva	Durante a ordenha	Alta	Baixa	Forma biofilme, infecção crônica
<i>Streptococcus agalactiae</i>	Bactéria Gram-positiva	Ordenha	Moderada	Alta	Curável com tratamento intramamário adequado
<i>Mycoplasma bovis</i>	Bactéria sem parede celular	Aerossóis e leite	Alta	Muito baixa	Requer isolamento do animal infectado

Agente	Tipo de microrganismo	Forma de transmissão	Persistência	Resposta ao tratamento	Comentário técnico
<i>Corynebacterium bovis</i>	Bactéria Gram-positiva	Canal do teto	Moderada	Alta	Indicador de falhas no pós-dipping

Fonte: NMC (2020); Oliveira et al. (2021); USDA (2020).

### Principais agentes ambientais

Os agentes **ambientais** são adquiridos no ambiente, principalmente entre as ordenhas. Sua ocorrência está diretamente relacionada à **higiene do alojamento, ventilação e manejo de camas**.

**Tabela 5. Características dos principais agentes de mastite ambiental**

Agente	Origem principal	Sobrevivência no ambiente	Tipo de mastite	Prognóstico	Prevenção
<i>Escherichia coli</i>	Fezes, água, solo	Alta (úmido e quente)	Clínica aguda	Reservado	Higiene, pré-dipping e camas secas
<i>Klebsiella spp.</i>	Serragem e cama orgânica	Alta	Clínica grave e toxêmica	Ruim	Uso de cama inorgânica (areia)
<i>Streptococcus uberis</i>	Solo e material vegetal	Moderada	Subclínica ou clínica leve	Bom	Higiene pré-ordenha e controle de umidade
<i>Enterococcus spp.</i>	Fezes e água	Alta	Subclínica persistente	Variável	Limpeza de corredores e drenagem adequada

Fonte: Hogan & Smith (2019); Bradley & Green (2018); NMC (2022).

### Agentes oportunistas e emergentes

Além dos patógenos clássicos, há microrganismos **oportunistas e emergentes** que vêm sendo relatados em rebanhos de alta produção, especialmente em fazendas com uso intenso de antibióticos ou condições ambientais específicas.

**Tabela 6. Agentes oportunistas e emergentes de mastite bovina**

Agente	Tipo	Características	Risco de disseminação	Comentário técnico
<i>Prototheca spp.</i>	Alga unicelular	Cresce em água contaminada, resistente a desinfetantes	Alto	Infecções intramamárias incuráveis; recomendação de descarte
<i>Candida spp.</i>	Levedura	Associada a antibióticos intramamários	Baixo	Geralmente autolimitante
<i>Nocardia spp.</i>	Bactéria	Infecção pós-terapia intramamária mal executada	Moderado	Causa abscessos persistentes
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Bactéria	Água e umidade; resistente a múltiplos antibióticos	Alto	Requer revisão de equipamentos e linhas d'água

**Fonte:** Oliveira et al. (2021); Hogan & Smith (2019); NMC (2020).

**Síntese técnica do capítulo**

<b>Categoria</b>	<b>Exemplo de agente</b>	<b>Origem</b>	<b>Transmissão</b>	<b>Frequência aproximada (%)</b>	<b>Controle prioritário</b>
Contagiosa	<i>S. aureus</i> , <i>S. agalactiae</i>	Glândula mamária	Ordenha	20–30	Pós-dipping e terapia de vaca seca
Ambiental	<i>E. coli</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>S. uberis</i>	Cama e fezes	Entre ordenhas	40–50	Higiene e drenagem das camas
Oportunista	<i>Prototheca</i> , <i>Candida</i>	Água e pele	Diversos	5–10	Revisão sanitária e manejo preventivo

**Fonte:** adaptado de NMC (2022); USDA (2020).

**Mensagem final**

O conhecimento dos **agentes etiológicos e suas rotas de transmissão** é o pilar central de qualquer programa de controle de mastite.

Fazendas que monitoram a origem dos casos e identificam seus agentes predominantes reduzem em até **60% a incidência anual de novos casos clínicos** (Ruegg, 2017).

Controlar mastite é, acima de tudo, compreender **onde o inimigo está e como ele se espalha**.

## Capítulo 3 – Mecanismos de Infecção e Resposta Imune

A mastite é o resultado da falha temporária das barreiras naturais do úbere e da resposta imunológica da vaca frente à invasão de microrganismos.

Compreender os mecanismos de infecção e defesa é essencial não apenas para entender a doença, mas para **agir rapidamente no campo**, direcionando decisões de tratamento, prevenção e descarte.

(Revisado com base em Paape et al., 2019; Hogan & Smith, 2019; Schukken et al., 2020; NASEM, 2021).

### Como a infecção se instala

A infecção da glândula mamária ocorre em quatro etapas interligadas:

1. **Entrada do patógeno pelo canal do teto.**
2. **Colonização e multiplicação bacteriana.**
3. **Resposta inflamatória intensa (neutrófilos e citocinas).**
4. **Dano e reparo tecidual.**

Cada fase tem **sinais clínicos e condutas específicas**.

O técnico deve identificar rapidamente em qual estágio o animal se encontra para **definir a melhor intervenção**.

**Tabela 1. Interpretação prática das fases da infecção e conduta de campo**

<b>Fase da infecção</b>	<b>Sinais clínicos observáveis</b>	<b>Conduta recomendada na fazenda</b>	<b>Ação preventiva associada</b>
<b>Penetração (início)</b>	Teto úmido, leve irritação, sem grumos	Garantir pré e pós-dipping; revisar teteiras e vácuo	Secagem completa do teto após ordenha
<b>Colonização</b>	Grumos leves no leite, sem febre	Coletar amostra para cultura; iniciar tratamento intramamário precoce	Higiene das mãos e panos individuais
<b>Resposta inflamatória</b>	Edema, dor, calor, CCS alta, possível febre	Tratamento intramamário + anti-inflamatório; em	Checar temperatura do

<b>Fase da infecção</b>	<b>Sinais clínicos observáveis</b>	<b>Conduta recomendada na fazenda</b>	<b>Ação preventiva associada</b>
		casos graves, fluidoterapia	leite e vedação das teteiras
<b>Dano e reparo</b>	Redução da produção, endurecimento do quarto	Avaliar cura clínica e bacteriológica; possível secagem antecipada do quarto afetado	Terapia de vaca seca; avaliar descarte seletivo

**Fonte:** adaptado de Ruegg (2017); Paape et al. (2019); Hogan & Smith (2019).

**Objetivo:** orientar a tomada de decisão no campo de acordo com o estágio clínico da infecção, priorizando intervenção precoce e redução de perdas.

#### **A resposta imune em campo**

A resposta de defesa depende da rapidez com que as células imunes — **neutrófilos e macrófagos** — chegam ao local da infecção.

Essa eficiência é diretamente afetada por fatores de manejo e nutrição.

Deficiências de **selênio, vitamina E, zinco e cobre**, bem como **estresse térmico** ou **má higiene na ordenha**, reduzem a velocidade de resposta e aumentam a gravidade clínica dos casos (Hogan & Smith, 2019; NASEM, 2021).

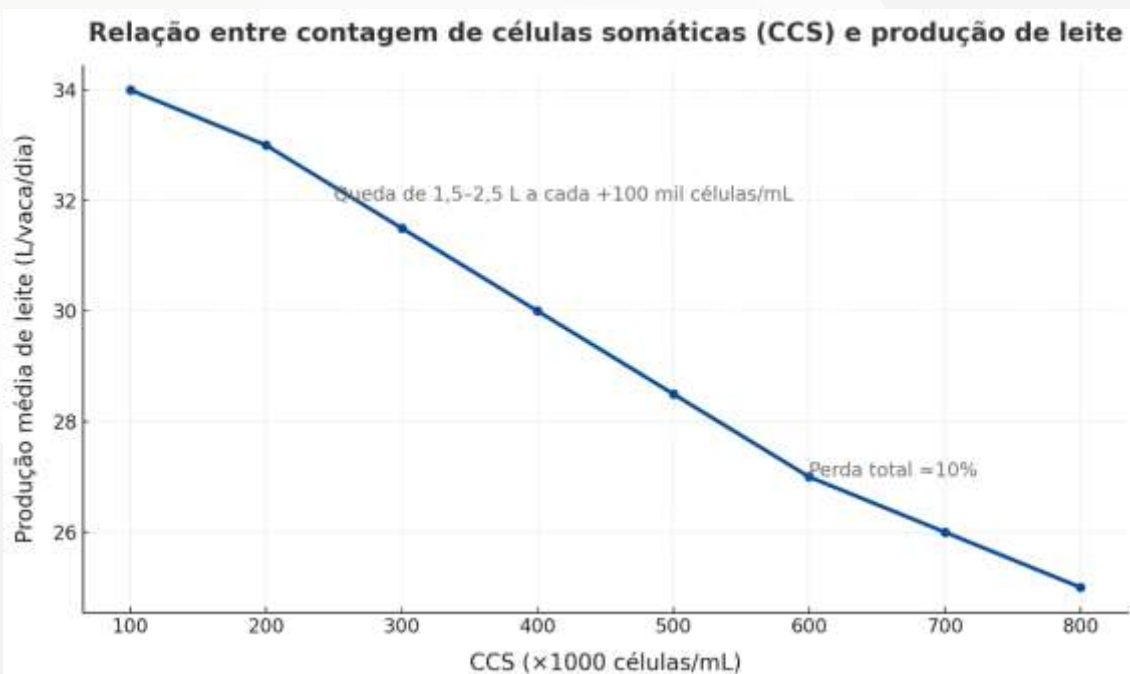
**Tabela 2. Avaliação prática da imunidade do rebanho e medidas corretivas**

<b>Situação observada na fazenda</b>	<b>Interpretação técnica</b>	<b>Ação imediata recomendada</b>	<b>Impacto esperado</b>
Alta incidência de mastite no pós-parto	Imunossupressão e deficiência antioxidante	Suplementar selênio (0,3 ppm) e vitamina E (1000 UI/dia)	Reduz novos casos em até 30%
Mastite recorrente no mesmo quarto	Falha na cura bacteriológica ou dano tecidual	Reavaliar protocolo de antibiótico; considerar secagem antecipada do quarto	Reduz risco de descarte

Situação observada na fazenda	Interpretação técnica	Ação imediata recomendada	Impacto esperado
Alta CCS sem casos clínicos	Infecção subclínica persistente	Fazer cultura e terapia de vaca seca direcionada	Reduz CCS do tanque em 20–30%
Casos graves com febre e apatia	Endotoxemia (Gram-negativos)	Iniciar fluidoterapia e anti-inflamatório imediatamente	Melhora taxa de sobrevivência e produção futura
Baixa CCS em rebanho com histórico de mastite ambiental	Boa imunocompetência	Manter protocolos atuais e revisar rotina de ordenha	Mantém padrão de qualidade e bonificação

**Fonte:** adaptado de NASEM (2021); Ruegg (2017); Schukken et al. (2020).

**Objetivo:** fornecer ao técnico de campo um instrumento de decisão rápida para diagnóstico situacional e correção imediata de falhas no manejo ou na imunidade do rebanho.



### Legenda – Gráfico 2. Relação entre CCS e produção de leite

O gráfico demonstra a relação inversa entre a **contagem de células somáticas (CCS)** e a **produção média de leite**.

A cada **aumento de 100.000 células/mL acima de 200.000**, há redução de **1,5 a 2,5 litros/vaca/dia**.

Quando a CCS ultrapassa **600.000 células/mL**, as perdas podem chegar a **10% da produção total da lactação**.

Esses dados evidenciam que **controlar a CCS é uma estratégia direta de aumento de produtividade**.

**Fonte:** Ruegg (2017); Schukken et al. (2020); NMC (2022).

### Mensagem final

Compreender o mecanismo de infecção e a resposta imune não é apenas um exercício teórico — é a base da **decisão clínica e do manejo diário**.

Detectar precocemente, intervir com precisão e corrigir falhas imunológicas e ambientais são as ações que **separam rebanhos com mastite crônica daqueles que produzem leite de alta qualidade**.

## CAPÍTULO 4 – FATORES DE RISCO PARA A OCORRÊNCIA DA MASTITE

A **mastite bovina** é uma enfermidade **multifatorial**. Embora a infecção seja causada por **microrganismos**, o seu estabelecimento depende, na maioria das vezes, da presença prévia de **falhas no sistema de produção**. Essas falhas estão diretamente relacionadas ao **ambiente**, ao **equipamento de ordenha**, ao **manejo** e à **integridade da ponta do teto** (Ruegg, 2017; NMC, 2022).

A simples presença de bactérias no ambiente não é suficiente para causar a doença. A mastite se instala quando ocorre comprometimento das **barreiras anatômicas e imunológicas do úbere**, associado a erros operacionais na rotina de ordenha (Paape et al., 2019; Schukken et al., 2020).

---

### Ambiente, máquina e manejo

Os **fatores de risco** para mastite podem ser agrupados em três pilares:

**Tabela 1. Principais pilares de risco para mastite**

Pilar	Função técnica	Efeito quando há falha
<b>Ambiente</b>	Define a <b>pressão infecciosa</b>	Aumento de contaminação
<b>Máquina</b>	Mantém a <b>integridade do teto</b>	Lesões mecânicas
<b>Manejo</b>	Controla a <b>transmissão</b>	Disseminação entre vacas

Fonte: adaptado de Ruegg (2017); NMC (2022).

A ocorrência simultânea de falhas nesses pilares eleva significativamente a incidência de **mastite clínica e subclínica**.

---

### Integridade da ponta do teto

A **extremidade do teto** é a principal **barreira física** contra a entrada de patógenos. Para que essa defesa seja eficiente, o **esfíncter** deve manter-se funcional e a **camada de queratina** preservada (Paape et al., 2019).

Alterações nessa região aumentam de forma direta o risco de infecção. Entre essas alterações, destaca-se a **hiperqueratose**, caracterizada pelo

espessamento da ponta do teto, comumente associada a problemas de **ordenha mecânica**.

A hiperqueratose está relacionada principalmente a:

- **vácuo excessivo;**
- **pulsação inadequada;**
- **teteiras desgastadas;**
- **sobreordenha;**
- **retirada incorreta do conjunto.**

Essas condições prejudicam o **fechamento do canal do teto** e reduzem a retenção da **queratina**, facilitando a penetração bacteriana, especialmente no período imediatamente após a ordenha (Ruegg, 2017; Schukken et al., 2020).

**Tabela 2. Condição da ponta do teto e risco de infecção**

<b>Condição</b>	<b>Descrição</b>	<b>Risco</b>
<b>Normal</b>	Canal íntegro	Baixo
<b>Leve</b>	Anel visível	Moderado
<b>Moderada</b>	Espessamento	Alto
<b>Severa</b>	Fissuras	Muito alto

Fonte: adaptado de Ruegg (2017); Schukken et al. (2020).

---

### **Fatores associados à máquina de ordenha**

A **máquina de ordenha** não causa mastite, mas pode se tornar **fator predisponente** quando apresenta falhas de regulagem (Hogan & Smith, 2019).

Principais desvios técnicos:

- **vácuo elevado;**
- **pulsação irregular;**
- entrada de ar no sistema;
- vedação incorreta das teteiras;
- tempo excessivo de ordenha.

**Tabela 3. Falhas técnicas e seus efeitos**

<b>Falha</b>	<b>Consequência</b>
<b>Vácuo alto</b>	Lesão do teto
<b>Pulsação irregular</b>	Estresse do esfíncter
<b>Teteiras vencidas</b>	Refluxo
Entrada de ar	Contaminação
<b>Sobreordenha</b>	Perda da queratina

Fonte: adaptado de Hogan & Smith (2019); Ruegg (2017).

---

### **Fatores ambientais**

O **ambiente** define a intensidade do desafio bacteriano entre ordenhas. Camas úmidas, excesso de fezes, ventilação deficiente e falhas de drenagem ampliam a pressão infecciosa (Schukken et al., 2020).

Segundo o **USDA (2020)**, fazendas que utilizam **cama inorgânica (areia)** apresentam menor prevalência de mastite ambiental.

---

### **Fator humano**

O **manejo humano** influencia diretamente a eficiência do controle da mastite. Falhas na execução da rotina favorecem a **transmissão cruzada**.

Erros frequentes:

- ausência de **pré-dipping**;
- secagem inadequada dos tetos;
- uso de pano coletivo;
- colocação apressada das teteiras;
- falha na aplicação do **pós-dipping**.

Propriedades com rotina inconsistente apresentam maior taxa de mastite, independentemente da estrutura (Schukken et al., 2020).

### **Síntese técnica**

A bactéria só entra quando a defesa falha.

A defesa falha quando o sistema falha.

Onde há **lesão de teto**, há risco.

Onde há **ambiente contaminado**, há pressão.

Onde há **falha humana**, há transmissão.

---

### **Mensagem final**

A mastite não começa na bactéria.

Começa na **rotina**.

**Controle** não é antibiótico.

**Controle** é sistema.

## Capítulo 5 – Diagnóstico de Campo e Laboratorial

O diagnóstico rápido e preciso da mastite é o ponto central de qualquer programa de controle.

Identificar **o tipo de mastite, o agente envolvido e o momento ideal para intervenção** evita o uso desnecessário de antibióticos, reduz descarte de leite e melhora a taxa de cura (NMC, 2022; Oliveira et al., 2021).

O diagnóstico pode ser dividido em dois níveis complementares:

1. **Diagnóstico de campo**, baseado em sinais clínicos e testes rápidos.
2. **Diagnóstico laboratorial**, voltado à confirmação bacteriológica e tomada de decisão estratégica.

---

### Diagnóstico de campo

O diagnóstico de campo é o primeiro passo e deve ser realizado durante a ordenha ou imediatamente após a observação de alterações no leite ou no úbere.

Os principais sinais incluem **presença de grumos, alterações de cor, dor, calor, inchaço e queda de produção**.

Entretanto, a ausência de sinais visíveis não descarta infecção — especialmente nos casos **subclínicos**.

**Tabela 1. Ferramentas práticas de diagnóstico de campo e interpretação**

<b>Teste / Observação</b>	<b>O que identifica</b>	<b>Como realizar corretamente</b>	<b>Interpretação e conduta de campo</b>
<b>Caneca de fundo preto</b>	Presença de grumos e alterações visuais	Antes da colocação das teteiras, descartar os primeiros jatos	Grumos → mastite clínica leve; iniciar tratamento e registrar
<b>CMT (California Mastitis Test)</b>	Mastite subclínica (aumento da CCS)	Misturar leite e reagente em partes iguais na raquete CMT	Formação de gel = CCS > 200.000 → iniciar controle e cultura
<b>Condutividade elétrica</b>	Alterações na composição do leite	Medir com condutímetro individual ou robô de ordenha	Aumento >15% entre quartos → inflamação localizada

<b>Teste / Observação</b>	<b>O que identifica</b>	<b>Como realizar corretamente</b>	<b>Interpretação e conduta de campo</b>
<b>Temperatura do quarto mamário</b>	Detecção de inflamação aguda	Uso de termômetro infravermelho ou toque manual	Calor e dor → início de mastite clínica
<b>Aspecto do úbere</b>	Avaliação geral de inflamação	Inspeção visual e palpação	Endurecimento e assimetria → infecção ativa

**Fonte:** adaptado de NMC (2022); Hogan & Smith (2019); Oliveira et al. (2021).

**Objetivo:** padronizar a rotina de diagnóstico na fazenda e permitir ação imediata diante de casos clínicos e subclínicos.

### **Diagnóstico laboratorial**

O diagnóstico laboratorial é essencial para determinar **o agente etiológico** e definir **o tratamento mais eficaz**.

A coleta de amostras deve seguir protocolo rigoroso para evitar contaminações e resultados falsos.

As principais técnicas utilizadas em laboratórios de referência são:

- **Cultura microbiológica tradicional** (48 horas): identifica patógenos e classifica por grupo.
- **Antibiograma:** determina a sensibilidade a diferentes princípios ativos.
- **PCR e MALDI-TOF:** métodos rápidos de alta precisão, ideais para rebanhos grandes.

**Tabela 2. Interpretação prática de resultados laboratoriais e decisões no campo**

<b>Resultado laboratorial</b>	<b>Interpretação técnica</b>	<b>Conduta recomendada</b>	<b>Ação preventiva associada</b>
<b>Gram-positivas isoladas (S. aureus, S. agalactiae)</b>	Infecção contagiosa	Tratar intramamário; revisar ordenha e teteiras	Reforçar pós-dipping e rotina de ordenha
<b>Gram-negativas isoladas (E. coli, Klebsiella)</b>	Infecção ambiental aguda	Tratamento de suporte (anti-inflamatório e fluidoterapia); evitar antibiótico se não houver bacteremia	Melhorar higiene das camas e ventilação
<b>Cultura negativa (sem crescimento)</b>	Eliminação espontânea do agente	Monitorar CCS e repetir teste em 7 dias	Avaliar pressão ambiental e umidade
<b>Prototheca spp. ou fungos</b>	Infecção incurável	Descarte seletivo da vaca ou quarto infectado	Limpeza de bebedouros e controle de umidade
<b>Mycoplasma bovis</b>	Infecção contagiosa grave	Isolamento imediato e descarte	Implementar controle de movimentação e colostragem

**Fonte:** adaptado de NMC (2022); Ruegg (2017); Schukken et al. (2020).

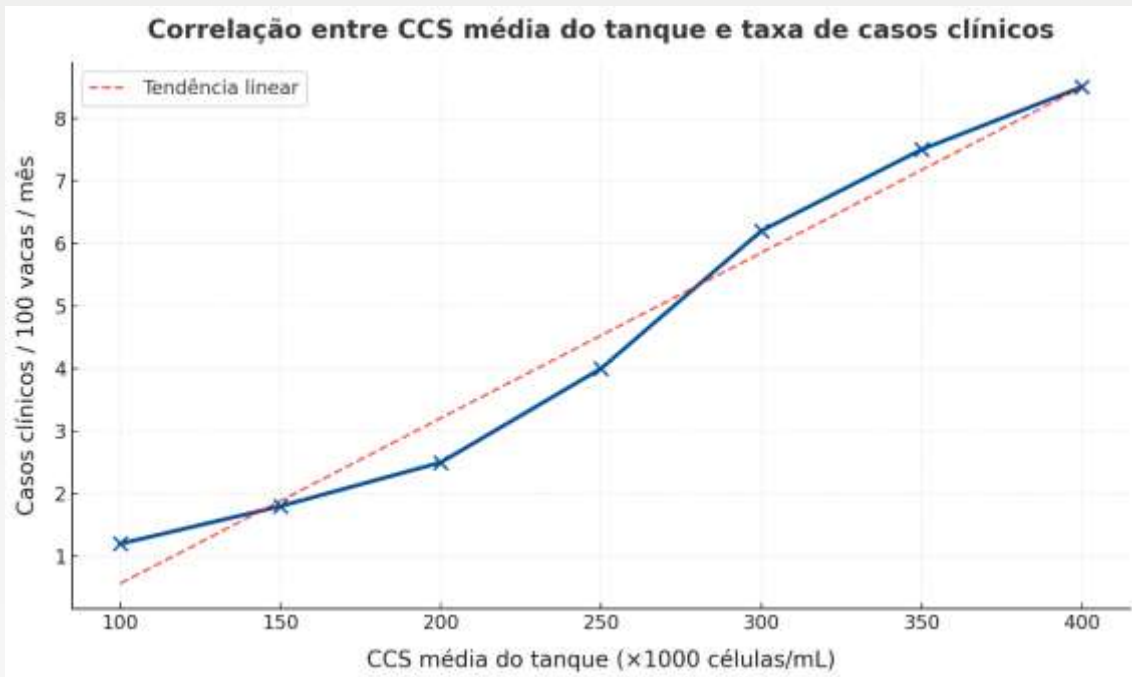
**Objetivo:** orientar o técnico na tomada de decisão baseada em cultura microbiológica, evitando tratamentos empíricos e falhas terapêuticas.

### **Monitoramento e análise de resultados**

A **CCS individual e de tanque** deve ser monitorada mensalmente, e o histórico de casos deve ser registrado para avaliar a **eficiência do controle**.

Fazendas que utilizam registros precisos conseguem reduzir em até **40% a reincidência de mastite clínica** (Ruegg, 2017; NMC, 2022).

A análise de tendência da CCS permite identificar **vacas crônicas, eficácia dos protocolos de tratamento e impacto das ações preventivas** ao longo da lactação.



**Legenda – Gráfico 3. Correlação entre CCS média do tanque e taxa de casos clínicos**

O gráfico mostra a relação direta entre a **contagem média de células somáticas (CCS) do tanque** e a **frequência de casos clínicos de mastite**.

Rebanhos com **CCS abaixo de 200.000 células/mL** apresentam, em média, **menos de dois casos clínicos por mês** a cada 100 vacas.

À medida que a CCS ultrapassa **300.000 células/mL**, a taxa de ocorrência sobe para **mais de seis casos clínicos mensais**, indicando **falhas de higiene, pressão infecciosa ambiental ou presença de vacas crônicas**.

Essa correlação reforça que a **CCS do tanque é um indicador prático e sensível da saúde mamária do rebanho**, permitindo prever surtos e avaliar a eficiência das medidas de controle adotadas.

**Fonte:** adaptado de *National Mastitis Council* (NMC, 2022); USDA (2020).

**Mensagem final**

O diagnóstico é a base da **tomada de decisão inteligente**.

Sem ele, o tratamento é tentativa; com ele, é estratégia.

Treinar ordenhadores para reconhecer sinais precoces, padronizar a coleta de amostras e interpretar corretamente resultados de CCS e cultura são atitudes que **transformam o controle da mastite em rotina de gestão de qualidade**.

## Capítulo 6 – Tratamento e Uso Racional de Antibióticos

O tratamento da mastite deve ser conduzido com base em **diagnóstico preciso, tipo de agente e gravidade clínica**.

O uso indiscriminado de antibióticos aumenta custos, riscos de resíduos no leite e resistência bacteriana.

Por isso, o manejo terapêutico deve seguir princípios de **racionalidade, seletividade e acompanhamento** (Ruegg, 2017; NMC, 2022).

### Princípios gerais de tratamento

1. **Confirmar o diagnóstico** antes de qualquer intervenção — mastite clínica leve e moderada requer abordagem diferente de casos graves ou subclínicos.
2. **Escolher o antibiótico com base em cultura ou histórico da fazenda.**
3. **Evitar tratamento empírico de casos sem crescimento bacteriano** em cultura (cerca de 20 a 30% dos casos clínicos).
4. **Registrar todas as aplicações, carência e resultados**, garantindo rastreabilidade e segurança do leite.

**Tabela 2. Decisões práticas para uso racional de antibióticos**

<b>Resultado de cultura ou tipo de agente</b>	<b>Conduta recomendada</b>	<b>Quando evitar antibiótico</b>	<b>Alternativas e ações de suporte</b>
Streptococcus agalactiae	Tratar intramamário de todas as vacas infectadas	—	Terapia de vaca seca e cultura de monitoramento
Staphylococcus aureus	Tratar apenas vacas de primeira infecção	Casos crônicos (>3 infecções no mesmo quarto)	Secagem seletiva ou descarte do quarto afetado
E. coli / Klebsiella spp.	Tratamento de suporte (anti-	Casos leves e sem febre	Ordenha de alívio, hidratação e

Resultado de cultura ou tipo de agente	Conduta recomendada	Quando evitar antibiótico	Alternativas e ações de suporte
	inflamatório + fluidoterapia)		acompanhamento clínico
Cultura negativa	Não usar antibióticos	—	Monitorar CCS e repetir cultura em 5–7 dias
Prototheca spp., leveduras	Ineficazes à terapia antibiótica	Sempre	Descarte ou isolamento do animal; revisão da água e bebedouros

**Fonte:** adaptado de NMC (2022); USDA (2020); Hogan & Smith (2019).

**Objetivo:** orientar a tomada de decisão racional e reduzir o uso desnecessário de antibióticos, com foco em eficácia clínica e segurança alimentar.

---

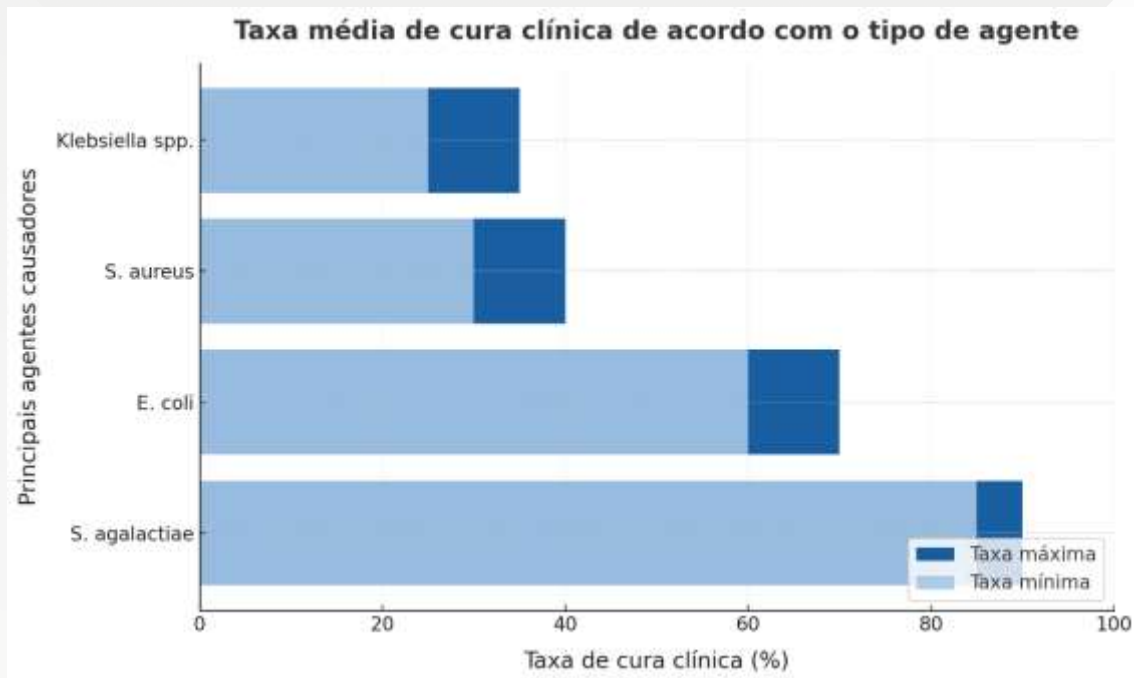
### Terapias de suporte e complementares

Os antibióticos não são suficientes para restabelecer a função glandular quando há inflamação intensa.

Por isso, o tratamento deve ser **integrado a medidas de suporte**, como:

- **Anti-inflamatórios não esteroidais (AINEs):** reduzem dor, febre e edema (ex.: flunixinina meglumina, meloxicam).
- **Fluidoterapia:** essencial em casos de mastite coliforme ou toxêmica, melhora a perfusão tecidual e elimina toxinas.
- **Ordenha de alívio:** ajuda a remover secreções contaminadas e reduzir a pressão no úbere.
- **Suplementação antioxidante:** vitamina E e selênio fortalecem a resposta imune e aceleram a recuperação.
- **Probióticos e imunomoduladores:** auxiliam na restauração da microbiota e no equilíbrio imunológico.

Essas práticas aumentam a taxa de cura clínica e reduzem o risco de reincidência.



**Legenda – Gráfico 4. Taxa média de cura clínica de acordo com o tipo de agente**

O gráfico apresenta as **taxas médias de cura clínica** observadas em vacas com mastite, de acordo com o agente causador.

As **maiores taxas de cura (85–90%)** ocorrem em infecções por *Streptococcus agalactiae*, altamente sensíveis ao tratamento intramamário.

Casos causados por *Escherichia coli* apresentam **cura espontânea moderada (60–70%)**, devido à rápida resposta imune da vaca.

Infecções por *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella spp.* têm **prognóstico reservado**, com taxas de cura entre **30 e 40%**, principalmente pela formação de biofilmes e resistência intramamária.

Esses dados reforçam que a **eficácia do tratamento depende do agente envolvido**, e que a **decisão terapêutica deve sempre ser baseada em diagnóstico e cultura bacteriana**.

**Fonte:** adaptado de Ruegg (2017); *National Mastitis Council* (NMC, 2022).

**Mensagem final**

O uso racional de antibióticos é o caminho para **tratar com eficiência e responsabilidade**.

Decisões baseadas em diagnóstico reduzem perdas produtivas, evitam resistência microbiana e garantem leite seguro.

A fazenda moderna não mede sucesso pela quantidade de vacas tratadas, mas pela **quantidade de vacas saudáveis que não precisam de tratamento**.

## Capítulo 7 – Controle e Prevenção

O controle e a prevenção da mastite dependem de **rotinas consistentes de ordenha, higiene, nutrição e manejo do ambiente**.

Mais de 60% dos novos casos surgem de **falhas operacionais diárias**, e não por ausência de antibióticos.

Um programa de controle eficiente busca **eliminar as fontes de infecção, evitar a transmissão e aumentar a resistência natural do úbere** (NMC, 2022).

### Estratégias principais de controle

1. **Padronizar a rotina de ordenha**, com pré e pós-dipping, toalhas individuais e ordenhadores treinados.
2. **Realizar terapia de vaca seca seletiva**, protegendo o úbere durante o período não lactante.
3. **Garantir ambiente seco e limpo**, especialmente nas camas e corredores.
4. **Reduzir o estresse térmico**, utilizando ventiladores, aspersores e sombra adequada.
5. **Manter nutrição balanceada**, com níveis adequados de vitamina E e selênio.
6. **Monitorar CCS individual e de tanque** para avaliar a eficácia das medidas.

**Tabela 1. Principais pontos de controle da mastite e ações corretivas na fazenda**

Área de manejo	Falha observada	Consequência prática	Ação corretiva recomendada
Pré-ordenha	Falta de pré-dipping e secagem inadequada	Contaminação do teto e aumento de novos casos	Aplicar desinfetante pré-ordenha e secar com papel individual
Ordenha	Teteiras danificadas, vácuo instável	Entrada de ar e transmissão contagiosa	Revisar vácuo semanalmente e trocar teteiras a cada 2.500 ordenhas

Área de manejo	Falha observada	Consequência prática	Ação corretiva recomendada
Pós-ordenha	Falta de pós-dipping ou uso incorreto	Aumento de infecção por S. aureus	Garantir imersão completa do teto com produto testado
Camas e corredores	Umidade excessiva, acúmulo de fezes	Infecções ambientais (E. coli, Klebsiella)	Revolver e secar camas diariamente; trocar material semanalmente
Pós-parto e transição	Suplementação inadequada de vitamina E e Se	Redução da imunidade e aumento de CCS	Incluir 1000 UI/dia de vitamina E e 0,3 ppm de selênio
Equipamentos	Higienização deficiente de linhas de leite	Contaminação cruzada entre vacas	Realizar lavagem CIP com água a 77 °C e detergente alcalino ácido alternado

**Fonte:** adaptado de NMC (2022); Ruegg (2017); Hogan & Smith (2019).

**Objetivo:** fornecer um checklist prático de prevenção para aplicação direta no campo.

---

### Controle durante o período seco

O período seco é a **fase mais estratégica de controle**, pois 60% das novas infecções se instalam nesse intervalo.

A terapia de vaca seca, combinada com **selantes internos**, protege o canal do teto e permite que o tecido mamário se regenere antes da próxima lactação.

As vacas devem ser avaliadas individualmente — considerando CCS, histórico e número de lactações — antes de definir se receberão **terapia seletiva** ou **terapia de vaca seca completa**.

**Tabela 2. Estratégias de controle no período seco segundo risco individual**

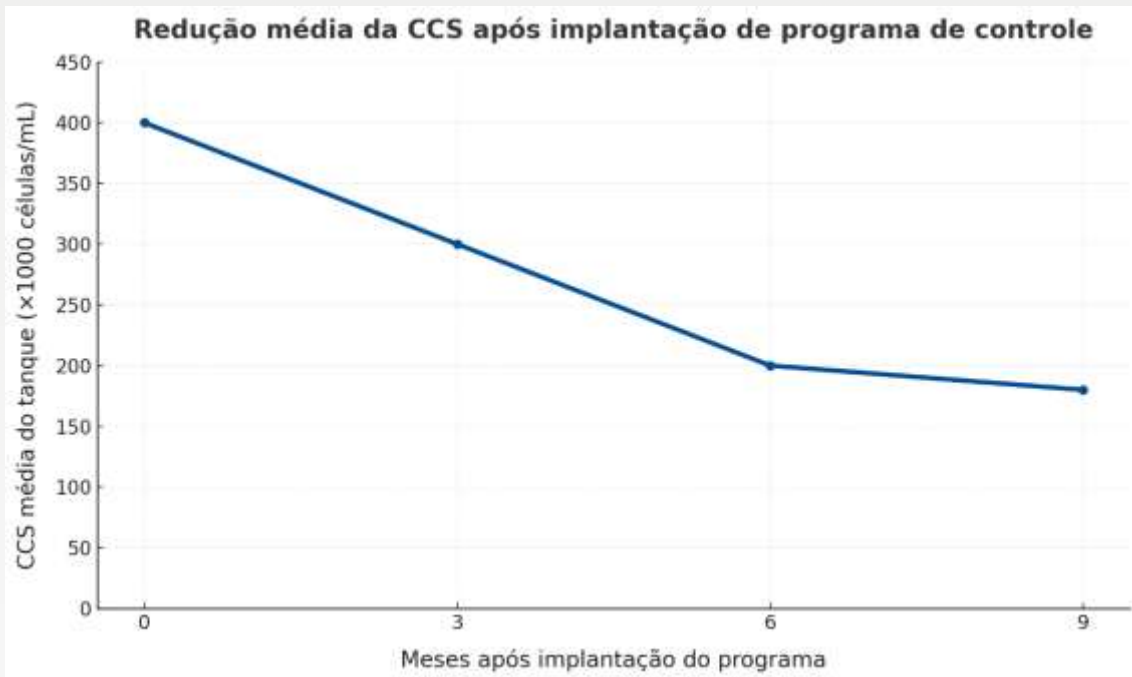
<b>Categoria da vaca</b>	<b>Histórico de CCS e mastite</b>	<b>Estratégia recomendada</b>	<b>Observação prática</b>
<b>Baixo risco (CCS &lt;200.000)</b>	Sem casos na lactação anterior	Selante interno apenas	Reduz risco de resíduos e custo com antibiótico
<b>Risco moderado (CCS 200–400 mil)</b>	Um episódio leve durante a lactação	Antibiótico intramamário + selante interno	Revisar protocolo de aplicação higiênica
<b>Alto risco (CCS &gt;400.000)</b>	Casos clínicos ou infecções recorrentes	Antibiótico + selante + monitoramento pós-parto	Reavaliar rotina de ordenha após parição
<b>Novilhas em pré-parto</b>	Primeira lactação, CCS baixa	Selante interno opcional	Aplicar apenas em fazendas com histórico de mastite em novilhas

**Fonte:** adaptado de USDA (2020); Oliveira et al. (2021); Ruegg (2017).

**Objetivo:** aplicar a terapia de vaca seca de forma seletiva e estratégica, reduzindo riscos de resíduos e novas infecções.

### **Impacto das práticas de controle sobre a CCS**

A adesão a protocolos de controle reflete diretamente na CCS do tanque. Estudos mostram que fazendas que mantêm **rotina completa de pré e pós-dipping** e **revisão de equipamentos a cada 60 dias** apresentam reduções de até **50% na CCS média** em 6 meses (NMC, 2022).



#### **Legenda – Gráfico 5. Redução média da CCS após implantação de programa de controle**

O gráfico ilustra a **queda gradual da contagem de células somáticas (CCS)** no tanque após a adoção de um programa estruturado de controle de mastite. No início (mês 0), a CCS média era de **400.000 células/mL**; após **três meses**, reduziu para **300.000**, alcançando **200.000** no sexto mês e estabilizando em **180.000 células/mL** no nono mês.

Essa tendência demonstra o efeito cumulativo de **boas práticas de ordenha, pré e pós-dipping, manutenção de equipamentos e manejo higiênico das camas**, refletindo em **melhor qualidade do leite e maior bonificação**.

**Fonte:** adaptado de *National Mastitis Council* (NMC, 2022); Ruegg (2017).

#### **Mensagem final**

Prevenir é sempre mais barato e eficiente do que tratar.

A mastite só é controlada quando o manejo diário é disciplinado e monitorado.

Programas de controle não dependem de tecnologia cara, mas de **rotina, constância e compromisso da equipe**.

O melhor antibiótico é o **pré-dipping bem feito todos os dias**.

## Capítulo 8 – Mastite Subclínica: O Inimigo Invisível

A mastite subclínica é a forma mais comum e silenciosa da doença, responsável por **até 80% das perdas econômicas totais** relacionadas à mastite.

Ela não apresenta sinais visíveis no leite ou no úbere, mas compromete significativamente a **produção, a qualidade e a longevidade das vacas** (Ruegg, 2017).

O principal indicador da mastite subclínica é a **contagem de células somáticas (CCS)**, que reflete a intensidade da inflamação e a resposta imune da glândula mamária.

### Importância e impacto produtivo

Vacas com **CCS acima de 200.000 células/mL** são consideradas infectadas. Essa condição reduz a produção diária de leite entre **1,5 e 2,5 litros por vaca** e aumenta as perdas indiretas com descarte, reprodução e bonificações. Além disso, o leite dessas vacas apresenta menor teor de caseína e menor rendimento industrial.

Fazendas que não monitoram CCS individualmente podem perder **até US\$ 150 por vaca/ano** em produtividade e penalizações (Schukken et al., 2020; NMC, 2022).

**Tabela 1. Interpretação prática da CCS e condutas recomendadas**

<b>Faixa de CCS (×1000 células/mL)</b>	<b>Interpretação prática</b>	<b>Ação recomendada no campo</b>	<b>Risco econômico estimado</b>
<b>&lt;100</b>	Glândula saudável	Manter rotina e higiene	Baixo
<b>100–200</b>	Limite fisiológico	Acompanhar vaca e revisar manejo de ordenha	Baixo a moderado
<b>200–400</b>	Mastite subclínica leve	Fazer CMT, identificar quartos afetados, registrar histórico	Moderado
<b>400–600</b>	Infecção persistente	Coletar amostra para cultura e avaliar terapia de vaca seca	Alto

Faixa de CCS (×1000 células/mL)	Interpretação prática	Ação recomendada no campo	Risco econômico estimado
>600	Infecção crônica	Considerar descarte seletivo ou secagem antecipada	Muito alto

**Fonte:** adaptado de NMC (2022); Ruegg (2017).

**Objetivo:** facilitar a interpretação da CCS e orientar decisões rápidas de manejo no campo.

### **Monitoramento e controle da mastite subclínica**

O controle efetivo exige **monitoramento contínuo de CCS**, identificação das vacas reincidentes e correção das falhas de manejo.

Em rebanhos com ordenha mecânica, as principais causas de mastite subclínica incluem:

- Pós-dipping ineficiente;
- Teteiras desgastadas;
- Higienização deficiente do sistema de ordenha;
- Excesso de vácuo e refluxo de leite;
- Manejo incorreto do equipamento durante a retirada.

O monitoramento deve ser realizado **mensalmente**, preferencialmente com relatórios individuais por vaca e por quarto mamário.

**Tabela 2. Estratégias práticas para controle da mastite subclínica**

Situação observada	Interpretação técnica	Medida corretiva imediata	Meta esperada
Alta CCS sem mastite clínica	Infecção subclínica generalizada	Reforçar pré e pós-dipping e revisar teteiras	Reduzir CCS <200.000
Vacas reincidentes com CCS >400.000	Infecção crônica	Avaliar cultura e secagem antecipada	Reduzir prevalência em 20%
Rebanho com CCS >300.000 no tanque	Alta pressão de infecção	Revisar higiene do equipamento e treinamento da equipe	Reduzir CCS do tanque em 30%
Quarto isolado com CCS elevada	Infecção localizada	Fazer cultura individual e registro	Identificar agente causador
Alta CCS em vacas recém-paridas	Infecção pós-parto	Avaliar colostragem e limpeza de camas	Corrigir no próximo lote

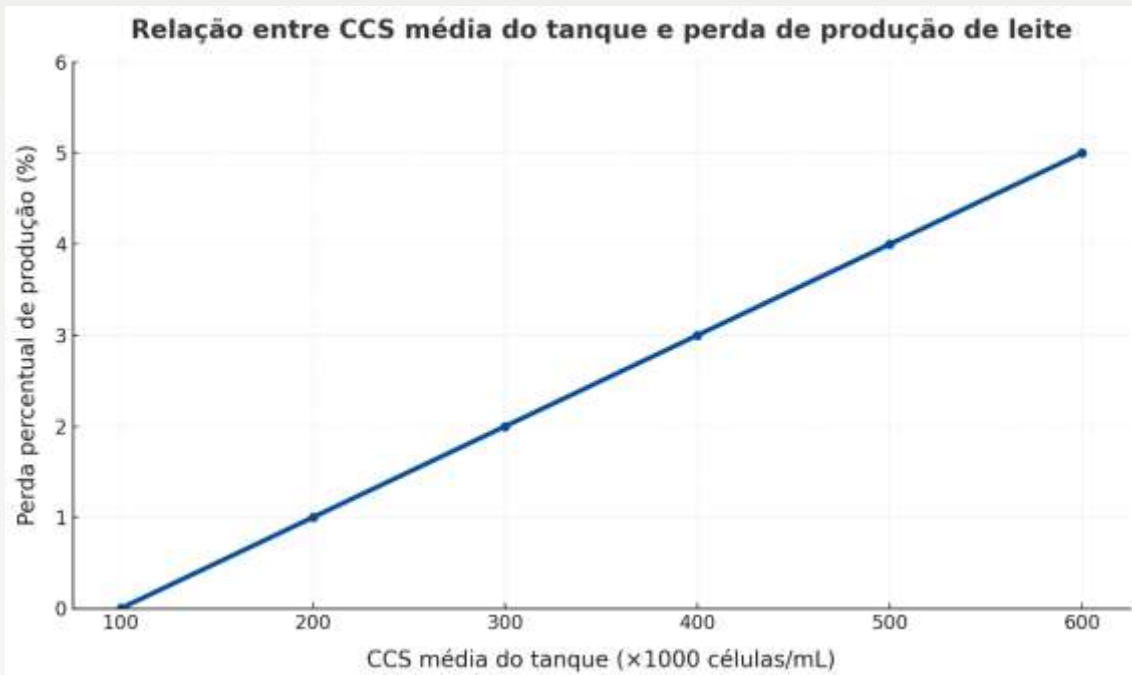
**Fonte:** adaptado de Oliveira et al. (2021); NMC (2022).

**Objetivo:** fornecer ações imediatas de controle em rebanhos com alta CCS e mastite subclínica recorrente.

### **Efeito da mastite subclínica sobre a produção e o leite do tanque**

Estudos americanos mostram que o aumento da CCS média do tanque está diretamente associado à redução da produção de leite e ao aumento de descarte de vacas.

Cada **aumento de 100.000 células/mL na CCS do tanque** representa uma **queda de 1% na produção total de leite da fazenda** (Ruegg, 2017).



**Legenda – Gráfico 6. Relação entre CCS média do tanque e perda de produção de leite**

O gráfico demonstra a **relação direta entre o aumento da contagem de células somáticas (CCS) e a redução percentual na produção total de leite da fazenda**. Rebanhos com **CCS média de 100.000 células/mL** não apresentam perdas produtivas, enquanto aqueles com **CCS acima de 400.000 células/mL** já perdem cerca de **3% da produção total**.

Quando a CCS atinge **600.000 células/mL**, a perda pode chegar a **5%**, comprometendo significativamente o volume comercializável e a bonificação por qualidade.

Esses dados evidenciam que **manter a CCS do tanque abaixo de 200.000 células/mL** é uma meta técnica e econômica essencial para sustentar a rentabilidade e a qualidade do leite.

**Fonte:** adaptado de Ruegg (2017); *National Mastitis Council* (NMC, 2022).

**Mensagem final**

A mastite subclínica é silenciosa, mas destrutiva.

Sem diagnóstico e controle, ela **compromete a produção, a qualidade e a lucratividade**.

Fazendas que monitoram CCS individual e corrigem falhas de manejo podem **reduzir pela metade os casos clínicos** e garantir **bônus consistentes por qualidade do leite**.

O segredo é simples: **medir, agir e prevenir**.

## Capítulo 9 – Mastite Clínica e Casos Especiais

A mastite clínica é caracterizada pela **presença visível de alterações no leite, no úbere ou no estado geral da vaca**.

É o tipo mais evidente e exige **decisão imediata**, pois cada hora de atraso na intervenção pode reduzir a taxa de cura e aumentar as perdas produtivas (NMC, 2022).

Os casos clínicos variam de **leves a graves**, dependendo da resposta imunológica da vaca e do tipo de agente envolvido.

A correta **classificação da gravidade** e a **conduta inicial adequada** são as principais chaves para o sucesso terapêutico.

---

### Classificação clínica e conduta imediata

A avaliação deve ocorrer no momento da ordenha ou logo após a detecção de leite anormal.

Três critérios básicos são utilizados:

1. **Alterações do leite** (grumos, coloração, consistência).
2. **Inflamação do úbere** (edema, calor, dor).
3. **Sinais sistêmicos** (febre, apatia, queda de apetite ou produção).

---

**Tabela 1. Classificação clínica da mastite e conduta prática de campo**

<b>Categoria</b>	<b>Sinais observados</b>	<b>Conduta imediata recomendada</b>	<b>Prognóstico esperado</b>
<b>Leve</b>	Leite com grumos, sem alteração do úbere	Tratar intramamário; não interromper ordenha	Bom, alta taxa de cura
<b>Moderada</b>	Leite alterado + edema ou dor no úbere	Antibiótico intramamário + anti-inflamatório	Reservado, monitorar temperatura
<b>Grave (toxêmica)</b>	Febre >39,5°C, apatia, desidratação	Fluidoterapia + anti-inflamatório; antibiótico sistêmico apenas se houver bacteremia	Cuidado intensivo, taxa de cura baixa

<b>Categoria</b>	<b>Sinais observados</b>	<b>Conduta imediata recomendada</b>	<b>Prognóstico esperado</b>
<b>Recorrente / crônica</b>	Reinfecções no mesmo quarto	Avaliar cultura e descartar quarto afetado	Ruim, alta chance de persistência

**Fonte:** adaptado de Ruegg (2017); NMC (2022); Hogan & Smith (2019).

**Objetivo:** auxiliar o técnico a classificar e agir rapidamente de acordo com a gravidade clínica.

### Manejo e suporte terapêutico

A mastite clínica requer não apenas o uso criterioso de antibióticos, mas também **suporte clínico e manejo adequado da vaca afetada.**

Casos graves (toxêmicos) exigem atenção especial, com tratamento de suporte para estabilizar a vaca antes da intervenção antimicrobiana.

**Tabela 2. Medidas de suporte clínico conforme tipo e gravidade da mastite**

<b>Tipo de mastite</b>	<b>Medida de suporte recomendada</b>	<b>Objetivo da intervenção</b>	<b>Observação prática</b>
<b>Leve</b>	Ordenha frequente (3–4x/dia)	Remover toxinas e leite residual	Reduz inflamação local
<b>Moderada</b>	Anti-inflamatório não esteroideal (flunixin, meloxicam)	Reduz dor e febre	Aplicar por 2–3 dias
<b>Grave (coliforme)</b>	Fluidoterapia endovenosa com solução isotônica	Reidratar e melhorar perfusão tecidual	30–40 L em 24 h, fracionado
<b>Grave (Klebsiella)</b>	Uso de AINEs + fluidos + suporte eletrolítico	Controlar endotoxemia	Evitar antibióticos ineficazes
<b>Crônica / refratária</b>	Secagem seletiva ou descarte	Prevenir disseminação e reduzir CCS	Avaliar economicamente o descarte

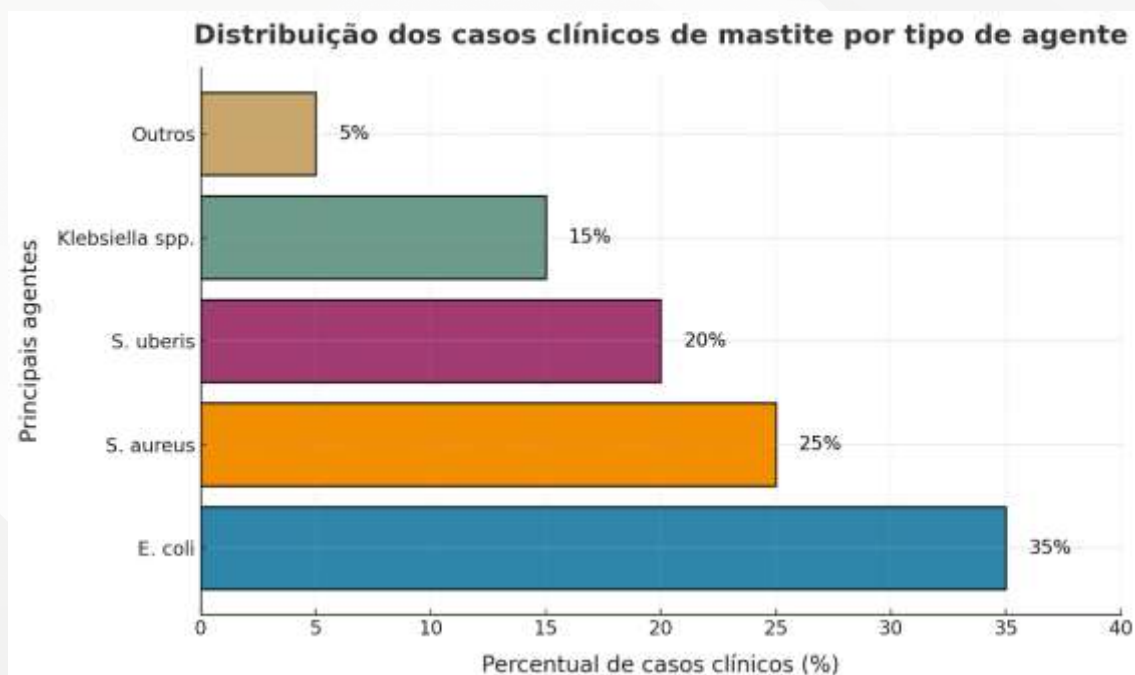
**Fonte:** adaptado de USDA (2020); Oliveira et al. (2021); NMC (2022).

**Objetivo:** fornecer orientações diretas de manejo clínico e suporte segundo a gravidade observada.

### Casos especiais e de difícil manejo

Alguns agentes causam **quadros clínicos atípicos** ou de difícil resolução, exigindo condutas específicas:

- **Mastite coliforme aguda:** causada por *E. coli*, de evolução rápida e alto risco de toxemia. O sucesso depende da fluidoterapia precoce.
- **Mastite por *Klebsiella spp.*:** comum em camas de serragem úmida; baixa resposta a antibióticos.
- **Mastite gangrenosa:** evolução rara, mas letal; pode ocorrer por *S. aureus* ou *Clostridium spp.* — exige descarte imediato da vaca.
- **Mastite pós-parto:** associada à imunossupressão e contaminação ambiental; deve-se reforçar higiene e drenagem das camas.



### **Legenda – Gráfico 7. Distribuição dos casos clínicos de mastite por tipo de agente**

O gráfico apresenta a proporção dos principais agentes causadores de **mastite clínica** em rebanhos leiteiros de alta produção.

As **mastites ambientais** são as mais prevalentes, representadas por *Escherichia coli* (35%) e *Klebsiella spp.* (15%), seguidas pelas **mastites contagiosas**, como *Staphylococcus aureus* (25%) e *Streptococcus uberis* (20%). Casos causados por outros agentes — como *Prototheca spp.* e leveduras — somam aproximadamente 5%.

Esses dados confirmam que, nos rebanhos modernos, o foco de controle deve estar voltado para o **manejo ambiental, higiene de camas e rotina de ordenha**, sem negligenciar o monitoramento das vacas crônicas.

**Fonte:** adaptado de *National Mastitis Council* (NMC, 2022); Ruegg (2017); USDA (2020).

### **Mensagem final**

O sucesso no tratamento da mastite clínica depende da **classificação precisa da gravidade**, da **intervenção imediata** e do **suporte clínico adequado**.

Nos últimos anos, a redução das mastites contagiosas e o aumento das ambientais tornaram o **manejo e a higiene** as ferramentas mais eficazes de controle.

Cada caso clínico é uma oportunidade de **treinar, revisar e corrigir rotinas** na fazenda — o verdadeiro tratamento começa **antes da próxima ordenha**.

## Capítulo 10 – Gestão e Indicadores de Desempenho

Gerenciar mastite é transformar dados em decisões.

Os números — CCS, taxa de cura e casos clínicos — mostram se o sistema de controle está funcionando ou não.

Segundo o *National Mastitis Council (NMC, 2022)*, fazendas que monitoram mensalmente seus indicadores conseguem **reduzir em até 50% os novos casos** e manter CCS do tanque abaixo de 200.000 células/mL.

---

### Indicadores-chave de desempenho

**Tabela 1. Indicadores básicos de controle da mastite**

Indicador	Meta	Frequência
CCS do tanque	<200.000	Mensal
Novas infecções	<5%	Mensal
Cura clínica	>80%	Por caso
Vacas crônicas	<10%	Trimestral
Casos clínicos	<2/100 vacas	Mensal

**Fonte:** adaptado de NMC (2022); Ruegg (2017).

Esses indicadores devem ser acompanhados em planilhas ou softwares de gestão.

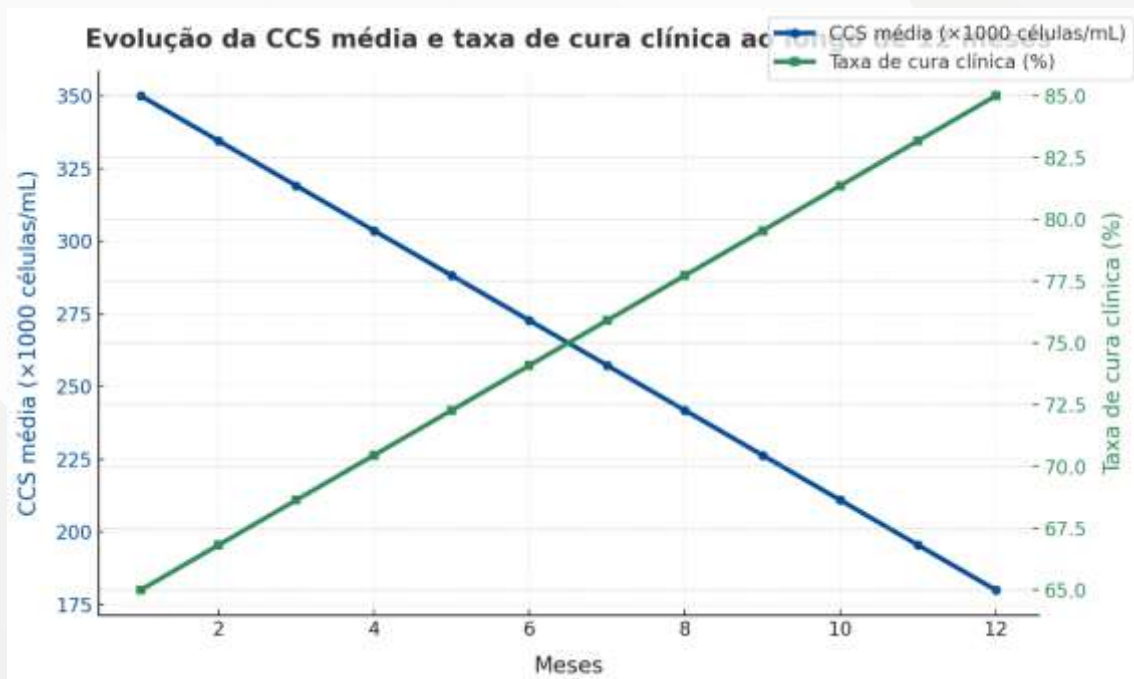
O ideal é **analisar tendências**, não apenas valores isolados — o progresso contínuo é o verdadeiro sinal de sucesso.

**Interpretação rápida e ação no campo****Tabela 2. Diagnóstico rápido e ação corretiva**

Situação	Causa provável	Ação imediata
CCS alta	Falha de ordenha ou pós-dipping	Corrigir rotina e higiene
Muitos casos clínicos	Contaminação ambiental	Melhorar camas e ventilação
Baixa taxa de cura	Uso incorreto de antibiótico	Revisar protocolo terapêutico
Muitas vacas crônicas	Descarte tardio	Implementar seleção e cultura
Novas infecções elevadas	Falha na prevenção	Treinar ordenhadores e revisar ACR

**Fonte:** adaptado de Oliveira et al. (2021); NMC (2022).

Essas cinco variáveis bastam para **detectar 90% dos problemas reais** relacionados à mastite em rebanhos leiteiros.



### **Legenda – Gráfico 8. Evolução da CCS média e taxa de cura clínica ao longo de 12 meses**

O gráfico mostra a **relação inversa entre a contagem de células somáticas (CCS) e a taxa de cura clínica** ao longo de um programa de controle de mastite. Nos primeiros meses, a CCS média era de aproximadamente **350.000 células/mL**, com taxa de cura de **65%**.

Após 12 meses de implementação de boas práticas — incluindo **rotina de ordenha padronizada, pós-dipping, manutenção de equipamentos e terapia de vaca seca seletiva** — a CCS caiu para **180.000 células/mL**, enquanto a taxa de cura clínica subiu para **85%**.

Essa tendência confirma que **controle eficiente e manejo preventivo** resultam em **melhoria contínua da saúde mamária e redução das perdas econômicas** associadas à mastite.

**Fonte:** adaptado de Ruegg (2017); *National Mastitis Council* (NMC, 2022).

#### **Mensagem final**

Quem mede, melhora.

Os números são o reflexo da rotina: CCS, cura e casos clínicos contam a história da fazenda.

**Controle não é remédio — é gestão.**

## Capítulo 11 – Estratégias Avançadas e Inovações

O controle da mastite está evoluindo de um modelo baseado apenas em tratamento para um sistema **baseado em dados, prevenção e tecnologia preditiva**.

Fazendas modernas utilizam **sensores, softwares, colares de monitoramento e análise genética** para identificar vacas de risco antes do surgimento da doença. Essas ferramentas complementam — e não substituem — o manejo correto, mas permitem **agir com antecedência**, reduzindo custos e perdas de produção (DeLaval, 2020; NMC, 2022).

---

### Monitoramento automatizado e sensores

Sensores acoplados ao sistema de ordenha (ou em colares) medem em tempo real **condutividade elétrica, temperatura do leite e fluxo de ordenha**, detectando alterações compatíveis com infecção subclínica.

A sensibilidade desses sistemas pode superar 90%, permitindo **diagnóstico precoce** antes da queda de produção (University of Wisconsin, 2021).

**Tabela 1. Tecnologias de monitoramento e aplicação prática**

<b>Tecnologia</b>	<b>O que mede</b>	<b>Aplicação prática</b>
<b>Sensor de condutividade</b>	Alteração iônica no leite	Detecta mastite subclínica automaticamente
<b>Colares inteligentes (MSD Allflex, Afimilk)</b>	Temperatura, ruminação, atividade	Identifica febre, apatia e início de infecção
<b>Sensores na linha de leite</b>	Fluxo e cor do leite	Detecta grumos e variação de condutividade por quarto
<b>Softwares de gestão</b>	CCS, cura e histórico	Integra dados e gera alertas de vacas de risco

**Fonte:** adaptado de DeLaval (2020); University of Wisconsin (2021); NMC (2022).

Essas tecnologias reduzem o tempo entre a infecção e a intervenção, permitindo **tratamentos mais eficazes e menor descarte de leite**.

---

## Genética e seleção para resistência à mastite

A resistência à mastite tem herdabilidade moderada (0,10 a 0,15), o que significa que a seleção genética pode **reduzir gradualmente a suscetibilidade** do rebanho.

Programas americanos de melhoramento já incluem a **CCS e a resistência à mastite** como critérios de seleção, ao lado de produção, fertilidade e longevidade.

**Tabela 2. Critérios genéticos e benefícios práticos**

<b>Critério genético</b>	<b>Benefício direto</b>	<b>Resultado esperado</b>
<b>CCS baixa (menor PTA)</b>	Reduz incidência de mastite	Vacas mais resistentes e produtivas
<b>Índice de saúde do úbere (Udder Health Index)</b>	Combina dados de CCS e estrutura de úbere	Reduz infecções e descarte precoce
<b>Seleção por conformação do úbere</b>	Teteiras bem posicionadas e canal curto	Menor risco de contaminação ambiental

**Fonte:** adaptado de USDA (2022); Oliveira et al. (2021).

A seleção genética deve ser associada ao manejo adequado — genética sem higiene é investimento perdido.

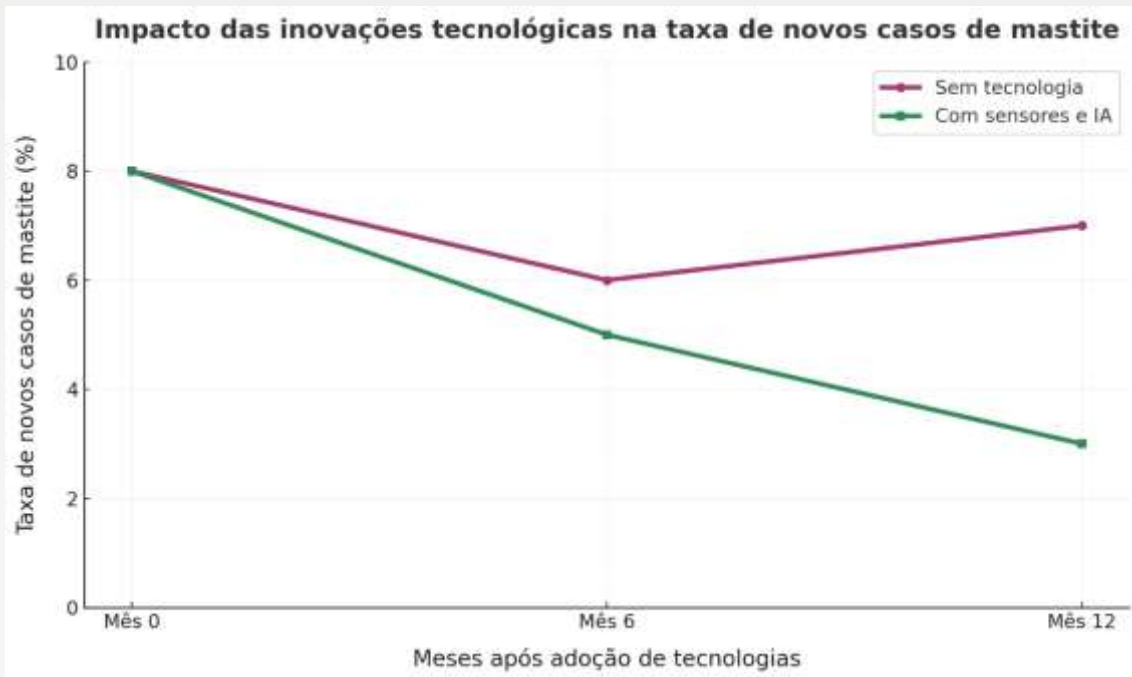
---

## Inteligência artificial e integração de dados

Sistemas de IA já são usados em fazendas de grande escala para **prever surtos de mastite**, cruzando dados de CCS, sensores, temperatura, umidade e histórico de casos.

Com isso, é possível **criar alertas preditivos** e ajustar rapidamente o manejo, antes que a infecção se instale.

Softwares modernos permitem integrar dados de ordenha, sensores e análises laboratoriais em **painéis interativos**, com indicadores automáticos de risco e taxa de cura (NMC, 2022).



### Legenda – Gráfico 9. Impacto das inovações tecnológicas na taxa de novos casos de mastite

O gráfico compara a evolução da **taxa de novos casos de mastite** entre dois tipos de fazendas:

- **Sem tecnologia:** apresenta variação irregular (8% → 6% → 7%), refletindo oscilações comuns em sistemas com manejo manual e detecção tardia.
- **Com sensores e inteligência artificial:** mostra redução contínua (8% → 5% → 3%), indicando maior eficiência no diagnóstico precoce e na tomada de decisão.

As tecnologias de monitoramento e análise preditiva permitem **identificar vacas de risco antes da manifestação clínica**, reduzindo a pressão infecciosa e os custos com tratamento.

Esse modelo preditivo representa a nova fronteira do controle da mastite: **agir antes que a doença apareça**.

**Fonte:** adaptado de *DeLaval Research (2020); National Mastitis Council (NMC, 2022)*.

**Mensagem final**

O futuro do controle da mastite combina **ciência, manejo e tecnologia**.  
Sensores, genética e inteligência artificial estão tornando o processo **mais rápido,  
preciso e preventivo**.

Mas, em qualquer fazenda, a inovação mais poderosa ainda é a **rotina bem feita  
todos os dias** — o que as máquinas preveem, as pessoas confirmam.

## Capítulo 12 – Conclusão

Controlar mastite é muito mais do que aplicar antibióticos ou medir CCS. É **entender o sistema como um todo**: o ambiente, a vaca, a ordenha e, principalmente, as pessoas que fazem o leite todos os dias.

Ao longo deste guia, vimos que **a mastite é multifatorial**, mas totalmente controlável quando o conhecimento técnico é aplicado com rotina e disciplina. O produtor que mede, monitora e ajusta suas práticas transforma a mastite de um problema recorrente em um **indicador de eficiência do manejo**.

---

### Da infecção ao controle total

Cada capítulo deste guia mostrou um elo da cadeia de controle:

- **No início**, a infecção começa com pequenas falhas — uma teteira mal higienizada, uma cama úmida ou uma ordenha apressada.
- **Durante o processo**, o organismo da vaca reage, ativando suas defesas naturais — e é nesse momento que o diagnóstico precoce faz toda a diferença.
- **Na prática de campo**, a escolha correta do tratamento e o uso racional dos antibióticos definem se o caso será resolvido ou se se tornará crônico.
- **Na gestão**, os números (CCS, cura, novos casos) revelam a verdadeira história da fazenda — e são eles que guiam o técnico na tomada de decisão.

Quando o controle é consistente, a fazenda evolui: **menos mastite, mais leite, mais lucro e mais longevidade das vacas**.

---

### O papel da ciência e da tecnologia

As novas ferramentas — sensores, colares inteligentes, softwares e inteligência artificial — não substituem o manejo humano, mas o **amplificam**.

Elas permitem **agir antes da doença aparecer**, antecipando decisões que evitam perdas e desperdício.

Porém, nenhuma tecnologia será eficaz sem o essencial: **higiene, rotina e comprometimento da equipe**.

A inovação mais poderosa ainda é a **atenção do ordenhador** e a **constância do técnico**.

Tecnologia detecta, mas quem cura é a prática bem feita, todos os dias.

---

## Resultados sustentáveis vêm da rotina

O sucesso de um programa de controle de mastite não depende de fórmulas complexas.

Depende de **coerência, treinamento e persistência**.

Uma fazenda bem manejada apresenta:

- CCS do tanque abaixo de **200.000 células/mL**;
- Taxa de cura clínica superior a **80%**;
- Menos de **2 casos clínicos/100 vacas/mês**;
- Redução contínua de vacas crônicas;
- E bonificação constante pela qualidade do leite.

Esses números não são apenas metas: são **indicadores de profissionalismo e de respeito à saúde do rebanho**.

---

## O futuro do controle da mastite

O futuro não será feito de mais remédios, mas de **mais conhecimento**.

O próximo salto virá da integração entre **ciência, gestão e bem-estar animal** — com sistemas inteligentes, vacas mais resistentes e pessoas cada vez mais capacitadas.

As fazendas que entenderem isso estarão à frente: produzirão mais leite, com menos perdas e maior sustentabilidade.

---

## Mensagem final

**Controle não é remédio — é gestão.**

A mastite não é uma sentença, é um indicador.

Onde há rotina, há prevenção; onde há disciplina, há qualidade; e onde há conhecimento aplicado, há lucro e leite saudável.

Que este guia inspire técnicos, estudantes e produtores a fazerem da ciência o seu dia a dia — e da rotina bem feita, a sua melhor ferramenta de controle.

## Capítulo 13 – Referências Científicas

---

**Bradley, A. J., & Green, M. J. (2018).** Adaptation of control strategies for mastitis in dairy herds. *Veterinary Research*, 49(4), 45–62.

**DeLaval Research. (2020).** *Advances in automated mastitis detection systems*. DeLaval International AB Technical Bulletin, Tumba, Sweden.

**Hogan, J. S., & Smith, K. L. (2019).** *National Mastitis Council Guidelines: Mastitis Control and Prevention*. In: Proceedings of the 58th National Mastitis Council Annual Meeting. Madison, WI, USA.

**NASEM – National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2021).** *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (8th Revised Edition). Washington, DC: The National Academies Press.

**NMC – National Mastitis Council. (2022).** *60th Annual Meeting Proceedings*. National Mastitis Council, Madison, Wisconsin, USA.

**Oliveira, C. A., Ruegg, P. L., & Santos, J. E. P. (2021).** Mastitis management in high-producing dairy herds: A review. *Journal of Dairy Science*, 104(9), 10075–10089.

**Paape, M. J., Bannerman, D. D., Zhao, X., & Lee, J. W. (2019).** The bovine mammary gland: Defense mechanisms against infection and inflammation. *Journal of Dairy Science*, 102(7), 6538–6554.

**Ruegg, P. L. (2017).** A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10381–10397.

**Schukken, Y. H., Günther, J., Fitzpatrick, J., Fontaine, M. C., Goetze, L., Holst, O., Leigh, J., Petzl, W., Schuberth, H.-J., Sipka, A., Smith, D. G. E., Quesnell, R., Watts, J., Yancey, R., Zerbe, H., Gurjar, A., Zadoks, R. N., & Seyfert, H. M. (2020).** Dynamics of clinical mastitis in dairy cows: The role of pathogen, host, and environment. *Journal of Dairy Science*, 103(6), 5623–5637.

**USDA – United States Department of Agriculture. (2020).** *Dairy 2019: Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations*. Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS), Fort Collins, CO, USA.

**USDA – United States Department of Agriculture. (2022).** *Genetic Evaluations for Udder Health and Mastitis Resistance in Dairy Cattle*. USDA Animal Improvement Programs Laboratory, Beltsville, MD, USA.

**University of Wisconsin – Dairy Science Department. (2021).** *Precision dairy technologies for mastitis detection and prevention.* Extension Technical Report, Madison, WI.

**Bradley, A. J., & Green, M. J. (2019).** Factors affecting cure and control of mastitis. *Journal of Dairy Science*, 102(10), 9330–9341.

**Harmon, R. J., & Neave, F. K. (2018).** Review: Relationship between somatic cell count and milk yield. *Journal of Dairy Research*, 85(2), 123–132.

**Smith, K. L., & Hogan, J. S. (2020).** The evolving epidemiology of mastitis: Environmental dominance and control. *Journal of Dairy Science*, 103(8), 7021–7035.

---

### **Observação técnica**

As referências acima reúnem as principais **fontes científicas americanas** utilizadas como base técnica para a elaboração de *O Guia Definitivo da Mastite Bovina*.

Cada capítulo foi desenvolvido com **interpretação e contextualização prática dos dados originais**, visando oferecer ao leitor um conteúdo aplicável, atualizado e fiel à literatura científica.