ORDEMILK

REFERENCIAL TÉCNICO EM **EQUIPAMENTOS DE ORDENHA**

Guia de consciência operacional para ajuste e performance de sistemas



Encontre a Ordemilk:

ORDEMILK

REFERENCIAL TÉCNICO EM EQUIPAMENTOS DE ORDENHA

Guia de consciência operacional para ajuste e performance de sistemas

INTRODUÇÃO

A padronização técnica dos equipamentos de ordenha é um fator determinante para a saúde da glândula mamária, a qualidade microbiológica do leite e a sustentabilidade econômica da atividade leiteira. Sistemas de ordenha bem dimensionados, ajustados e mantidos em conformidade com as manutenções preventivas e com as normas reduzem variações de vácuo na ponta do teto, minimizam lesões teciduais e a integridade do teto, reduzem a incidência de mastite e contribuem diretamente para baixos níveis de Contagem de Células Somáticas (CCS) e Contagem Bacteriana Total (CBT). O desempenho dos equipamentos de ordenha depende da interação entre os sistemas de vácuo e pulsação, os quais são influenciados pelo projeto do equipamento, pelo fluxo de leite e pelos parâmetros operacionais (Stauffer *et al*., 2020).

Este manual tem como objetivo apresentar os princípios técnicos e normativos que regem os sistemas de ordenha, destacando a importância da conformidade com as normas ISO e as diretrizes do Conselho Brasileiro de Qualidade do Leite (CBQL). O material não se propõe a substituir os textos normativos oficiais, nem a esgotar todos os critérios técnicos previstos em norma, mas sim a contextualizar sua aplicação prática, seus impactos no desempenho do sistema de ordenha e sua relevância para a qualidade do leite, o bem-estar animal e a eficiência operacional das propriedades leiteiras.

Embora as normas técnicas tenham sido historicamente construídas a partir da avaliação de componentes e condições predominantemente estáticas, a ordenha deve ser compreendida como um processo essencialmente biodinâmico, no qual equipamento, animal e operador interagem de forma contínua. A estabilidade do vácuo, o fluxo de leite e a resposta do tecido do teto resultam dessa interação e não podem ser plenamente interpretados de forma isolada. Nesse contexto, este manual adota uma abordagem de conformidade técnica associada à consciência operacional, reconhecendo que o atendimento às normas é condição necessária, mas que sua correta interpretação depende da compreensão do funcionamento real do sistema em campo.

Do ponto de vista econômico, falhas em equipamentos de ordenha estão associadas a perdas indiretas por queda de produção, aumento de descarte de leite, penalizações por qualidade e elevação dos custos sanitários. Assim, a manutenção preventiva e a verificação periódica de conformidade devem ser tratadas como processos críticos do sistema de produção leiteira

Este manual foi elaborado com base em literatura científica (indexadas nas principais bases cientificas), normas internacionais ISO (3918, 5707, 6690), manuais técnicos e diretrizes do Conselho Brasileiro de Qualidade do Leite (CBQL), adotando critérios técnicos e científicos com objetivo de fornecer conteúdo detalhado para a instalação e avaliação do desempenho de equipamentos de ordenha (CBQL, 2002; ISO, 2007a; ISO, 2007b).

1.1 Bases Normativas e Legislação Vigente (MAPA/CBQL)

A conformidade técnica no Brasil é regida pela evolução das Instruções Normativas (IN 76 e 77 de 2018), que estabelecem limites para a segurança alimentar.

- **Padrões Microbiológicos:** O leite cru refrigerado deve apresentar Contagem Padrão em Placas (CPP) < 300.000 UFC/mL – em média geométrica trimestral – sendo que para sistemas tecnificados e com adequada higiene de ordenha são esperados valores muito abaixo destes.
- **Saúde da Glândula Mamária:** O limite máximo de CCS de tanque é de 500.000 células/mL – em média geométrica trimestral – embora o mercado de alta performance exija níveis abaixo de 200.000 células /mL para classificar os rebanhos como saudáveis, indicando baixa prevalência de mastite subclínica.
- **Resfriamento:** O sistema deve garantir a temperatura inferior a 4°C no tanque em um tempo **máximo de 3 horas após o término de cada ordenha** para impedir a proliferação bacteriana.

1.2 O Papel do CBQL e a Legislação Brasileira

No contexto brasileiro, as Instruções Normativas do MAPA (IN 76 e IN 77) estabelecem os critérios oficiais para identidade, qualidade, higiene e refrigeração do leite cru refrigerado. Esses regulamentos definem limites máximos de CCS e CBT, bem como critérios de identidade e qualidade do leite, incluindo parâmetros físico-químicos, requisitos de

autocontrole, monitoramento analítico e condições de coleta, refrigeração e armazenamento.

O CBQL atua como órgão técnico de referência, traduzindo normas internacionais para a realidade operacional brasileira, especialmente no que se refere a equipamentos de ordenha, dimensionamento, manutenção e procedimentos de limpeza. As recomendações do Comitê de Equipamentos do CBQL são tecnicamente alinhadas às normas ISO e devem ser consideradas como base mínima para auditorias técnicas em propriedades e laticínios.

1.3 Normas ISO Fundamentais para Equipamentos de Ordenha

1.3.1 ISO 5707 – Requisitos de Desempenho e Instalação

A ISO 5707 estabelece os requisitos mínimos para projeto, construção, instalação e desempenho de sistemas de ordenha mecânica. Entre os pontos centrais da norma destacam-se:

- Estabilidade do nível de vácuo durante a ordenha;
- Capacidade adequada de reserva de fluxo de ar (L/min);
- Dimensionamento correto das linhas de vácuo e de leite;
- Compatibilidade entre bomba de vácuo, regulador, linhas e unidades de ordenha.

1.3.2 ISO 6690 – Métodos de Ensaio

A ISO 6690 define os métodos padronizados para verificação da conformidade dos sistemas de ordenha com a ISO 5707, por meio de testes estáticos e dinâmicos. Esses ensaios permitem avaliar objetivamente o desempenho do equipamento sob condições reais de operação.

2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ORDENHA

O dimensionamento correto do sistema de ordenha deve partir do princípio de que a **estabilidade do nível de vácuo** é o principal determinante técnico da eficiência de ordenha e da saúde do teto. A ISO 5707 estabelece que o sistema deve ser capaz de manter o vácuo dentro de limites estreitos, mesmo em situações críticas, como entrada súbita de ar, variações no fluxo de leite e falhas momentâneas de vedação durante a operação.

A bomba de vácuo não deve ser selecionada com base exclusivamente no número de unidades de ordenha, mas sim na **demanda total de ar do sistema**. Essa demanda inclui o consumo das unidades em operação, pulsadores, regulador de vácuo, dispositivos auxiliares, entradas de ar intencionais e perdas decorrentes de microvazamentos. Sistemas subdimensionados tendem a apresentar maior amplitude de flutuações irregulares de vácuo, resultando em compressão inadequada do teto, congestão vascular e aumento do risco de lesões no esfíncter.

A **reserva efetiva de vácuo** deve ser sempre determinada por meio de medições em campo, conforme a metodologia descrita na ISO 6690. Valores nominais obtidos em condições padronizadas devem ser complementados por medições em campo realizadas sob condições operacionais reais. Em propriedades localizadas em altitudes elevadas, a correção do desempenho da bomba é mandatória, uma vez que a redução da densidade do ar compromete diretamente a capacidade volumétrica efetiva do sistema. Para isto, existem normas que orientam o **dimensionamento do fluxo de ar necessário**, assegurando que o volume de ar processado seja suficiente para o pleno funcionamento do sistema em diferentes altitudes.

Outro ponto crítico é o **dimensionamento das linhas de vácuo e de leite**. Diâmetros insuficientes, excesso de curvas ou inclinação inadequada resultam em perdas de carga e instabilidades no escoamento, que se manifestam como variações de vácuo na ponta do teto. Essas condições favorecem a ocorrência de impactos mecânicos repetitivos sobre o teto, instabilidade de fluxo durante a ordenha e aumento do risco de lesões, podendo contribuir indiretamente para a elevação da CCS.

De forma complementar, o dimensionamento do sistema deve considerar não apenas condições nominais, mas também a **dinâmica da operação de ordenha**. A quantidade de unidades de ordenha em funcionamento simultâneo, o nível e a frequência de entrada de ar durante o acoplamento, a ocorrência de acoplamentos simultâneos e a utilização de injetores de ar no processo de limpeza influenciam diretamente a estabilidade do vácuo durante a rotina. A avaliação integrada desses fatores é essencial para garantir que o sistema opere de forma estável em condições reais, com vacas e operadores, atendendo simultaneamente aos requisitos normativos e aos princípios de bem-estar animal.

Embora existam parâmetros normativos consolidados (CBQL e ISO), a escassez de diagnósticos regulares nos sistemas de extração de leite brasileiros gera uma lacuna de dados sobre a real conformidade operacional desses equipamentos e suas consequências diretas na produtividade nacional.

2.1 Bomba de Vácuo

A bomba de vácuo é responsável por suprir a demanda técnica de todo o sistema atendendo critérios técnicos de necessidade, incluindo ordenha, acessórios e também atender demanda da limpeza. O dimensionamento da bomba de vácuo deve garantir não apenas o atendimento aos requisitos normativos, mas também ter condições de suprir as necessidades para uma perfeita estabilidade do nível de vácuo durante a operação real da ordenha. Trabalhando em conjunto, a bomba supre a demanda de fluxo de ar, enquanto o regulador mantém o nível de vácuo constante, assegurando a eficiência real da ordenha. Para isso, além dos consumos nominais dos componentes, devem ser consideradas as condições operacionais que influenciam diretamente a entrada de ar no sistema ao longo da rotina de ordenha.

O dimensionamento da bomba de vácuo deve considerar:

- Quantidade de conjuntos do equipamento;
- Tipos de pulsadores;
- Sistema de medição do leite;
- Nível de entrada de ar durante o acoplamento das unidades de ordenha;
- Quantidade de acoplamentos que ocorrem de forma simultânea;
- Presença de injetores de ar no processo de limpeza do sistema;
- Reserva mínima de fluxo exigida pela ISO 5707;
- Tipo de sistema de ordenha (balde ao pé, canalizado ou AMS);
- Altitude da propriedade, devido à influência na eficiência volumétrica da bomba.

Table A.4 — Standard atmospheric pressures, p_s, and correction factor, H, at various altitudes

Altitude	Standard atmospheric pressure, p_s	Correction factor, H, at a pump vacuum, p, of		
m	kPa	40 kPa	45 kPa	50 kPa
< 300	100	0,80	0,89	1,00
from 300 to 700	95	0,84	0,94	1,07
from 700 to 1 200	90	0,88	1,00	1,16
from 1 200 to 1 700	85	0,93	1,08	1,28
from 1 700 to 2 200	80	1,00	1,19	1,45

NOTAS

1) Estes valores são baseados em uma eficiência volumétrica, h_v, igual a 0,9, calculada por meio da seguinte fórmula:

$$h_v = p_{máx} / p_a$$

em que $p_{máx}$ é a depressão, em kPa, na entrada da bomba quando completamente fechada, medida a uma pressão atmosférica p_a.

2) $p_{máx}$ ou o valor da eficiência volumétrica pode ser obtido do fabricante.

Obs.: conforme a norma ISO, os valores referenciais são definidos em sistemas ao nível do mar testadas com vácuo nominal de 50 kPa.

A reserva efetiva de vácuo deve ser suficiente para manter variações do nível de vácuo dentro dos limites normativos mesmo durante eventos críticos, como entrada de ar, colocação e retirada de conjuntos.

2.2 Reserva Efetiva (Re)

A reserva efetiva de vácuo representa a capacidade do sistema de absorver variações momentâneas de entrada de ar sem provocar quedas significativas no nível de vácuo operacional. Esse parâmetro é crítico durante eventos transitórios, como a colocação e retirada das unidades de ordenha, deslizamentos de teteiras e pequenas perdas de vedação.

Sistemas com reserva efetiva insuficiente apresentam maior instabilidade de vácuo na ponta do teto, o que compromete a regularidade da pulsação, favorecendo ao maior risco de lesões de teto e elevação da CCS. Por esse motivo, a ISO 5707 estabelece valores mínimos de reserva efetiva, cuja verificação deve ser realizada por ensaios conforme a ISO 6690.

Oscilações no sistema de vácuo que ultrapassam o limiar de 2 kPa impactam negativamente o desempenho da ordenha, resultando em uma extração mais lenta, comprometimento da compressão tecidual

durante a fase de massagem e perda de aderência do conjunto ao úbere (Besier & Bruckmaier, 2016).

Table A.1 — Minimum effective reserve where milking units with automatic shut-off valves are used

Values in litres per minute of free air

Number of units	Minimum effective reserve [a]	
n	Bucket or direct-to-can milking machines	Other milking machines
$2 \le n \le 10$	$80 + 25\,n$	$200 + 30\,n$
> 10	$330 + 10(n - 10)$	$500 + 10(n - 10)$

[a] Add the airflow required for ancillary equipment in accordance with 5.3.

2.3 Cálculo da Capacidade Total da Bomba (*Qt*)

A capacidade total que a bomba de vácuo deve fornecer (*Qt*) é a soma da Reserva Efetiva com o consumo de ar de todos os componentes periféricos do sistema de ordenha.

Componentes de Consumo Típico

Para o dimensionamento, consideram-se os seguintes consumos nominais:

1. **Unidades de Ordenha:** 4 a 12 L/min por unidade (consumo residual de ar).
2. **Pulsadores:** 15 a 150 L/min por pulsador (conforme especificação do fabricante).
3. **Regulador de Vácuo:** 35 L/min (ar necessário para o funcionamento do diafragma).
4. **Medidores de Leite / Extratores Automáticos:** 10 a 100 L/min por unidade.
5. **Vazamentos Admitidos:** até 5% da capacidade da bomba, referentes a vazamentos na linha de vácuo (juntas, conexões e acoplamentos), conforme a ISO 5707.

Obs.: considerar a entrada de ar durante a colocação e extração das unidades de ordenha, em equipamentos que não possuem sistemas eletrônicos que fazem o fechamento automaticamente.

2.4 A Unidade de Ordenha

A unidade de ordenha representa o ponto de interface direta entre o sistema mecânico e o animal, sendo, portanto, um dos componentes

mais sensíveis do ponto de vista de bem-estar e sanidade. O coletor deve permitir separação eficiente entre leite e ar, mantendo fluxo contínuo e evitando refluxos que geram impactos hidráulicos e flutuações de vácuo.

O volume interno do coletor assume maior importância em sistemas de alta vazão, como rebanhos de alta produção e, consequentemente, elevado fluxo de leite por minuto. Coletores subdimensionados favorecem acúmulo intermitente de leite e entrada irregular de ar, comprometendo a estabilidade do sistema.

As teteiras são componentes de desgaste controlado. Alterações na elasticidade do material ao longo do tempo modificam o comportamento da pulsação e a pressão exercida sobre o teto. Teteiras fora do prazo técnico de substituição estão associadas a maior incidência de deslizamentos, aumento de entrada de ar e elevação do risco de transmissão cruzada de patógenos.

A pulsação deve garantir equilíbrio adequado entre a fase de ordenha (fase B) e a fase de massagem (fase D). Relações de pulsação desequilibradas reduzem a eficácia da massagem do teto, favorecendo congestão, edema e formação de hiperqueratose na extremidade do teto. A uniformidade entre pulsadores é um critério crítico e deve ser verificada periodicamente por ensaios conforme a ISO 6690.

Independente do sistema, é importante que as unidades de ordenha sejam do **mesmo fabricante e modelo**, para prevenir variações entre eles.

2.5 Coletores

Os coletores devem possuir volume adequado para permitir fluxo contínuo de leite e ar, evitando refluxo e impactos hidráulicos. O desenho interno deve favorecer drenagem eficiente e limpeza completa durante o CIP.

2.6 Teteiras

As teteiras são componentes críticos de interface com o animal. Requisitos técnicos incluem:

- Material elastomérico com propriedades físicas estáveis;
- Compatibilidade com o nível de vácuo operacional;
- Substituição conforme número de ordenhas ou tempo de uso, conforme especificações técnicas e diretrizes ISO/CBQL.

As teteiras de borracha devem ser substituídas, no máximo, a cada 2.500 ordenhas ou a cada seis meses, prevalecendo o que ocorrer primeiro. O cálculo para definir esse intervalo pode ser realizado da seguinte forma:

Período de troca

$$= 2.500 / (a \times b / c)$$

a = número de vacas ordenhadas
b = número de ordenha por dia
c = número de unidade de ordenha

O desgaste excessivo está associado a um aumento de deslizamentos, instabilidade de vácuo e maior risco de lesões de teto.

2.7 Pulsadores

Para garantir a eficiência operacional e a longevidade do sistema, a pulsação deve manter-se rigorosamente regular, estável e uniforme em todas as unidades instaladas. Esta padronização é essencial para evitar oscilações no processo e assegurar a repetibilidade dos resultados. Os requisitos detalhados para operação e controle seguem descritos nos parâmetros técnicos abaixo:

- **Frequência:** Sessenta (60) pulsações por minuto, com variação máxima permitida de ± 5%;
- **Relação de pulsação:**

  A + B: fase de ordenha
  C + D: fase de massagem

- **Fases da pulsação:**

  Fase A - abertura das teteiras
  Fase B - teteiras abertas
  Fase C - teteiras fechando
  Fase D - teteiras fechadas

- **A Fase B (fase de ordenha ou teteira aberta) da pulsação deve ser de pelo menos 30% do ciclo (ISO e CBQL);**

- **A Fase D (fase de massagem ou teteira fechada) do ciclo de pulsação não deve ser inferior a 15% (ISO e CBQL);**
- Simetria entre canais.

Desvios nesses parâmetros impactam diretamente o fluxo de leite, a saúde do teto e o esvaziamento do úbere.

3. PROTOCOLO DE TESTES SEGUNDO A ISO 6690

3.1 Teste Estático

Avalia o desempenho do sistema sem fluxo de leite, incluindo:

- Nível de vácuo nominal (kPa);
- Capacidade da bomba (L/min);
- Reserva efetiva de vácuo (L/min);
- Funcionamento do regulador.

3.2 Teste Dinâmico

Realizado durante a ordenha, avalia:

- Variações de vácuo na linha do leite (*slugs*);
- Estabilidade durante entrada de ar e variações de fluxo;
- Comportamento do sistema sob carga real.

4. PROTOCOLOS DE DIAGNÓSTICO E HIGIENE (CIP)

A manutenção preventiva e a higienização rigorosa são as defesas contra a mastite ambiental e contagiosa.

4.1. Ciclo de Limpeza CIP (*Cleaning in Place*)

A conformidade exige monitoramento de temperatura e concentração química:

Parâmetros Técnicos do Processo de CIP				
Etapa	**Parâmetro**	**Unidade**	**Valor Técnico**	**Referência**
Pré-enxágue	Temperatura	°C	30–40	CBQL
Lavagem alcalina	Temp. inicial	°C	≥ 70	ISO 5707
Lavagem alcalina	Temp. retorno	°C	≥ 45	ISO 5707
Enxágue	Temperatura	°C	ambiente	

Lavagem ácida	Temperatura	°C	30-40	CBQL
Lavagem ácida	Frequência	—	conforme dureza da água e instalação do equipamento	CBQL
Enxágue	Temperatura	°C	ambiente	
*Sanitização	Temperatura	°C	ambiente	

* Obs.: a sanitização deve ser feita antes de cada ordenha

O processo de higienização deve ser entendido como um sistema integrado de ações físicas, térmicas e químicas. A falha em qualquer um desses pilares compromete a eficiência global do CIP, independentemente da qualidade dos demais parâmetros.

A temperatura inicial da lavagem alcalina é fundamental para solubilização de gordura e proteínas. Quedas acentuadas de temperatura ao longo do circuito indicam insuficiência de volume de água, isolamento térmico inadequado ou excesso de carga orgânica no sistema. A temperatura de retorno é um indicador direto da eficácia térmica do processo.

A velocidade de fluxo nas tubulações deve ser suficiente para promover regime turbulento, condição indispensável para a ação mecânica de remoção de biofilmes. Valores abaixo do mínimo normativo resultam em limpeza parcial, especialmente em pontos críticos como curvas, conexões e extremidades de linha.

A validação do CIP não deve se restringir ao controle operacional. Inspeções visuais sistemáticas, testes de resíduos químicos, indicadores como CCS e CPP, e monitoramento microbiológico do leite e das superfícies internas são ferramentas complementares indispensáveis para assegurar conformidade contínua.

MATERIAL CONSULTIVO

Brasil (2018). Instrução Normativa nº 76 de 26 de novembro de 2018. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União, 30 nov. 2018.

Brasil (2018). Instrução Normativa nº 77 de 26 de novembro de 2018. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União, 30 nov. 2018.

CBQL - Conselho Brasileiro de Qualidade do Leite. Comitê de Equipamentos. Equipamentos de ordenha: recomendações do comitê de equipamentos. São Paulo: Quiron, 2002.

ISO 3918, 2007. Milking machine installations – Vocabulary. The International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 41 p.

ISO 5707, 2007. Milking machine installations – Construction and performance. The International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 50 p.

ISO 6690, 2007. Milking machine installations – Mechanical tests. The International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 38 p.

S., Claudia; M., Feierabend, and R., M. Bruckmaier. Different vacuum levels, vacuum reduction during low milk flow, and different cluster detachment levels affect milking performance and teat condition in dairy cows. *Journal of dairy science* 103.10 (2020): 9250-9260.