

# Gestão de Preços Mínimos na Cadeia de Leite

Alvoar Lácteos

Setembro de 2024

## 1 Contexto Geral: Gestão de Preços Mínimos na Cadeia de Leite

Este material busca explicar detalhadamente a problemática de gestão de preços mínimos no setor de laticínios, com foco em captação de leite, produção e maximização de margens. O objetivo é proporcionar uma visão clara para um grupo de matemáticos, possibilitando a proposição de novas abordagens ou melhorias no modelo atual.

## 2 Descrição do Problema

### 2.1 Margens Negativas em Produtos Lácteos

No setor de laticínios, especialmente em categorias como **leite UHT integral**, foi identificada a ocorrência de margens negativas para uma fração do volume vendido. Isso significa que a venda de determinados produtos não cobre os custos associados à captação de leite, produção e logística. O fenômeno é explicado por:

- **Pressão de Estoque:** Estoques excessivos podem levar a decisões de venda com descontos significativos, impactando diretamente a margem de lucro.
- **Varição no Custo de Captação:** O custo de captação de leite pode variar ao longo do ano devido a fatores sazonais, o que nem sempre é compensado por ajustes no preço de venda.
- **Demanda e Oferta Desbalanceadas:** Quando a oferta excede a demanda, produtos são vendidos com margens menores ou até negativas para evitar o acúmulo de estoques.

Essas margens negativas foram observadas em aproximadamente **7% do volume vendido** e **5,9% da receita líquida operacional** em 2022. A análise sugere a necessidade de um modelo de precificação mais robusto que considere melhor o comportamento do mercado e o custo variável de captação.

## 2.2 Composição da Margem Before Milk (MBM)

A **Margem Before Milk (MBM)** é a margem de contribuição antes de considerar os custos diretos do leite captado. Isso permite avaliar o impacto de outros fatores, como os custos fixos e variáveis de produção (embalagem, logística, etc.) e o preço de venda. A MBM é um indicador crucial para medir a eficiência da operação, sendo calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{MBM} = \frac{\text{Receita Líquida} - \text{Custos Fixos e Variáveis}}{\text{Volume Vendido}}$$

Este conceito é fundamental para separar o efeito do custo do leite sobre as margens e permite identificar áreas onde otimizações na operação, além da captação de leite, podem gerar resultados positivos.

## 2.3 Variação do Preço de Captação

O preço do leite captado varia significativamente ao longo do ano, afetando diretamente as margens de contribuição. Abaixo, um gráfico ilustrativo (substitua pelo real):

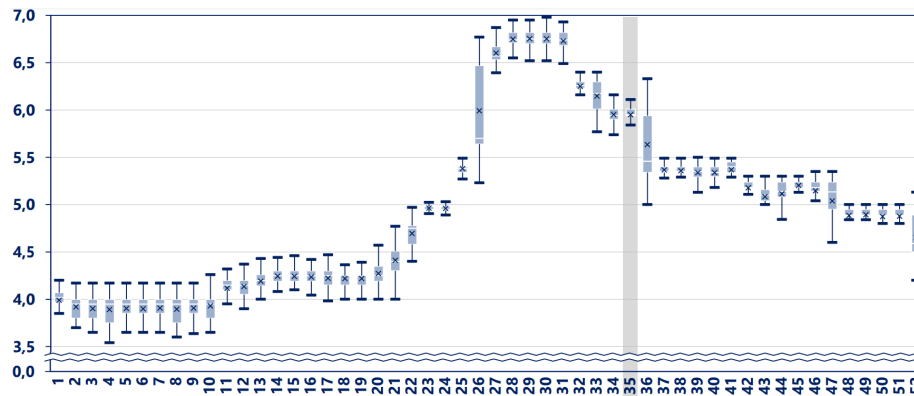


Figure 1: Variação de Preços ao longo do ano.

**Explicação do gráfico:** O gráfico de "boxplot" mostra a dispersão dos preços ao longo de cada semana. As semanas onde o preço de captação é mais elevado coincidem com as margens mais apertadas, sugerindo a necessidade de ajustes na produção ou venda nesses períodos.

## 2.4 Erosão de Margem por Pressão de Estoque

O gráfico abaixo correlaciona a captação de leite com a margem negativa ao longo de diferentes períodos. Ele demonstra que há uma pressão sobre as margens quando a captação de leite aumenta:

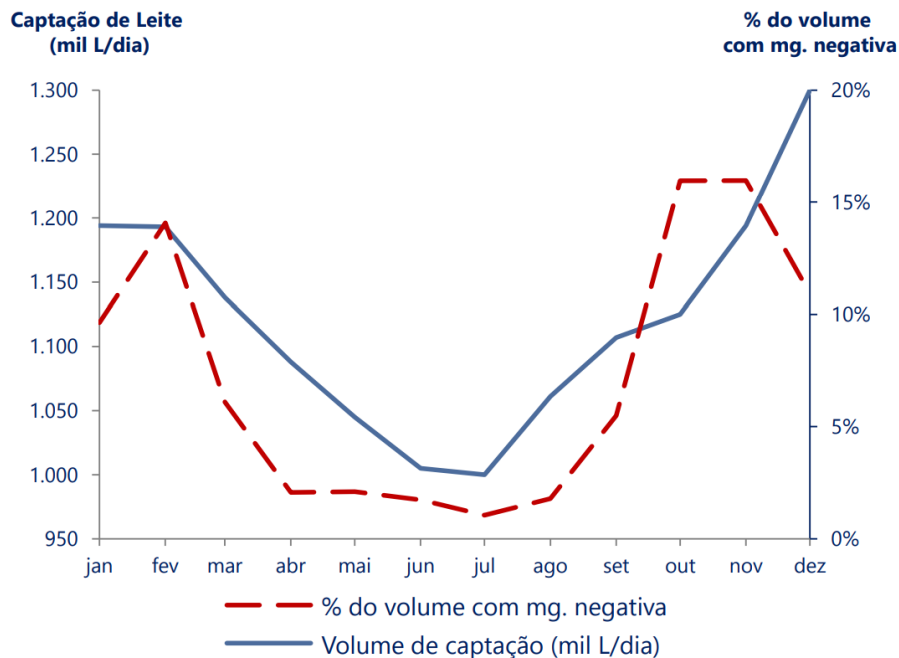


Figure 2: Captação vs. Margem ao longo do tempo.

**Explicação do gráfico:** Em períodos onde a captação de leite aumenta (refletido pelo volume captado em mil litros), observa-se um aumento correspondente no volume com margem negativa. Isso indica uma execução disforme de preços e margens, sugerindo a necessidade de controle mais rigoroso da captação.

### 3 Modelo Matemático Atual

#### 3.1 Formulação do Problema

O modelo atual é baseado em **programação linear** e visa maximizar a margem de contribuição total ao longo de um período de tempo, considerando a produção, captação e venda de produtos lácteos. O objetivo é otimizar o uso dos recursos disponíveis (leite captado, capacidade de produção e estoque) para garantir a maior margem possível.

#### Objetivo: Maximizar a Margem de Contribuição

A função objetivo do modelo pode ser expressa como:

$$\text{Maximizar } \mathcal{M} = \sum_i \sum_t Y_{i,t} \cdot M_i - \sum_{f,t} X_{f,t} \cdot P_{f,t} \cdot (1 + \text{WACC})^{12-t}$$

Onde:

- $Y_{i,t}$ : Quantidade de produto  $i$  vendida no período  $t$ .
- $M_i$ : Margem Before Milk do produto  $i$ .
- $X_{f,t}$ : Litros de leite captados do fornecedor  $f$  no período  $t$ .
- $P_{f,t}$ : Preço por litro de leite captado do fornecedor  $f$  no período  $t$ .
- **WACC**: Custo médio ponderado de capital.

**Restrições:**

- **Capacidade de Produção:** A produção de cada produto não pode exceder a capacidade de produção mensal disponível.

$$\sum_i Y_{i,t} \leq \text{Capacidade Produtiva Total}, \quad \forall t$$

- **Capacidade de Estocagem:** A quantidade de produtos estocados não pode ultrapassar os limites físicos dos armazéns, e o uso dos ingredientes (gordura e ESD) deve ser inferior ao disponível em cada mês.

$$\sum_i Y_{i,t} + \text{Estoque}_t \leq \text{Capacidade de Estocagem}, \quad \forall t$$

- **Vendas Mínimas e Preço Mínimo:** Produtos só podem ser vendidos se o preço for superior ao preço mínimo que garante uma margem de contribuição positiva.

$$\text{Preço}_i \geq \text{Preço Mínimo}_i, \quad \forall i$$

### 3.2 Fluxograma do Modelo de Otimização

O modelo de otimização segue o seguinte fluxo:

1. **Captação de Leite:** Decidir quantos litros de leite capturar em cada período, considerando o preço de captação e a demanda.
2. **Produção:** Definir quais produtos devem ser produzidos com base na captação e demanda projetada.
3. **Estocagem vs. Venda:** Alocar a produção entre venda imediata e estocagem para vendas futuras.
4. **Precificação:** Determinar o preço mínimo de venda que garante uma margem positiva.

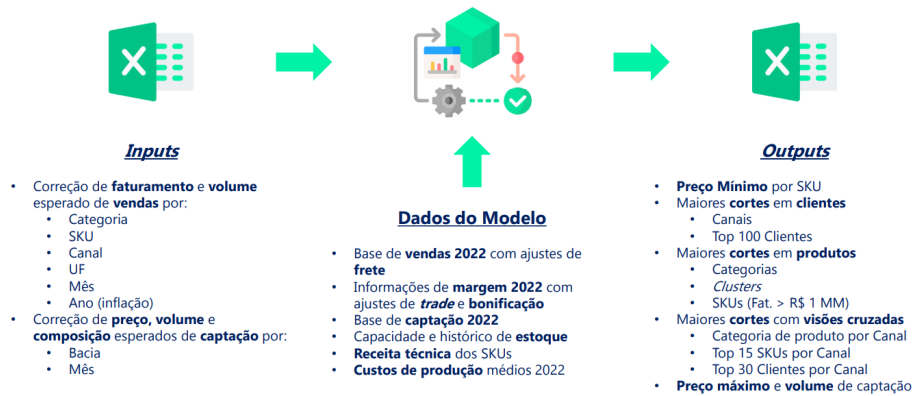


Figure 3: Fluxograma do Processo de Otimização.

### 3.3 Conclusão

O modelo de otimização apresentado aqui permite uma visão integrada da cadeia de produção e captação de leite, maximizando a margem de contribuição ao ajustar decisões de captação, produção e precificação. A matemática envolvida, baseada em programação linear, pode ser ajustada e melhorada com novas abordagens que esse desafio busca que os participantes possam propor. Essa otimização visa não apenas aumentar a eficiência operacional, mas também garantir que a empresa minimize o risco de margens negativas e maximize sua rentabilidade em diferentes cenários econômicos e de mercado.