

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E  
GEOGRAFIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

BÁRBARA REGINA ROCHA PINHEIRO

**ANÁLISE DA CAPACIDADE PRODUTIVA EM UM SETOR DE UMA INDÚSTRIA  
DE NUTRIÇÃO ANIMAL**

*Área: Gestão de Operações*

Campo Grande

2025

BÁRBARA REGINA ROCHA PINHEIRO

**ANÁLISE DA CAPACIDADE PRODUTIVA EM UM SETOR DE UMA INDÚSTRIA  
DE NUTRIÇÃO ANIMAL**

**Área: Gestão de Operações**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Sanaiotte Pinheiro.

Campo Grande

2025

## RESUMO

O presente trabalho apresenta a análise empírica da determinação da capacidade produtiva de um produto intermediário realizada por um setor de uma indústria de manufatura de produtos de nutrição animal de médio porte em Mato Grosso do Sul. A análise foi conduzida por meio da engenharia de métodos, com foco na cronoanálise das etapas de pesagem de insumos e produção de pré-misturas, essenciais para garantir a homogeneidade dos produtos finais. Foram utilizados fluxogramas para mapeamento das atividades e cronometragens para determinar tempos médios e tempos padrão das operações. Os resultados indicam que, em um cenário ideal, o setor é capaz de produzir até sete lotes de 600 kg de pré-mistura por dia, sem considerar a pesagem de insumos para a macroprodução. A capacidade produtiva varia conforme a quantidade de pré-misturas e insumos a serem dosados, sendo possível identificar gargalos e oportunidades de melhoria, como a aquisição de novas balanças para simultaneidade nas pesagens. Conclui-se que, com o aumento da demanda e a automatização parcial do processo, será necessária uma nova análise para garantir a eficiência do setor.

Palavras-chave: Engenharia de métodos, cronoanálise, capacidade produtiva, manufatura, estudo de tempos e movimentos, tempo padrão.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO</b>	<b>5</b>
3. PROCESSOS METODOLÓGICOS	6
3.1 METODOLOGIA	6
3.2 APRESENTAÇÃO DA INDÚSTRIA	7
3.3 APRESENTAÇÃO DO PROCESSO	7
3.4 APRESENTAÇÃO DO PROCESSO DE MICROPRODUÇÃO	8
3.5 ESCOLHA DOS PRODUTOS	9
3.6 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE CICLOS A SEREM CRONOMETRADOS	9
3.7 DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL	11
3.8 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE TOLERÂNCIA	12
3.9 TEMPO PADRÃO POR PESAGEM DE PRODUTO	12
4 RESULTADOS	13
<b>5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>15</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O setor da agropecuária no Brasil tem uma das maiores representatividades na economia do país. No ano de 2005 o setor foi responsável por 8% do Produto Interno Bruto (PIB), correspondendo a R\$145,8 bilhões (IBGE, 2009). Nesse cenário, o estado do Mato Grosso do Sul se coloca na sétima posição no ranking nacional de valor bruto de produção agropecuária (GOV MS, 2025).

Nesse contexto de notória relevância da agroindústria sul-matogrossense para a economia e sociedade brasileira, está inserida a indústria de manufatura de complementos alimentares para bovinos de corte, ovinos e equinos, do referente estudo. Para atender da melhor forma a demanda do mercado e gerir os custos produtivos da melhor forma, surge a necessidade de uma gestão assertiva dos processos produtivos da indústria de manufatura de nutrientes animais da referida análise.

A engenharia de métodos é uma ciência focada nas ações detalhadas nas quais o trabalho é executado, dessa forma, sua implementação em análises é essencial para observar e desenvolver a maneira na qual o trabalho é executado (Ricci, 2013). Este trabalho objetiva a determinação da capacidade produtiva do setor de microprodução por meio da cronoanálise dos tempos das pesagens dos insumos e produção de pré-mistura na indústria de manufatura de complementos alimentares para bovinos de corte, ovinos e equinos.

Elucidadas as limitações do local estudado, os pontos a serem desenvolvidos no referente trabalho são a delimitação do tempo-padrão e as melhorias nos métodos operacionalizados.

## 2 DESENVOLVIMENTO

A engenharia de métodos fornece os parâmetros e as ferramentas que serão aplicados nos processos operacionais de manufatura, em específico, a cronoanálise irá fundamentar a teoria para a definição dos tempos operacionais necessários de produção das pré-misturas e de pesagens dos insumos menores componentes do produtos. Conforme descrito por Slack (2002), a análise de tempos constitui-se em uma metodologia empregada para mensurar e registrar, de forma sistemática, os tempos e o ritmo de execução dos elementos que compõem uma tarefa especializada, executada sob condições previamente determinadas.

O referido estudo faz-se necessário em decorrência de uma automatização no setor de macro produção da indústria e nesse cenário haverá aumento da demanda da produtividade do setor de microprodução. O setor de microprodução da indústria estudada é responsável pela produção de pré-misturas e pesagem de ingredientes que entram em proporção pequena na receita dos produtos. As pré-misturas são produtos intermediários feitos para garantir a homogeneização dos insumos que entram em em pequenas quantidades nas receitas dos produtos finais.

Dentro desse contexto, são utilizadas em torno de 33 matérias-primas diferentes em todos os produtos de linha, desse total 20 matérias-primas passam pelo processo de dosagem do setor da microprodução. No ano de 2024 o setor da microprodução executou a pesagem de, em média, 2,6 toneladas de insumos por dia (entre insumos para macro e produção de pré-mistura). Portanto, é notória a representatividade do setor de microprodução no processo produtivo como um todo.

A fim de apresentar o processo produtivo foi utilizada a ferramenta do fluxograma. Esta é uma ferramenta utilizada para exemplificar as etapas do processo produtivo de forma visual e sequência, tornando-se muito útil para a compreensão do processo como um todo, permitindo análises pragmáticas (Gonçalves, 2011). No setor atuam 3 funcionários que realizam as atividades de pesagem de ingredientes, registros da produção, abastecimento, operação do misturador, limpeza, armazenagem, ensaque e costura, processo elucidado na figura 2.

As limitações encontradas no processo produtivo estudado são em relação ao processo atual no qual consta apenas o uso de um misturador e em breve será instalado um misturador automatizado e será necessário realizar um novo estudo.

### 3. PROCESSOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o levantamento da capacidade produtiva do setor da micro produção baseou-se em uma pesquisa experimental quantitativa de tempos das etapas que compõem o processo de produção de pré-mistura e o processo de pesagem de ingredientes dos produtos acabados (PAs), nome utilizado comumente na indústria para se referir ao produto principal.

Dessa forma, o estudo foi dividido em capacidade de produção de pré-mistura e a capacidade de pesagem de ingredientes para a macro produção. Em ambos estudos foram levantadas todas as operações que os funcionários exercem na produção e na pesagem dos insumos, foi utilizada a ferramenta fluxograma para visualização e validação das estampas dos processos e observação na produção.

Para o levantamento dos tempos foram feitas cronoanálises em um período de 3 meses focando nas produções de produto e pré-mistura determinados na tabela 1. As cronometragens foram feitas in loco por meio de observação e uso de cronômetro. Para determinação dos ciclos a serem cronometrados foi utilizada a equação:

Equação 1: Determinação Do Número De Ciclos.

$$N = \left( \frac{Z \times R}{Er \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2$$

Fonte: Autora, 2025.

Foram observados e cronometrados todos os processos envolvidos, como setup e limpeza.

Para a escolha dos produtos e pré-misturas a serem estudadas foi feito um ranking (apresentado na tabela 1) baseado no histórico de vendas da empresa e foram selecionados os produtos mais vendidos das categorias com maior representatividade no volume de vendas e de produção.

Após todos os procedimentos de levantamento de informações, operações do processo e determinação dos tempos de produção e pesagem, foi feita uma matriz concatenando a produção de pré-mistura e pesagem de insumos para a macro

produção de tal forma que auxilie na tomada de decisão para atender demandas de produção de pré-mistura e programação da produção principal.

### 3.2 APRESENTAÇÃO DA INDÚSTRIA

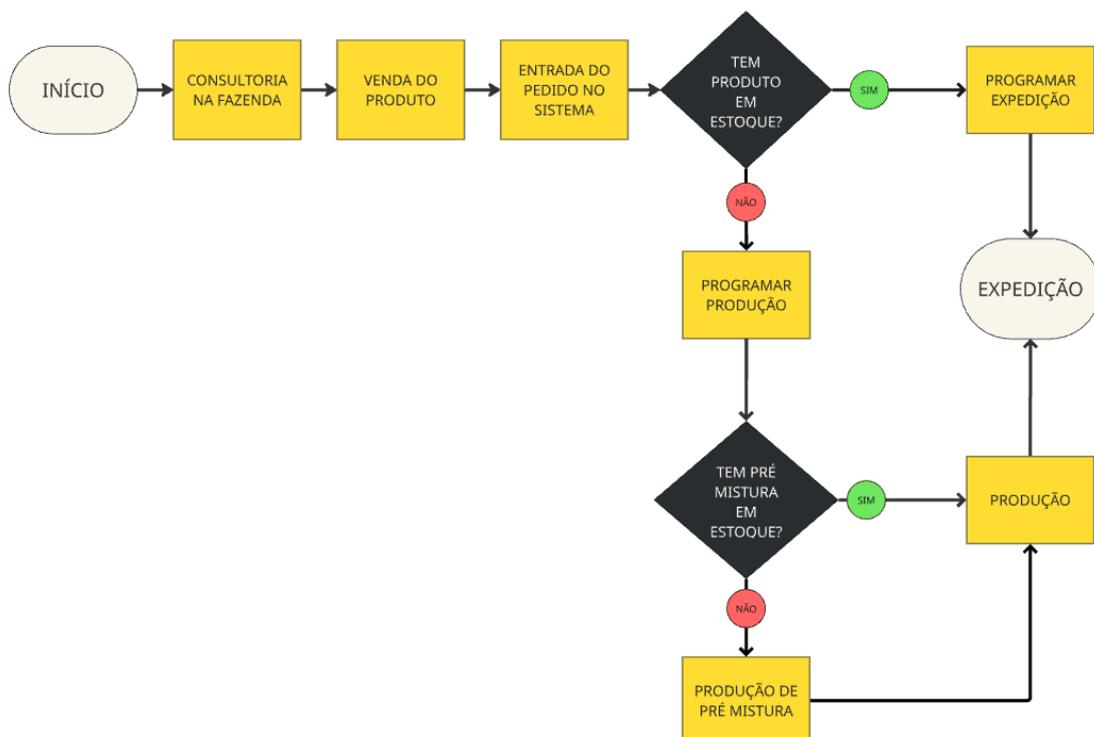
A indústria estudada está no mercado de nutrição animal de bovinos, equinos e ovinos há mais de 40 anos e atua na região do estado de Mato Grosso do Sul. O principal foco é em produtos para bovinos de corte. As categorias dos produtos são: rações, minerais, nitrogenados, núcleos e proteicos.

O chão de fábrica contém 26 funcionários envolvendo setor de produção e armazenamento. No setor de produção de pré-mistura atuam 3 funcionários.

### 3.3 APRESENTAÇÃO DO PROCESSO

A produção inicia após a verificação da quantidade do produto demandado em estoque, dessa forma, é programada a produção, etapa na qual é feita a verificação de necessidade das matérias-primas e pré-mistura. Após as verificações e a espera em caso de necessidade de produção de pré-mistura ou compra de matéria-prima, é feita a produção e o setor de controle de qualidade verifica se o produto está conforme, caso esteja, o setor de logística programa a expedição, caso haja não conformidades, o produto é destinado para reprocesso. Na figura 1 é exemplificada a participação do setor de microprodução em toda a fábrica.

Figura 1: Fluxograma da produção.



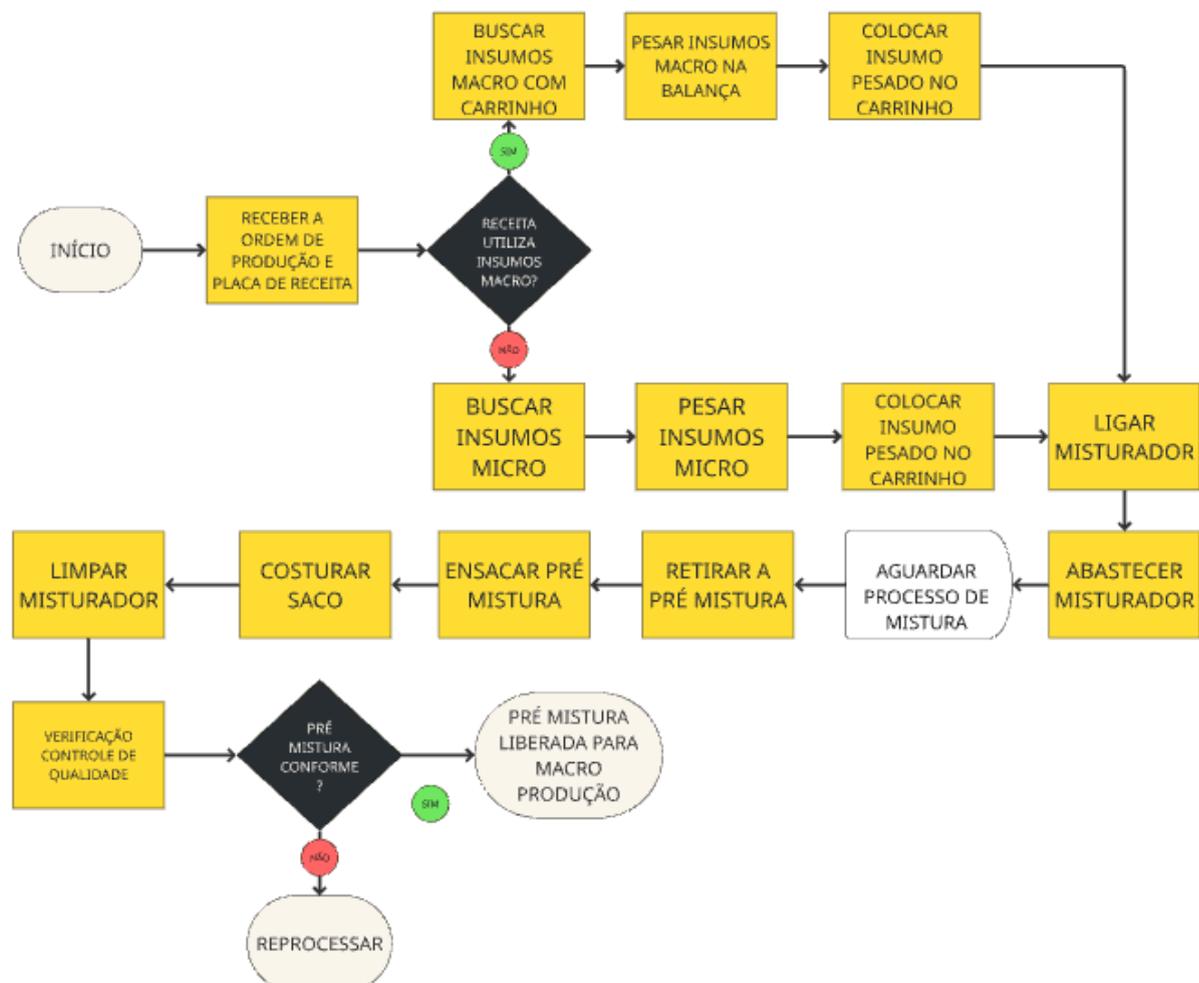
Fonte: Autora, 2025.

### 3.4 APRESENTAÇÃO DO PROCESSO DE MICROPRODUÇÃO

A produção de pré-mistura inicia após a verificação da necessidade para a produção do setor da macro. A produção é programada com base na disponibilidade do setor e da matéria-prima, assim que possível, é criada a placa de receita da pré-mistura caso esta não tenha no arquivo do setor de produção. A produção é feita e verificada pelo setor de controle da qualidade, caso esteja não conforme a pré-mistura é destinada para reprocesso, caso esteja conforme a pré-mistura é disponibilizada para o setor de macro-produção.

Na figura 2 é apresentado o processo produtivo do setor de microprodução a fim de elucidar as etapas operacionais foco da cronoanálise.

Figura 2: Fluxograma da microprodução.



Fonte: Autora, 2025.

### 3.5 ESCOLHA DOS PRODUTOS

A escolha dos produtos a serem analisados deu-se pela representatividade deles nas vendas do ano de 2024. Foi selecionado um produto de cada grupo relevante para as vendas do ano de 2024. Na tabela 1 constam as representatividades de vendas de cada grupo selecionado.

Tabela 1: Representatividade nas vendas no ano de 2024 dos grupos do estudo.

<b>Tipo de grupo</b>	<b>Representatividade nas vendas de 2024</b>
Grupo Mineral	19,68%
Grupo Nitrogenado	13,01%
Grupo Energético	6,07%
Total	38,76%

Fonte: Autora, 2025.

### 3.6 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE CICLOS A SEREM CRONOMETRADOS

Para o estudo foram divididas amostras de tempo de pesagens de insumos para a produção de um produto e os tempos de pesagens de insumos para a produção de uma pré-mistura. O ciclo completo para o produto é apenas a pesagem dos insumos que entram em menor quantidade na receita, enquanto para o ciclo completo da pré-mistura foi considerado todos os insumos pesados no setor da micro e as etapas realizadas no misturador.

As cronometragens foram realizadas nas operações do processo produtivo de produtos e pré-misturas similares com relação a mesma quantidade de itens pesados e quantidade pesada. Na tabela a 2 constam os dados das 6 cronometragens prévias para o ciclo completo de pesagem do produto, descartando-se a primeira amostra de acordo com o método de determinação de fator de ritmo de operador desenvolvido por Barnes (1977).

Tabela 2: Cronometragens prévias de produto

Unidade	Produto A	Produto B	Produto C	Produto D	Produto E
Minutos	2,46	2,43	2,33	2,00	2,23

Fonte: Autora, 2025.

Na tabela 3, constam os dados das 2 cronometragens prévias para o ciclo completo de pesagem da pré-mistura, descartando-se a primeira amostra.

Tabela 3: Cronometragens prévias de pré-mistura.

Unidade	Pré-mistura A	Pré-mistura B
Minutos	16,57	16,99

Fonte: Autora, 2025.

Para o cálculo do número de cronometragens necessárias foi utilizado um intervalo de 90% de confiança. A amplitude foi obtida por meio da subtração entre o menor e o maior valor dos tempos totais das cronometragens, e o erro relativo escolhido foi de 8%. O valor de D2 encontrado na tabela estatística corresponde a 5 cronometragens de 2,326. Conforme equação 1 determinou-se o número de cronometragens (N) para os produtos:  $3,07 = 4$  amostras. E conforme equação determinou-se o número de cronometragens (N) para as pré-misturas:  $0,21 = 1$  amostra.

Após a realização do cálculo e encontrar a quantidade necessária de cronometragens (4 e 1), foram realizadas as cronometragens dos ciclos de 3 produtos e 3 pré-misturas. No quadro 1 estão descritas as médias de tempo dos produtos.

Quadro 1: Média das cronometragens de produto.

		Total (Minutos)
Mineral	Produto 1	2,51
Nitrogenado	Produto 2	4,49
Energético	Produto 3	1,93
	Média	2,98

Fonte: Autora, 2025.

No quadro 2 estão descritas as médias de tempo das pré-misturas.

Quadro 2: Média das cronometragens de produto.

	Total (Minutos)
Pré Mistura 1	16,57
Pré Mistura 2	16,99
Pré Mistura 3	16,06
Média (Minutos)	16,5

Fonte: Autora, 2025.

### 3.7 DETERMINAÇÃO DO TEMPO NORMAL

Após a realização do cálculo das médias e a determinação da eficiência do operador, foi determinado o tempo normal por meio da seguinte fórmula (equação 2):

$$TN = TO \times E$$

Onde:

TN = Tempo Normal

TO = Tempo cronometrado nas Observações (média)

E = Eficiência do operador (RITMO)

Dessa forma, o Tempo Normal determinado foi de 3 minutos considerando uma eficiência de operador de 100% visto que o operador observado teve uma velocidade considerada normal. Considerando o ritmo de  $V > 100\%$  (fator de ritmo = 1,35), a velocidade acelerada para a pré-mistura, o Tempo Normal obtido foi de 22 minutos.

### 3.8 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE TOLERÂNCIA

O fator de tolerância determinado foi de 20 minutos para necessidades fisiológicas. Dessa forma,  $FT = 1,043$ .

### 3.9 TEMPO PADRÃO POR PESAGEM DE PRODUTO

Para determinação do tempo padrão de pesagem de produto, foi considerado um setup de 1 minuto para preparação do carro de transporte dos insumos e deslocamentos até os insumos macro previamente determinado, dessa forma, tempo padrão de pesagem por produto é o resultado da equação:

Equação 2: Tempo padrão produto

$$TP = (4,05 \times 1,043) + 1$$

O resultado obtido foi de 5,2 minutos para a pesagem de, em média, 6 kg de insumos macro para uma batida (produção de 1 lote de produto).

### 3.10 TEMPO PADRÃO POR LOTE DE PRÉ-MISTURA

O tempo padrão por lote foi determinado parcialmente pela multiplicação entre o TN (tempo normal) e o FT (fator de tolerância), resultando em 23 minutos. A segunda parcela foi a soma do resultado da primeira parcela com os tempos previamente cronometrados e determinados em projetos anteriores no setor, resultando em 59 minutos. Os tempos considerados estão na tabela 6.

Tabela 6: Tempos previamente determinados do processo.

Processo	Total Min
Abastecimento	9
Mistura	3
Ensaque E Retirada De Produto Retido	24

Fonte: Autora, 2025.

Dessa forma, o tempo padrão total por lote é de 59 minutos. Somado com a limpeza que deve ocorrer ao final de toda troca entre lotes de diferentes produtos obtém-se o total de 114 minutos, onde o tempo de limpeza é em média de 55 minutos.

#### 4 RESULTADOS

A partir dos cálculos foi possível determinar a máxima capacidade produtiva do setor de micro em relação a produção de 1 batida (lote) de 600 kg de pré-mistura, sendo esta igual a 7 produções em um cenário no qual a equipe do setor apenas produz e não faz pesagem dos insumos do macro setor. Para esse resultado, o tempo padrão por lote resultante é de 59 minutos em um cenário no qual há a produção de apenas um tipo de produto, não há limpeza entre os lotes, portanto é considerado apenas o tempo de ciclo de produção. Para a disponibilidade efetiva foi considerado o tempo de 7,4 horas.

Para um cenário ideal no qual o mix de produção seja de 2 itens, e não haja pesagem de insumos para o setor macro, a capacidade produtiva máxima é de 6 batidas (ou lotes) à disposição entre os itens. A tabela 7 elucida demais capacidade para demandas de diferentes pré-misturas no dia.

Tabela 7: Capacidade produtiva Pré-Mistura.

<b>Mix de produção de Pré-Mistura</b>	<b>Tempo Disponível Efetivo (h)</b>	<b>Produção Pré-Mistura Total (bateladas)</b>
<b>1 Pré-Mistura</b>	7,4	7
<b>2 Pré-Misturas</b>	6,5	6
<b>3 Pré-Misturas</b>	5,6	5
<b>4 Pré-Misturas</b>	4,7	4

Fonte: Autora, 2025.

Em relação a pesagem de insumos para a macro produção, o resultado obtido para pesagem de 23,3 kg de insumos é de 3,18 minutos, dessa forma, foi montada uma matriz de relação inversamente proporcional para as quantidades tabeladas de insumos a serem pesados em detrimento da capacidade produtiva de pré. Na tabela 8 é apresentada a matriz da capacidade produtiva de pesagem de insumos em detrimento da disponibilidade para produção de pré-mistura elucidando a proporção inversa de quanto maior a quantidade em kg de insumos a serem pesados para produção de PA a disponibilidade de tempo para produção de bateladas de pré-mistura é reduzida até o cenário em que acima de 2.800 kg não há disponibilidade de tempo para produção de pré-mistura.

Para um aumento da capacidade produtiva de pré-mistura é necessário a compra e instalação de novas balanças de precisão para que a etapa de pesagem de alguns insumos seja simultânea.

Tabela 8: Capacidade produtiva PA x Capacidade produtiva PRÉ.

<b>Quantidade total no dia de dosagem para PA (kg)</b>	<b>Tempo (h) para dosagem PA</b>	<b>Produção Pré-Mistura (bateladas)</b>
<b>Até 120</b>	0,2	6
<b>Até 240</b>	0,5	6
<b>Até 340</b>	0,7	5
<b>Até 430</b>	0,9	5
<b>Até 550</b>	1,1	5
<b>Até 645</b>	1,3	5
<b>Até 750</b>	1,5	5
<b>Até 830</b>	1,9	4
<b>Até 950</b>	1,9	4
<b>Até 1300</b>	2,6	3
<b>Até 2800</b>	5,7	0
<b>Até 4200</b>	8,5	0,0

Fonte: Autora, 2025.

## **5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Por meio da observação in loco, cronoanálise e cálculo dos tempos de pesagem de insumos para produção de produto e produção de produto intermediário foi possível determinar a capacidade máxima de 7 bateladas de produção de pré-mistura pelo setor da indústria estudada.

Foi possível determinar também a proporção inversa de pesagem de insumos para produção de produto e a quantidade de horas disponíveis para produção de pré-mistura de forma que seja possível tomar decisões em relação a produção de produto e/ou pré-mistura.

Por meio da observação e análise do processo de produção de pré-mistura e pesagem de insumos, foi possível concluir que o setor estudado poderia ter um aumento da capacidade produtiva ao adquirir mais balanças para pesagem, sendo esta uma melhoria de baixo custo considerando as opções viáveis de contratação de mão de obra ou compra de maquinário.

Considerando o aumento da demanda no setor da indústria de nutrição animal e o projeto de automatização do setor de macro produção, é recomendado que haja um novo estudo de capacidade com todos os misturadores que serão adquiridos pela empresa, visto que atualmente o setor não é utilizado em sua capacidade máxima para produção de pré-mistura e tem ociosidade, porém esse cenário tende a mudar. Para estudos futuros recomenda-se a cronoanálise de uma quantidade maior de tipos de produtos e tipos de pré-mistura considerando o alto mix de produtos da indústria.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, Airton L.; CORONEL, Daniel A.; TEIXEIRA, Eryl C. A agropecuária na economia brasileira: uma análise de insumo-produto. *Perspectiva Econômica*, São Leopoldo, v. 5, n. 2, jun. 2021. Disponível em: [https://revistas.unisinos.br/index.php/perspectiva\\_economica/article/view/4294/1576](https://revistas.unisinos.br/index.php/perspectiva_economica/article/view/4294/1576). Acesso em: 25 jan. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 10719: apresentação de relatórios técnico-científicos*. Rio de Janeiro, 1989. 9 p.
- BARNES, Ralph M. *Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida de trabalho*. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.
- GONÇALVES, M. A. *Gestão de processos: conceitos e aplicações*. São Paulo: Atlas, 2011.
- GOVERNADORIA DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL (GOVMS). *Portal do Governo do Estado de Mato Grosso do Sul*, 2024. Disponível em: <http://www.ms.gov.br>. Acesso em: 22 jan. 2025.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Portal do IBGE*, 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 27 jan. 2025.
- RICCI, M. *Estudo de tempos e métodos*. Taubaté: UBC, 2013.
- SLACK, Nigel et al. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 1996.
- SOUZA, R. D. J. et al. Análise do estudo de tempos cronometrados para determinar a capacidade produtiva em uma panificadora na cidade de Marabá/PA: “A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva e outras abordagens avançadas de produção”. In: *ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 37., 2017, Joinville. Anais [...]. Joinville: ABEPRO, 2017.
- TARDIN, M. G. et al. Aplicação de conceitos de engenharia de métodos em uma panificadora: um estudo de caso na Panificadora Monza. In: *ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 33., 2013, Salvador. Anais [...]. Salvador: ABEPRO, 2013.