

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
Instituto de Química - Câmpus de Araraquara

IEDA PANAGGIO

APLICAÇÃO DA CRONOANÁLISE EM PROCESSO INDUSTRIAL:

Estudo de caso para ensaie manual de foliar sólido em pó em sacarias de 10 kg

Araraquara
2024



IEDA PANAGGIO

APLICAÇÃO DA CRONOANÁLISE EM PROCESSO INDUSTRIAL:

Estudo de caso para ensaue manual de foliar sólido em pó em sacarias de 10 kg

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Química, Araraquara, para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Química.

Orientador: Prof. Dr. Arnaldo Sarti

Araraquara

2024

P187a

Panaggio, Ieda

Aplicação da cronoanálise em processo industrial : estudo de caso para ensaie manual de foliar sólido em pó em sacarias de 10 kg / Ieda Panaggio.

-- Araraquara, 2024

46 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Química) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Química, Araraquara

Orientador: Arnaldo Sarti

1. Tempo Estudo. 2. Levantamentos de administração do tempo. 3. Padrões de produção. 4. Time study. 5. Produtividade industrial. I. Título.

IEDA PANAGGIO


APLICAÇÃO DA CRONOANÁLISE EM PROCESSO INDUSTRIAL:

Estudo de caso para ensaio manual de foliar sólido em pó em sacarias de 10 kg


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Instituto de Química, Araraquara, para obtenção
do título de Bacharela em Engenharia Química.

Data da defesa: 11/12/2024


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **ARNALDO SARTI**
Data: 07/01/2025 09:20:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Prof. Dr. Arnaldo Sarti

Documento assinado digitalmente
 **BRUNA SAMPAIO DE MELLO**
Data: 07/01/2025 19:07:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Bruna Sampaio de Mello

Documento assinado digitalmente
 **LORENA OLIVEIRA PIRES**
Data: 08/01/2025 10:38:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Lorena Oliveira Pires

RESUMO

O estudo visa aplicar a cronoanálise no processo industrial de ensaque manual de foliar sólido em pó em sacarias de 10 kg, para obtenção de assertividade nas tomadas de decisão por parte dos gestores. Desta forma visa-se a otimização da produção, evitando superdimensionamentos que encarecem o preço final do produto com a geração de maior lucratividade, sendo esta uma ferramenta muito utilizada para verificação, validação e implementação de melhorias em processos de diversos tipos. A cronoanálise é uma ferramenta de baixo custo e que pode ser realizada com materiais de fácil acesso como cronômetro, celular e computador, sendo o ponto crucial, a compreensão de todas as etapas de um processo para posterior coleta de dados e realização dos cálculos. A metodologia da ferramenta consiste no entendimento, padronização e elaboração do fluxograma do processo, realização da coleta de dados (através da cronometragem direta ou indireta), análise dos resultados obtidos para cálculo de tempo padrão e capacidade produtiva, implementação de alterações do processo visando melhorias, treinamento dos funcionários e acompanhamento dos indicadores de produção para validar a efetividade do estudo realizado. No estudo de caso foi possível determinar o tempo padrão de produção e sua capacidade produtiva com valores de 3,29 minutos e 160 sacarias, respectivamente. Neste caso, houve a verificação das necessidades em termos do número de funcionários e de maquinários para cada etapa produtiva, a fim de se obter novos parâmetros produtivos rapidamente em caso de alterações no número de funcionários disponíveis, metas a serem atingidas, ou até mesmo jornada de trabalho. Sua utilização possibilita uma padronização produtiva e gera mais previsibilidade com dados embasados estatisticamente.

Palavras-chave: tempo padrão; melhorias; capacidade produtiva; parâmetros produtivos.

ABSTRACT

The study aims to apply time study (chronoanalysis) in the industrial process of manual packaging of solid foliar fertilizer powder into 10 kg sacks, with the goal of improving decision-making accuracy by managers. The objective is to optimize production, avoiding overestimation that increases the final product price, while generating higher profitability. Time study is a widely used tool for verification, validation, and implementation of process improvements across various industries. It is a low-cost tool that can be conducted with easily accessible materials such as a stopwatch, mobile phone, and computer. The key point is the understanding of all stages of a process for subsequent data collection and calculation. The methodology of the tool involves understanding, standardizing, and creating a flowchart of the process, collecting data (through direct or indirect timing), analyzing the results obtained to calculate standard time and production capacity, implementing process changes aimed at improvements, training employees, and monitoring production indicators to validate the effectiveness of the study. In the case study, it was possible to determine the standard production time and production capacity, with values of 3.29 minutes and 160 sacks, respectively. In this case, the study verified the requirements in terms of the number of employees and equipment needed for each production stage, enabling the rapid adjustment of production parameters in case of changes in the number of available workers, targets to be met, or even work shifts. The use of this method enables production standardization and generates greater predictability with statistically supported data.

Keywords: standard time; improvements; production capacity; production parameters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Maquinário realizando dispersão de solução para absorção por via foliar.	10
Figura 2. Tabela de distribuição t.	15
Figura 3. Fluxograma do processo de ensaque manual de 10 kg antes das alterações para melhoria do processo.	23
Figura 4. Conchas medidoras utilizadas no enchimento das sacarias.	24
Figura 5. Fluxograma do processo de ensaque manual de 10 kg após as alterações no <i>layout</i>	25
Figura 6. Exemplo de equipamento passador de fita adesiva utilizado para auxiliar no selamento das caixas.	37
Figura 7. Fluxograma do processo de ensaque manual de 10 kg com a distribuição de funcionário (HC) por etapa.	41
Figura 8. Volume de produção do ensaque de foliar sólido em pó em sacaria de 10 kg de uma OP.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tempos de enchimento da sacaria de 10 kg com a concha maior e menor.	27
Tabela 2. Tempos de enchimento da sacaria de 10 kg por etapas.....	28
Tabela 3. Parâmetros do estudo preliminar com n=10.	29
Tabela 4. Cálculo do número de ciclos (n) por etapa.....	29
Tabela 5. Tempos de enchimento da sacaria de 10 kg por etapas, com a quantidade de ciclos necessários obtido no estudo preliminar.	30
Tabela 6. Cálculo do erro observado para cada etapa, com a quantidade de ciclos necessários obtido no estudo preliminar.	31
Tabela 7. Parâmetros de n=20.....	32
Tabela 8. Parâmetros para análise de <i>outliers</i> (limites inferiores e superiores).....	32
Tabela 9. Possíveis <i>outliers</i> nas variadas etapas do processo.....	33
Tabela 10. Novas médias desconsiderando os <i>outliers</i>	34
Tabela 11. Parâmetros utilizados para o cálculo do tempo padrão.	34
Tabela 12. Cálculo do tempo padrão.	35
Tabela 13. Vazões mássicas (kg/h).	36
Tabela 14. Informações coletadas e calculadas para a troca de fita dos passadores.	37
Tabela 15. Informações coletadas e calculadas referente aos paletes montados para o armazenamento do produto.	38
Tabela 16. Vazões mássicas (kg/h) considerando o número de funcionários por Etapa.	39
Tabela 17. Vazões mássicas (kg/h) levando em conta o número de funcionário por Etapa considerando 6 Etapas.	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CP	Capacidade Produtiva
DDS	Diálogo de Segurança
F	Folga
FT	Fator de Tolerância
GC	Grau de Confiança
GL	Grau de Liberdade
HC	<i>Head Count</i> – Quantidade de Funcionários
IC	Intervalo de Confiança
IQR	<i>Interquartile Range</i> – Intervalo Interquartil
JT	Jornada de Trabalho
K	Erro
KPI	<i>Key Performance Indicator</i> – Indicador Chave de Desempenho
OP	Ordem de Produção
PCP	Planejamento e Controle de Produção
POP	Procedimento Operacional Padrão
RT	Ritmo de Trabalho
TN	Tempo Normal
TO	Tempo Médio Observado da Operação
TP	Tempo Padrão

LISTA DE SÍMBOLOS

α	Alpha (alfabeto grego)
\bar{X}	Média
Σ	Somatório
®	Marca registrada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 CRONOANÁLISE	11
1.1.1 Métodos da cronoanálise.....	11
1.1.1.1 Cronometragem	12
1.1.2 Conceitos e fórmulas utilizadas	13
1.1.2.1 Determinação do número de ciclos	13
1.1.2.2 Determinação dos outliers	17
1.1.2.3 Determinação do tempo padrão (TP)	18
1.1.2.4 Determinação da capacidade produtiva (CP), quantidade de funcionário (HC) e meta máxima diária de produção.	20
1.1.2.5 Determinação de limitante e número de funcionários por etapa	21
2 OBJETIVOS	22
3 MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1 MATERIAIS	22
3.2 PARTE EXPERIMENTAL	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a humanidade passou por algumas mudanças abruptas e radicais em seu modo de obtenção de alimentos e produção. Como exemplos de algumas dessas mudanças que foram marcos históricos, temos: a revolução agrícola com a transição do forrageamento para a agricultura; a primeira revolução industrial entre 1760 e 1840, com a construção de ferrovias e a invenção da máquina a vapor; Segue outros marcos mais recentes como: a segunda revolução industrial, no final do século XIX e entrada do XX, com o surgimento da eletricidade e das produções em massa devido as linhas de montagem; a terceira revolução industrial, iniciada em 1960, com o surgimento dos computadores e da internet. Mas atualmente estudos dizem estarmos atravessando a quarta revolução industrial, ou seja, a denominada indústria 4.0, com o surgimento de tecnologias mais sofisticadas e avançadas, com presença de inteligência artificial e machine learning (Schwab, 2019).

Apesar da evolução tecnológica, estudos e teorias que foram desenvolvidos na segunda revolução industrial, devido às produções em massas, ainda são muito difundidos e utilizados nas indústrias atuais, como o caso do Fordismo, Taylorismo e Toyotismo, que são utilizados até hoje como base para modelos de produção industrial e para melhorias de processos. (Batista, 2008).

Vale ressaltar que apesar dos modelos citados, havia muito mais estudos existentes, e muitos deles se complementavam, sendo que alguns se adequavam mais a alguns contextos que outros. Como o caso do estudo de tempos e movimentos onde Frederick Taylor, responsável pelo surgimento dos Taylorismo, também conhecido como administração científica, tinha como base principal o estudo de tempo com foco no chão de fábrica, enquanto Frank e Lillian Gilbreth foram os responsáveis da técnica de estudo de movimentos, e contribuíram muito também para a área de ergonomia e ergomotricidade (Lira, 2022).

Também com o avanço das indústrias houve avanços no cultivo agrícola no qual a prática da adubação foliar se desenvolveu intensamente nos últimos anos, chegando a ser implementada como rotina em várias culturas, principalmente nas de interesses econômicos. A adubação foliar tem como principal função a inserção de micro e macro nutrientes nas plantas, cujo principais elementos são nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), por via foliar. Estudos mostraram que essa via é bem mais eficiente na absorção de micronutrientes que a via radicular pois dificulta a perda de nutrientes

por lixiviação do solo, ou reações de fosfatos com outros íons, como potássio, magnésio, alumínio e ferro, presentes no solo, que transformam os fosfatos em compostos sem valor nutricional para as plantas (Mocellin, 2004).

A aplicação de um adubo por via foliar é realizada por meio do composto foliar diluído e homogêneo que é dispersado nas folhas das plantas (Figura 1) para a sua absorção pela mesma (via foliar), esses fertilizantes foliares podem ser vendidos em estados líquidos, ou sólidos e possuem uma vasta gama de nutrientes. A escolha do melhor tipo a ser aplicado na plantação, varia da necessidade de cada cultura e do tipo de solo em que a cultura está sendo cultivada. Pela vasta gama de produtos e uma grande aplicabilidade, o setor agrícola ganhou muito espaço nas indústrias gerando oportunidade de estudos tanto para desenvolvimento de novos fertilizantes foliares como estudos e melhorias em seus processos produtivos em grande escala (Mocellin, 2004).

Figura 1. Maquinário realizando dispersão de solução para absorção por via foliar.



Fonte: Galdi e Santos (2017).

Com o estudo de tempos de uma produção realizado, possíveis pontos de melhorias identificados e com metas realistas estabelecidas, as próximas etapas seguem para a implementação dessas melhorias no processo e acompanhamento dos KPIs diários de produção para validação do estudo realizado, ou até mesmo novas oportunidades de estudo. Algumas vezes pode ser que surja a necessidade de

atualizações ou até mesmo criações de novos procedimentos operacionais padrão (POP), e treinamento para alinhamento da equipe com as modificações realizadas (Slack *et al.*, 2018).

1.1 CRONOANÁLISE

No caso, quando falamos de indústrias, ter um bom planejamento operacional é essencial para o sucesso do negócio, mas o planejamento só é de fato bem-sucedido, quando fundamentado por dados fiéis a realidade da operação. Com o crescimento da sociedade, e o avanço das indústrias, surgiu-se a necessidade de estudos para implementação de metodologias que otimizem as produções, de modo que o trabalho atinja sua eficiência máxima, com a maior produtividade e com o menor custo possível, foi pensando nisso que surgiu a cronoanálise. A junção dos estudos do Taylorismo, com os realizados pelo casal Gilbreth deram a base da cronoanálise, que pode ser feita tanto por cronometragem direta da operação como era o caso de Taylor, ou como com uma cronometragem indireta, através de câmeras fotográficas e de vídeos, como o caso do casal Gilbreth (Lira, 2022).

A cronoanálise é muito utilizada em processos pois mensura todas as etapas com a finalidade de encontrar um tempo padrão que determine a capacidade produtiva, a quantidade de mão de obra necessária em cada etapa para atingir a meta estabelecida, e até mesmo verificar a necessidade de compra de novos maquinários, garantindo que não ocorra um superdimensionamento. Desta forma, promove-se melhorias e otimização da operação, uma vez que a contratação de mais mão de obra, ou compra de novos equipamentos, geram gastos desnecessários no processo que podem resultar em um encarecimento do produto (Lima *et al*, 2020).

O método pode ser utilizado tanto para otimização e padronização de processos já existentes, quanto para obtenção de dados para inserção de novos processos, gerando dados para um planejamento produtivo mais assertivo e condizente com a realidade do dia a dia da operação (Ujihara, 2018).

1.1.1 Métodos da cronoanálise

Para a realização da cronoanálise é necessário começar entendendo todas as etapas do processo para em seguida essas etapas serem divididas em blocos a serem

estudados mais profundamente. A análise geral do processo é de extrema importância pois as vezes apenas uma mudança de *layout* da operação, minimizando deslocamentos, ou etapas desnecessárias já é o suficiente para impactar positivamente na otimização do processo. Após a definição de como a tarefa será executada, é necessário padronizar esse sistema e método, que muitas vezes se dá por meio de procedimentos operacionais padrão (POP), em seguida é determinado o tempo gasto na atividade, utilizando como base uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em um ritmo normal em uma tarefa, ou operação específica, e por fim, após todo o estudo realizado e o melhor método estabelecido, é necessário realizar o treinamento do trabalho de toda a equipe necessária para a sua execução no método de preferência e otimizado que foi definido como o ideal de produção (Barnes, 1977).

1.1.1.1 Cronometragem

A cronometragem é considerada o método mais comum para medirmos o trabalho humano, e é utilizada na maioria das indústrias brasileira para avaliar e medir o desempenho do trabalho realizado. Para a coleta de dados de tempo necessário para realização de cada etapa de um processo, é necessário levar em conta a realidade operacional para que a determinação do tempo padrão tenha a maior assertividade possível (Lima, 2020).

Existem duas formas de coleta, sendo uma direta e outra indireta. No caso da coleta direta, essa consiste em, com o auxílio de um cronometro, cronometrar diretamente a operação, enquanto a indireta se dá pela utilização de câmeras fotográficas e vídeos. Em ambos os casos há vantagens e desvantagens, sendo que na coleta direta, a vantagem se dá pelo baixo gasto com equipamento para sua realização, mas sua desvantagem se dá pelo alto nível de atenção que ela necessita para garantir a correta cronometragem, além de poder fazer com que o trabalhador analisado se sinta pressionado ao realizar a operação, podendo interferir na coleta de dados que sejam fiéis ao dia a dia da produção.

Já em relação a desvantagem da coleta indireta o problema é seu custo mais elevado com equipamentos que além da necessidade de uma boa qualidade de captura de imagens, precisam ser resistentes para ter boa durabilidade ao serem utilizados dentro da linha de produção na indústria. Sua vantagem se dá pelo fato de

ter um registro visual da operação realizada, sendo possível visualizar uma mesma ação inúmeras vezes na procura de oportunidades de melhorias, além dos vídeos poderem ser utilizados em treinamentos posteriormente permitindo uma visualização mais concreta da ação (Lira, 2022).

1.1.2 Conceitos e fórmulas utilizadas

1.1.2.1 *Determinação do número de ciclos*

Segundo Lima (2016), para iniciar a cronoanálise, deve-se determinar o tamanho da amostra, pois ela determina quantos ciclos devem ser cronometrados para maior confiabilidade dos dados extraídos da análise de tempos. Este estudo do tamanho da amostra deve ser realizado para cada elemento de estudo, sendo que o maior tamanho da amostra deve ser o levado em conta como a quantidade ideal de ciclos a serem cronometrados, para isso é necessário um estudo preliminar, pois assim obtemos o desvio padrão dos dados coletados, sem o qual não é possível determinar a quantidade de ciclos a serem medidos, já que quanto maior for o desvio padrão, maior deve ser o tamanho da amostra para a média amostral ser o mais próximo possível do valor verdadeiro.

Após a coleta dos dados cronometrados para a análise preliminar, é necessário realizar uma média desses dados, por amostra, para isso a fórmula utilizada é a Equação 1.

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (1)$$

Onde:

\bar{X} é a média aritmética;

$\sum X$ é a somatória de todos os dados de tempo coletados;

n é a quantidade de amostras coletadas.

Para ter um dado quantitativo indicando se a etapa está padronizada ou não, é utilizado o desvio padrão que se calcula pela Equação 2, ele é utilizado para saber o grau de dispersão de um conjunto de dados comparado a média aritmética obtida

na Equação 1, quanto mais próximo de zero, mais homogêneo e constante é o conjunto de dados analisados.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Onde:

S é o desvio padrão;

\bar{X} é a média aritmética;

X_i é o número do conjunto de dados (utilizando $i = 1, 2, 3, \dots$);

n é a quantidade de amostras coletadas.

Com o desvio padrão amostral calculado, é necessário estipular qual é o grau de confiança (GC) desejado na análise, assim como a tolerância (K) e realizar o cálculo do intervalo de confiança superior, utilizando a Equação 3, e inferior utilizando a Equação 4.

$$IC_{Superior} = \bar{X} + \frac{t_{\alpha/2;GL} \times s}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

$$IC_{Inferior} = \bar{X} - \frac{t_{\alpha/2;GL} \times s}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

Onde:

IC é o intervalo de confiança;

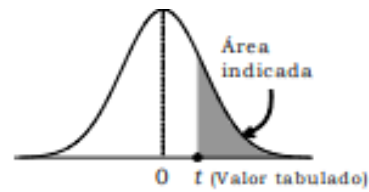
\bar{X} é a média aritmética;

$t_{\alpha/2;GL}$ é o valor obtido na tabela de distribuição t, Figura 2;

S é o desvio padrão;

n é a quantidade de amostras coletadas.

Figura 2. Tabela de distribuição t.



gl	Área na cauda superior								
	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0025	0,001	0,0005
1	1,000	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66	127,3	318,3	636,6
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	14,09	22,33	31,60
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	7,453	10,21	12,92
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	5,598	7,173	8,610
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	4,773	5,894	6,869
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	4,317	5,208	5,959
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,029	4,785	5,408
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	3,833	4,501	5,041
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	3,690	4,297	4,781
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	3,581	4,144	4,587
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	3,497	4,025	4,437
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,428	3,930	4,318
13	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,372	3,852	4,221
14	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,326	3,787	4,140
15	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,286	3,733	4,073
16	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,252	3,686	4,015
17	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,222	3,646	3,965
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,197	3,610	3,922
19	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,174	3,579	3,883
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,153	3,552	3,850
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,135	3,527	3,819
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,119	3,505	3,792
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,104	3,485	3,768
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,091	3,467	3,745
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,078	3,450	3,725
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,067	3,435	3,707
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,057	3,421	3,689
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,047	3,408	3,674
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,038	3,396	3,660
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,030	3,385	3,646
35	0,682	1,306	1,690	2,030	2,438	2,724	2,996	3,340	3,591
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	2,971	3,307	3,551
45	0,680	1,301	1,679	2,014	2,412	2,690	2,952	3,281	3,520
50	0,679	1,299	1,676	2,009	2,403	2,678	2,937	3,261	3,496
z	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	2,807	3,090	3,291

Nota: A coluna em destaque é a mais usada.

Fonte: Barbetta (2012).

Para obter o valor t utilizado na Equação 3 e 4, é necessário encontrar o grau de liberdade (GL) obtido pela Equação 5, já o valor de α para determinar a área na cauda superior que corresponde a $\alpha/2$ é obtido pela Equação 6.

$$GL = n - 1 \quad (5)$$

$$\alpha = 1 - GC \quad (6)$$

Onde:

GL é o grau de liberdade;

n é a quantidade de amostras coletadas;

α é o valor que define o nível de significância;

GC é o grau de confiança determinado.

Com os dados obtidos é possível então obter o valor de $K_{Observado}$ por meio da Equação 7.

$$K_{Observado} = \frac{IC_{Superior} - IC_{Inferior}}{\bar{X}} \quad (7)$$

Onde:

$IC_{Superior}$ é o intervalo de confiança superior;

$IC_{Inferior}$ é o intervalo de confiança inferior;

\bar{X} é a média aritmética.

Se o valor de $K_{Observado}$ obtido por meio da Equação 7, for maior que tolerância estabelecida K , é possível concluir que o tamanho da amostra utilizada, ainda não é o indicado. Neste caso o valor calculado precisa ser menor ou igual a tolerância, K , estabelecida, para o resultado do número de amostras ser satisfatório. Com essas considerações, é possível determinar o tamanho da amostra a ser coletada por meio da Equação 8.

$$n \geq \left(\frac{2 \times t_{\frac{\alpha}{2}, GL} \times S}{K \bar{X}} \right)^2 \quad (8)$$

Onde:

n é a quantidade de amostras coletadas;

$t_{\frac{\alpha}{2}, GL}$ é o valor de t obtido pela tabela da Figura 2;

S é o desvio padrão;

K é a tolerância estabelecida;

\bar{X} é a média aritmética.

Como n é um valor inteiro, para garantir que o $K_{Observado}$ seja menor que o K estipulado, o valor de n obtido sempre é arredondado para cima.

Assim, com a realização dos cálculos de n (Equação 8) para todos os elementos do processo, é possível determinar qual é o elemento de maior quantidade de amostras a ser coletada, o valor obtido será utilizado de base para a coleta da quantidade de dados necessários para realização de fato do estudo de tempos, garantindo que todos os elementos tenham um erro inferior ao estabelecido da tolerância.

Caso o maior valor de n obtido seja muito alto, e por tanto, inviável de ser coletado em campo, será necessário realizar uma análise crítica da operação, pois a alta variabilidade pode se dar por uma falta de padronização de uma operação, falta de treinamento do operador, falta de motivação do operador, entre outras possibilidades. Lima (2016) ressalta também que em caso de inviabilidade da cronometragem da quantidade ideal de ciclos, deve-se calcular o $K_{Observado}$, ou seja, o erro observado, para saber qual é o grau de incerteza que está sendo lidado na análise do processo, e recomenda utilizar tolerâncias de 15% a 20% em operações pouco críticas.

1.1.2.2 *Determinação dos outliers*

Após a análise crítica e obtenção da quantidade de amostras ideais, no caso da viabilidade disso, o estudo segue para a análise da estabilidade das cronometragens, onde é realizada a identificação de *outliers* nos dados, para que a média obtida seja confiável. Para identificar os *outliers* de cada elemento é necessário calcular os Quartis 1 e 3 ($Q1$ e $Q3$), obtidos com o método de interpolação com base $n + 1$, para em seguida encontrar os limites superior (Equação 10) e inferior (Equação 11) utilizando-se também a Equação 9.

$$IQR = Q3 - Q1 \quad (9)$$

$$L_{Superior} = \bar{X} + 1,5 \times IQR \quad (10)$$

$$L_{Inferior} = \bar{X} - 1,5 \times IQR \quad (11)$$

Onde:

IQR é o *Interquartile Range* (medida de dispersão dos dados);

$Q3$ é quartil 3;

$Q1$ é quartil 1;

L é o limite;

\bar{X} é a média aritmética.

Com os limites calculados, e os *outliers* identificados deverá ser verificado se ele será retirado ou não, caso sua diferença em relação ao $L_{Inferior}$ ou $L_{Superior}$ seja muito pequena, e não possua uma justificativa de ocorrência para sua retirada, este valor será mantido. Alguns exemplos de justificativa da ocorrência são: suspeita de erro de medição do analista de tempo; erro na divisão dos elementos; erro cometido pelo operador; falta de padronização na atividade, entre outros.

1.1.2.3 Determinação do tempo padrão (TP)

Em seguida, após a criteriosa análise dos *outliers* realiza-se um novo cálculo da média de cada elemento, com a Equação 1, excluindo os dados necessários, para se obter o tempo médio observado da operação (TO), que é o resultado da somatória das novas médias dos elementos.

Esse tempo de operação é utilizado para obter o tempo normal (TN), Equação 12, que leva em consideração o ritmo do colaborador que foi observado para o estudo e normaliza o tempo de execução da operação.

O ritmo de trabalho (RT), que é utilizado no cálculo do tempo normal, é algo muito subjetivo, pois é o cronoanalista quem determina, quanto maior o conhecimento sobre o funcionamento da operação, e do ritmo do colaborador observado, mais fiel a realidade esse valor será. Para determinar esse valor, é utilizado como base o valor de 100% para um ritmo normal de operação, e no caso de utilização de máquinas, o ritmo das máquinas sempre será igual a 100%, a menos que seu ritmo esteja atrelado ao ritmo do operador. O tempo normal de máquina, que não depende do ritmo do operador, deverá ser calculado separadamente em relação aos outros elementos da operação, e em seguida somado com o tempo normal dos outros elementos para se

obter o tempo normal final que será utilizado para o cálculo do tempo padrão da operação (Lima *et al*, 2020).

$$TN = TO \times \left(\frac{RT}{100}\right) \quad (12)$$

Onde:

TN corresponde ao tempo normal;

TO corresponde ao tempo normal;

RT é o ritmo de trabalho em %.

Outro ponto importante a ser levado em consideração é o fator de tolerância (FT), Equação 13. Esta leva em consideração as necessidades fisiológicas, fadiga e esperas do processo. O resultado obtido na Equação 13, é utilizado na Equação 14 para o cálculo do tempo padrão (TP). Esse tempo determina o tempo de mão de obra direta associada a cada produção, indicando o tempo necessário para a produção de uma unidade do produto em questão (Lima, 2016 e Lima *et al*, 2020).

O tempo padrão é de extrema importância na indústria, pois dá uma base ao setor de PCP para realizar o planejamento de produção de maneira mais assertiva e realista, gerando metas diárias mais alcançáveis e objetivas (Lima *et al*, 2020).

$$FT = \frac{JT}{JT-F} \quad (13)$$

Onde:

FT é o fator de tolerância;

JT corresponde a jornada de trabalho útil;

F corresponde ao tempo de folga, que leva em consideração as necessidades fisiológicas, fadiga e esperas do processo;

$$TP = TN \times FT \quad (14)$$

Onde:

TP corresponde ao tempo padrão;

TN corresponde ao tempo normal;

FT é o fator de tolerância.

1.1.2.4 Determinação da capacidade produtiva (CP), quantidade de funcionário (HC) e meta máxima diária de produção.

Com o TP obtidos, o cálculo segue para a determinação da capacidade de produção máxima do processo (CP), utilizando a Equação 15.

$$CP = \frac{JT}{TP} \quad (15)$$

Onde:

CP corresponde a capacidade produção máxima;

JT corresponde a jornada de trabalho útil;

TP é o tempo padrão.

Observação: JT e TP devem estar na mesma unidade de tempo para o cálculo.

Por se tratar de unidades de produto, é recomendado sempre arredondar o valor encontrado de CP para baixo. Esse valor também pode ser utilizado como referência para analisar a eficiência dos operadores que estão trabalhando no processo. (Lima *et al*, 2020).

Tendo a capacidade produtiva diária por operador encontrada, necessita-se saber o número de operadores, ou *Head Counts* (HC) necessários para atingir a meta produtiva diária estipulada, para isso utiliza-se a Equação 16.

$$HC = \frac{Meta \times TP}{JT} \quad (16)$$

Onde:

HC corresponde ao número de operadores necessários para atingir a meta;

$Meta$ corresponde a meta estipulada, de acordo com a demanda de produção, em unidades de produção;

TP é o tempo padrão;

JT é a jornada de trabalho.

No caso de um número restrito de operadores disponibilizados para a operação, conseguimos obter a meta máxima produtiva diária por meio da Equação 17.

$$\text{Meta Máx} = HC \times CP \quad (17)$$

Onde:

HC é a quantidade funcionários disponibilizados para o processo;

Meta Máx corresponde a meta máxima produtiva diária com a restrição de mão de obra;

CP é a capacidade produtiva.

1.1.2.5 **Determinação de limitante e número de funcionários por etapa**

Além das etapas acima, para a realização da determinação limitante do processo utilizada a lei de Lavoisier da conservação das massas, que diz que a massa de entrada (m_i), é igual a massa de saída (m_f), como visto na Equação 18, sendo tolerável uma pequena variação devido a sua perda durante o processo, uma vez que seu sistema é aberto.

$$m_i = m_f \quad (18)$$

Como a massa é constante, sendo que a variação no processo é o tempo de execução de cada etapa, podemos adicionar o conceito de vazão mássica para facilitar na análise crítica dessas etapas, descobrir possíveis gargalos, e auxiliar na determinação da quantidade de funcionários em cada etapa por meio da Equação 19.

$$\dot{m} = \frac{m}{\Delta t} \quad (19)$$

Onde:

\dot{m} é a vazão mássica;

m é a massa;

Δt é a variação de tempo.

2 OBJETIVOS

- Obter o tempo padrão para realizar os dimensionamentos das etapas de produção baseada em sua vazão mássica e a capacidade produtiva do ensaque manual de 10 kg de foliar sólido em pó, com restrição de 9 funcionários no processo;
- Implementar melhorias para otimizar o processo produtivo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

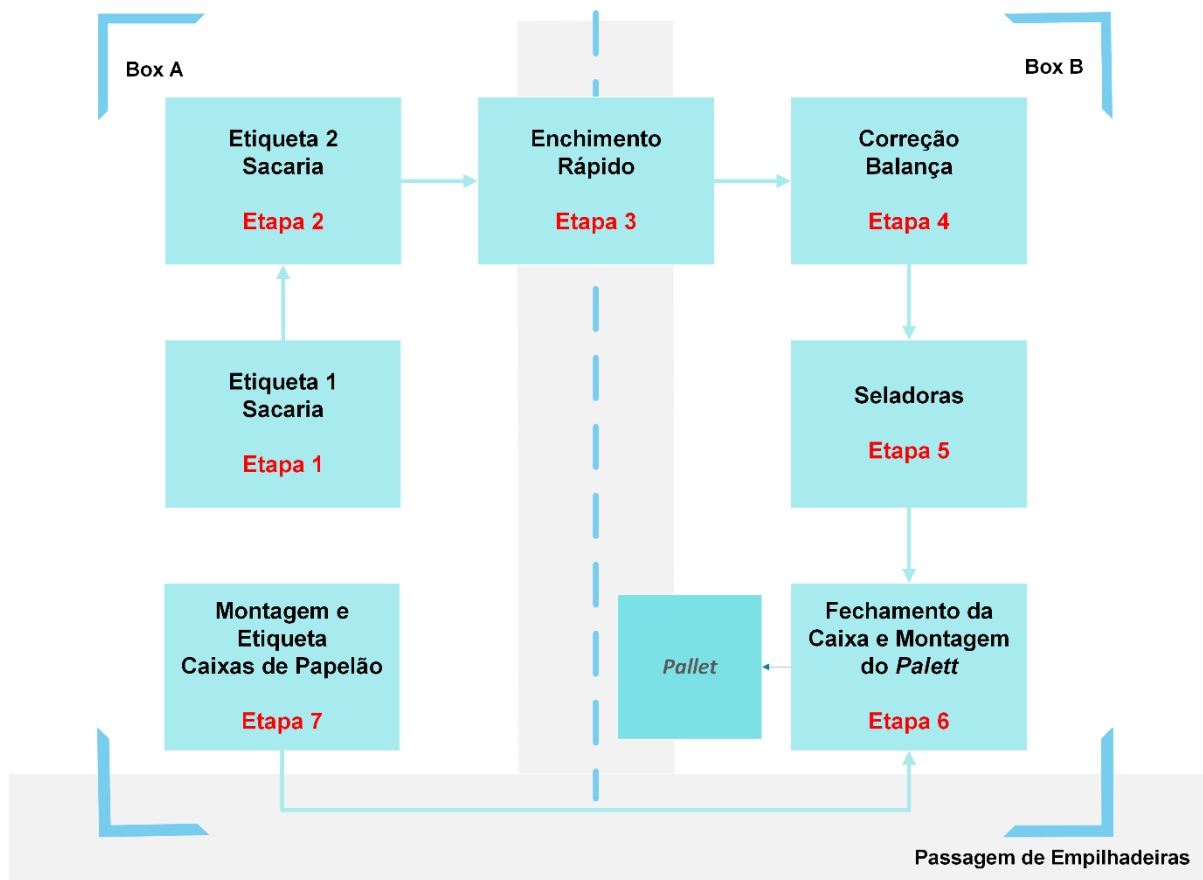
Os materiais utilizados foram:

- Cronômetro;
- Computador (Uso da Planilha Excel®);
- Celular;
- Régua.

3.2 PARTE EXPERIMENTAL

Como uma das principais etapas é o entendimento completo do processo e todas as suas etapas, foi necessário ir até a área de produção observar o processo sendo executado e conversar com os operadores para melhor entendimento das etapas. Após esse procedimento, foi possível elaborar o fluxograma da Figura 3, que demonstra como o processo estudado era executado.

Figura 3. Fluxograma do processo de ensaque manual de 10 kg antes das alterações para melhoria do processo.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

De forma geral, o processo ocorria, após a emissão da OP de ensaque pela equipe de PCP, a equipe de logística ficava responsável pelo deslocamento das matérias primas (MP), que consistiam em *big bags* com 1 tonelada de produto (foliar sólido em pó) que seria ensacado em sacos de 10 kg, assim como o fornecimento das caixas e das etiquetas de identificação do produto.

Após o recebimento da MP, os funcionários da produção abriam o *big bag*, despejando o produto em recipientes de 10L para facilitar o enchimento das conchas medidoras (Figura 4) utilizadas no enchimento dos sacos de 10 kg. Em relação à área de sacaria, alguns funcionários da operação eram responsáveis por etiquetar as sacarias com informações de lote do produto, fabricação e validade, além de informações de qualidade. Tais etiquetagens ocorriam na própria área produtiva e as sacarias etiquetadas eram então deslocadas ao enchimento rápido, ou seja, um enchimento realizado por conchas de metal, sendo em seguida direcionados a uma

balança, onde outro funcionário realizava a correção de peso, e estes sacos seguiam para o selamento, realizado em seladoras manuais.

Figura 4. Conchas medidoras utilizadas no enchimento das sacarias.



Fonte: Laborchemiker (2024).

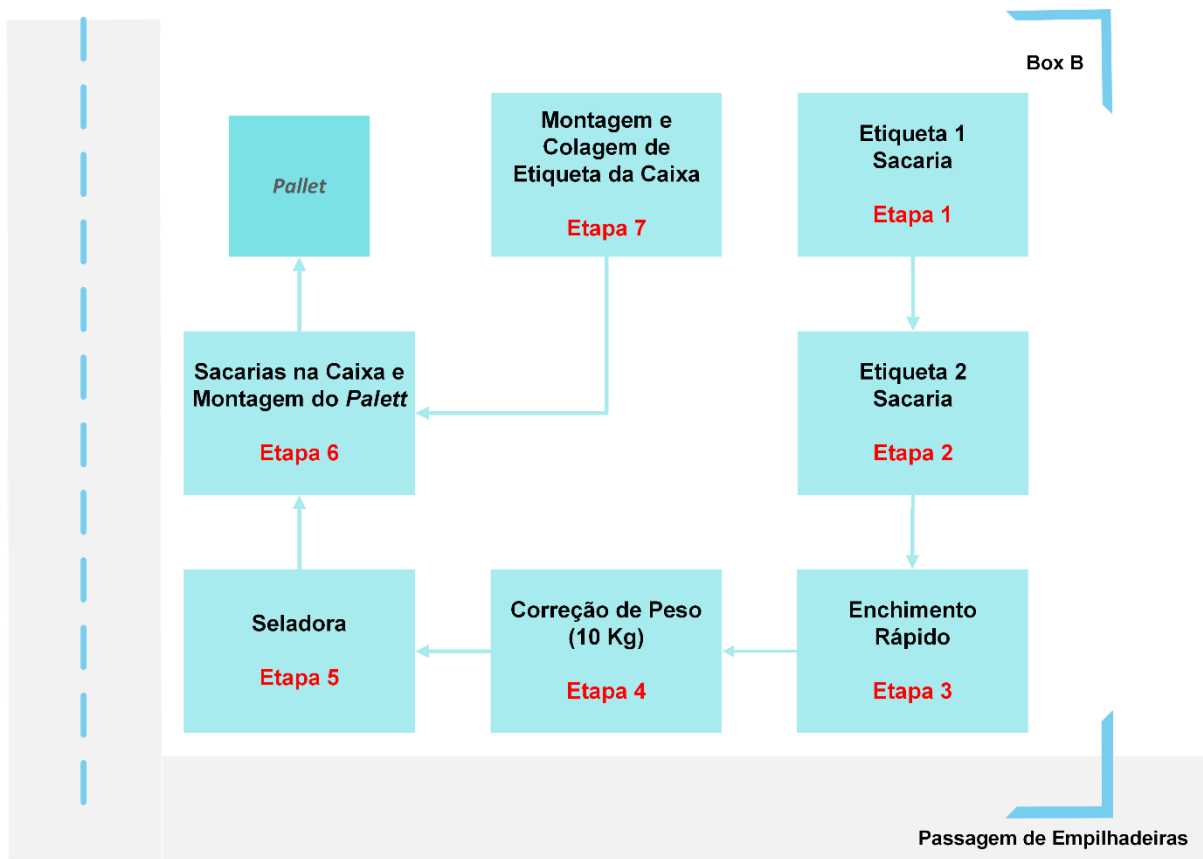
Já com os sacos selados, a próxima etapa era realizar a sua montagem dentro das caixas, com 2 sacos cada, que eram seladas e alinhadas no *pallet*. O *pallet* montado com as 49 caixas seria de responsabilidade do time de logística, que envolvia os mesmo em plástico filme e realizava o armazenamento dos produtos. Em paralelo aos ensaques, também na área produtiva, ocorria a montagem das caixas de papelão destinadas aos sacos 10 kg, sendo que estas caixas após etiquetadas e seladas parcialmente eram dispostas para realização da montagem com as sacarias seladas.

Desta forma, o estudo de cronoanálise consistiu em analisar somente as etapas de responsabilidade da área de produção que foram separadas em etiquetas da sacaria, enchimento rápido, correção do peso, seladora, encaixotamento com montagem do *pallet* e montagem com etiquetagem das caixas de papelão.

Em uma primeira análise apenas visual da operação já foi possível aplicar melhorias que não foram quantificadas pois não foram retirados dados para isso, mas que auxiliaram em uma maior segurança dos operários em relação à movimentação de empilhadeiras, diminuição de deslocamento, além da organização e limpeza da

área. Essas melhorias foram obtidas apenas com a alteração do *layout* produtivo, que foi modificado em relação ao apresentado na Figura 3. Na Figura 5 está apresentado o novo *layout* produtivo após a aplicação das melhorias.

Figura 5. Fluxograma do processo de ensaque manual de 10 kg após as alterações no *layout*.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Além da mudança no *layout* para facilitar a linha de produção, também foram inseridos suportes para os rolos de etiquetas, caixas para separação de sacarias etiquetadas das não etiquetadas, e ainda foram disponibilizados recipientes para o descarte dos papéis plásticos residuais dos rolos das etiquetas, evitando escorregões que podiam ser ocasionados com seu descarte diretamente no chão. As caixas de sacaria além de deixarem mais evidente a separação das que deveriam seguir para o enchimento rápido, também foram úteis para facilitar o deslocamento dessas sacarias finalizadas até a região em que ocorria o enchimento rápido. Vale ressaltar que com a alteração no *layout*, o processo que estava ocupando 2 Boxes, passou a ocupar apenas 1 Box, mantendo um espaçamento seguro entre os equipamentos para que

não houvesse acidente entre funcionários e máquinas. Com isso o Box liberado pode ser utilizado pela Logística para armazenamento de MP ou produtos acabados.

Após a inserção das melhorias mencionadas, deu-se início ao processo de cronoanálise, onde apesar mesmo com as desvantagens, optou-se por utilizar a cronometragem direta que se adequava mais a situação, já que a empresa não possuía os equipamentos para captura de imagens na unidade, e desta forma não seria viável a aquisição apenas para essa situação específica.

Por se tratar de uma metodologia que estava sendo inserida no processo, foi alinhado com os gestores quais eram os resultados que eles gostariam de obter com o estudo. Assim, concluiu-se que os mesmos desejariam obter a capacidade produtiva máxima com o limitante de nove funcionários, além da obtenção do tempo padrão para um melhor planejamento por parte do PCP.

Foi solicitada ainda a padronização do processo e criação do seu POP, com a determinação do número de pessoas necessárias em cada etapa, além da inserção de melhorias para otimizar o processo produtivo por meio dos gargalos (problemas) encontrados durante a análise realizada. Ainda a partir deste alinhamento com os gestores acordou-se que seriam utilizadas 10 amostras por etapa do processo para o estudo preliminar. Segundo Pessotti (2015), o uso de 6 amostras é necessário para uma determinação mais exata, então as 10 amostras de tempo por etapas estabelecidas em acordo com a gestão foram suficientes para essa fase do estudo de cronoanálise.

Com a visita na área para o conhecimento mais detalhado das etapas do processo foi observado que as conchas utilizadas pelos colaboradores no enchimento rápido, não eram todas do mesmo tamanho. Para uma análise mais crítica e para a melhor escolha de padronização dessa etapa realizou-se uma coleta dos tempos de enchimento com os dois tamanhos de conchas utilizados.

A coleta de dados e sua análise também foi realizada para a etapa considerada crítica no processo em busca de melhorias, pois notou-se que a troca de fita no passador, juntamente com o EPI utilizado, dificultava essa operação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a concha utilizada na etapa de enchimento rápido, pela análise dos resultados obtidos, verificou-se que a concha maior era a mais adequada ao processo

em questão, pois sua média de tempo para o enchimento de uma sacaria de 10 kg era menor que a média de tempo da concha menor para atingir o mesmo objetivo. Então ficou estabelecido como padrão para esta etapa, que apenas as conchas maiores deveriam ser utilizadas e uso da menor estabeleceu-se para o ajuste fino da etapa de correção de peso na balança digital. Apesar de certa resistência de alguns funcionários na utilização da concha maior, com a justificativa de que ficava muito pesado e ocorria maior fadiga, foi possível fazê-los entender que a concha menor os desgastaria mais fisicamente, pois haveria maior repetição de movimento em relação a concha maior. Os dados cronometrados obtidos se encontram na Tabela 1. As médias de tempos, em segundos, foram calculadas utilizando a Equação 1.

Tabela 1. Tempos de enchimento da sacaria de 10 kg com a concha maior e menor.

Amostra	Concha Maior (s)	Concha Menor (s)
1	6,13	8,90
2	7,74	10,63
3	5,43	9,54
4	6,60	10,74
5	5,00	10,74
6	7,08	12,07
7	5,17	10,72
8	4,94	10,46
9	6,05	9,61
10	5,90	12,45
Média	6,00	10,56

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Após as modificações pontuadas anteriormente foi realizada a cronometragem das 10 amostras em termos de tempo de cada uma das etapas estabelecidas. Estas etapas do processo estão dispostas na Tabela 2. Os valores das médias de tempos, foram calculadas utilizando a Equação 1.

É importante ressaltar que não foi possível, apesar da importância de se escolher um operador já treinado e adaptado ao processo para a coleta de dados, seguir esta orientação no estudo, pois o processo era novo para todos os operários da indústria.

Tabela 2. Tempos de enchimento da sacaria de 10 kg por etapas.

Ciclo	Etapa 1 (min)	Etapa 2 (min)	Etapa 3 (min)	Etapa 4 (min)	Etapa 5 (min)	Etapa 6 (min)	Etapa 7 (min)
1	0,172	0,176	0,314	0,254	0,506	1,086	0,686
2	0,184	0,179	0,446	0,176	0,459	1,095	0,661
3	0,163	0,169	0,365	0,273	0,480	0,844	0,638
4	0,167	0,178	0,316	0,317	0,450	1,023	0,611
5	0,176	0,173	0,378	0,335	0,438	1,278	0,417
6	0,178	0,176	0,352	0,317	0,406	1,859	0,416
7	0,174	0,181	0,329	0,171	0,543	1,205	0,580
8	0,165	0,176	0,390	0,210	0,568	0,880	0,591
9	0,171	0,171	0,376	0,268	0,549	1,148	0,421
10	0,166	0,180	0,348	0,274	0,661	1,281	0,435
\bar{x}	0,171	0,176	0,361	0,260	0,506	1,170	0,176

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Onde:

Etapa 1: Etiqueta 1 sacaria;

Etapa 2: Etiqueta 2 sacaria;

Etapa 3: Enchimento rápido;

Etapa 4: Correção do peso;

Etapa 5: Selamento das sacarias;

Etapa 6: Encaixotamento das sacarias e montagem do *pallet*;

Etapa 7: Montagem e colagem das etiquetas na caixa de papelão.

Os dados da Tabela 2, foram utilizados para o estudo preliminar, que determina quantos ciclos de fato devem ser coletados para que o estudo apresente bons resultados. Para tanto, foi calculado o desvio padrão de cada etapa com a Equação 2, assim como seus intervalos de confiança, superior (Equação 3) e inferior (Equação 4). Com estes intervalos calculados, por meio da Equação 7 obteve-se o erro observado e o número de ciclos necessários (Equação 8).

Para os cálculos, utilizou-se de parâmetro um GC de 90%, resultando em um α de 10% por se tratar de uma operação pouco crítica conforme Lima (2016). O erro tolerado considerado foi de 20% e para se ter um valor mais exato de t da distribuição de t de Student, seu cálculo foi feito utilizando a função “=INV.T.BC(probabilidade; graus_liberdade)” do Excel®.

A Tabela 3 dispõe sobre os parâmetros utilizados nos cálculos, e na Tabela 4 apresentam-se os resultados dos cálculos realizados, assim como os números de ciclos necessários para cada etapa.

Tabela 3. Parâmetros do estudo preliminar com $n=10$.

Parâmetros	
Grau de Confiança - GC	90%
Valor α	10%
Tolerância (K)	20%
n (coletado)	10
Graus de Liberdade - GL	9
Valor t ($\alpha/2$; GL)	1,8331

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Tabela 4. Cálculo do número de ciclos (n) por etapa.

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6	Etapa 7
\bar{X} (min)	0,171	0,176	0,361	0,260	0,506	1,170	0,546
S	0,007	0,004	0,040	0,058	0,076	0,284	0,111
$IC_{Superior}$	0,168	0,174	0,339	0,226	0,462	1,005	0,482
$IC_{Inferior}$	0,175	0,178	0,384	0,293	0,550	1,335	0,610
$K_{Observado}$	4,39%	2,57%	12,66%	25,79%	17,37%	28,14%	23,50%
$n_{Necessário}$	0,48	0,16	4,00	16,63	7,54	19,80	13,81
$n_{Arredondado}$	1	1	5	17	8	20	14

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Onde:

Etapa 1: Etiqueta 1 sacaria;

Etapa 2: Etiqueta 2 sacaria;

Etapa 3: Enchimento rápido;

Etapa 4: Correção do peso;

Etapa 5: Selamento das sacarias;

Etapa 6: Encaixotamento das sacarias e montagem do *pallet*;

Etapa 7: Montagem e colagem das etiquetas na caixa de papelão.

Analisando os resultados obtidos em termo de números de ciclos arredondados, temos que a maior quantidade de ciclos necessários são 20, devido a etapa 6, cuja etapa corresponde ao encaixotamento de sacarias e montagem do

pallet. Por se tratar de etapas de curta duração, e por haver outra OP planejada para a produção do mesmo produto, houve viabilidade de coleta de dados para totalizar esse número de ciclos.

Como já havia 10 ciclos coletados para a análise preliminar e não houve mudanças inseridas no processo foi viável coletar dados de mais 10 ciclos para resultar nos 20 necessários. Os dados obtidos são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Tempos de enchimento da sacaria de 10 kg por etapas, com a quantidade de ciclos necessários obtido no estudo preliminar.

Ciclo	Etapa 1 (min)	Etapa 2 (min)	Etapa 3 (min)	Etapa 4 (min)	Etapa 5 (min)	Etapa 6 (min)	Etapa 7 (min)
1	0,172	0,176	0,314	0,254	0,506	1,086	0,686
2	0,184	0,179	0,446	0,176	0,459	1,095	0,661
3	0,163	0,169	0,365	0,273	0,480	0,844	0,638
4	0,167	0,178	0,316	0,317	0,450	1,023	0,611
5	0,176	0,173	0,378	0,335	0,438	1,278	0,417
6	0,178	0,176	0,352	0,317	0,406	1,859	0,416
7	0,174	0,181	0,329	0,171	0,543	1,205	0,580
8	0,165	0,176	0,390	0,210	0,568	0,880	0,591
9	0,171	0,171	0,376	0,268	0,549	1,148	0,421
10	0,166	0,180	0,348	0,274	0,661	1,281	0,435
11	0,179	0,168	0,413	0,254	0,480	1,403	0,423
12	0,183	0,172	0,407	0,359	0,630	1,670	0,489
13	0,184	0,184	0,379	0,373	0,524	1,002	0,918
14	0,170	0,182	0,297	0,155	0,492	1,088	0,530
15	0,176	0,173	0,243	0,269	0,529	0,926	0,608
16	0,171	0,172	0,307	0,274	0,506	1,045	0,563
17	0,176	0,178	0,279	0,275	0,552	1,075	0,605
18	0,165	0,174	0,337	0,312	0,530	1,070	0,673
19	0,181	0,182	0,272	0,310	0,440	1,039	0,455
20	0,173	0,174	0,360	0,387	0,510	0,965	0,452
\bar{X}	0,174	0,176	0,345	0,278	0,513	1,149	0,559

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Onde:

Etapa 1: Etiqueta 1 sacaria;

Etapa 2: Etiqueta 2 sacaria;

Etapa 3: Enchimento rápido;

Etapa 4: Correção do peso;

Etapa 5: Selamento das sacarias;

Etapa 6: Encaixotamento das sacarias e montagem do *pallet*;

Etapa 7: Montagem e colagem das etiquetas na caixa de papelão.

Para continuidade da análise de tempos de enchimento foi realizado novamente o cálculo das médias (Equação 1), desvio padrão (Equação 2) e intervalos de confiança superior e inferior (Equações 3 e 4), respectivamente. Calculou-se também o erro observado (Equação 7), sendo todos estes resultados dispostos na Tabela 6, bem como os parâmetros utilizados na Tabela 7.

Em termos de parâmetros manteve-se a mesma lógica utilizada no estudo preliminar, com um GC de 90%, α de 10%, e erro tolerado de 20%, quanto ao valor de t , utilizou-se novamente a função “=INV.T.BC(probabilidade; graus_liberdade)” do Excel®.

Tabela 6. Cálculo do erro observado para cada etapa, com a quantidade de ciclos necessários obtido no estudo preliminar.

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6	Etapa 7
\bar{X} (min)	0,174	0,176	0,345	0,278	0,513	1,149	0,559
S	0,007	0,004	0,052	0,064	0,063	0,252	0,127
$IC_{Superior}$	0,171	0,174	0,325	0,253	0,488	1,051	0,510
$IC_{Inferior}$	0,176	0,177	0,365	0,303	0,537	1,247	0,608
$K_{Observado}$	2,93%	1,95%	11,54%	17,91%	9,49%	16,98%	17,55%

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Onde:

Etapa 1: Etiqueta 1 sacaria;

Etapa 2: Etiqueta 2 sacaria;

Etapa 3: Enchimento rápido;

Etapa 4: Correção do peso;

Etapa 5: Selamento das sacarias;

Etapa 6: Encaixotamento das sacarias e montagem do *pallet*;

Etapa 7: Montagem e colagem das etiquetas na caixa de papelão.

Tabela 7. Parâmetros de n=20.

Parâmetros	
Grau de Confiança - GC	90%
Valor α	10%
Tolerância (K)	20%
n (coletado)	20
Graus de Liberdade - GL	19
Valor t ($\alpha/2$; GL)	1,7291

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Ao verificar os valores do erro observado obtidos na Tabela 6 é possível afirmar que agora todos se encontram abaixo de 20%, conforme a tolerância estabelecida para o estudo.

Para continuidade da análise foi necessário verificar se havia presença de *outliers* nos dados, ou seja, verificar se ocorrem valores muito atípicos no conjunto de dados da amostra, que poderia acabar interferindo no resultado final das médias. Desta forma são calculados os Quartis 1 e 3 através da função “=QUARTIL.EXC(matriz; quarto)”, com os quartis calculados, encontra-se o valor de IQR (Equação 9), e os limites superiores e inferiores com as (Equações 10 e 11), respectivamente. Tais limites serão utilizados para analisar se um dado é um *outlier* ou não caso seja menor que o limite inferior, ou maior que o limite superior. Estes resultados dos cálculos são demonstrados na Tabela 8.

Tabela 8. Parâmetros para análise de *outliers* (limites inferiores e superiores).

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6	Etapa 7
Q1	0,168	0,172	0,308	0,254	0,464	1,007	0,439
Q3	0,179	0,180	0,378	0,317	0,547	1,260	0,631
IQR	0,011	0,007	0,070	0,063	0,083	0,253	0,192
L-Superior	0,190	0,186	0,450	0,373	0,637	1,528	0,846
L-Inferior	0,157	0,165	0,241	0,183	0,388	0,770	0,271

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Onde:

Etapa 1: Etiqueta 1 sacaria;

Etapa 2: Etiqueta 2 sacaria;

Etapa 3: Enchimento rápido;

Etapa 4: Correção do peso;

Etapa 5: Selamento das sacarias;

Etapa 6: Encaixotamento das sacarias e montagem do *pallet*;

Etapa 7: Montagem e colagem das etiquetas na caixa de papelão.

Pela observação dos resultados de *outliers* (Tabela 8) e utilizando de base os limites superior e inferior como parâmetros principais pode-se avaliar os possíveis *outliers*, ou seja, dados que se encontram acima ou abaixo dos limites de suas respectivas etapas. Na Tabela 9 estão apresentados os possíveis *outliers*.

Tabela 9. Possíveis *outliers* nas variadas etapas do processo.

Ciclo	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6	Etapa 7
2	0,176	-	-	-
6	-	-	1,860	-
7	0,171	-	-	-
10	-	0,661	-	-
12	-	-	1,670	-
13	0,373	-	-	0,918
14	0,155	-	-	-
20	0,387	-	-	-
L-Superior	0,373	0,645	1,528	0,846
L-Inferior	0,184	0,361	0,770	0,271

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Onde:

Etapa 4: Correção do peso;

Etapa 5: Selamento das sacarias;

Etapa 6: Encaixotamento das sacarias e montagem do *pallet*;

Etapa 7: Montagem e colagem das etiquetas na caixa de papelão.

Para um dado ser considerado *outlier* será necessário haver uma ocorrência/problema que justifique sua desconsideração na análise dos dados. Assim, uma análise mais profunda dos dados por etapas da Tabela 9, percebe-se que na Etapa 4, todos os possíveis *outliers* estavam próximos aos limites. Provavelmente, os mesmos são referentes à etapa de correção de peso, já que uma sacaria pode ser cheia com valor de peso ao redor de 10 kg em relação às outras diferentemente.

Ressalta-se ainda que as sacarias são previamente cheias com duas conchas grandes no enchimento manual, o que justifica a pequena variação, sendo assim recorrente do processo (não pontual). Desta forma optou-se por não os considerar *outliers*.

Na etapa 5 houve um *outlier*, pois a sacaria foi encaixada erroneamente na seladora manual de pedal e acabou não havendo selagem completa e, portanto, a sacaria precisou ser ajustada e o pedal teve que ser acionado de novo pelo operador. Este foi um erro pontual que pode ser evitado apenas com um novo treinamento do correto uso da seladora para a sua operação.

Na etapa 6 e 7, os dados também foram considerados *outliers* em virtude do rolo de fita que é utilizado, tanto na montagem da caixa de papelão, quanto para fechar a caixa com as sacarias, que em ambos os casos acabaram, então esses tempos foram maiores devido a troca dos rolos de fita.

Com as considerações feitas foram calculadas novas médias por etapas (Equação 1) desconsiderando os *outliers*, os resultados estão dispostos na Tabela 10. Realizando a soma das novas média calculadas por etapa, obteve-se o tempo médio observado de operação (TO), que é utilizado na Equação 12 para calcular o valor do tempo normal (TN) para em seguida calcular-se o tempo padrão (TP) (Equação 14). Os parâmetros utilizados estão todos na Tabela 11 e os resultados de TP e TN, na Tabela 12.

Tabela 10. Novas médias desconsiderando os *outliers*.

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6	Etapa 7
Nova \bar{X} (min)	0,174	0,176	0,345	0,278	0,505	1,081	0,540

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Tabela 11. Parâmetros utilizados para o cálculo do tempo padrão.

Parâmetros	
Ritmo de Trabalho - RT	85%
Jornada de Trabalho - JT (h)	8,8
Jornada de Trabalho - JT (min)	528
Folga (F)	20%
Folga (F) (min)	105,6
Fator de Tolerância (FT)	1,25
Tempo Observado - TO (min)	3,098

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Em relação a Tabela 11 nota-se que o ritmo de trabalho foi considerado de 85%, justamente por se tratar de uma operação nova que estava sendo inserida, a jornada de trabalho é a Jornada de Trabalho útil diária. Quanto a Folga, foi levado em consideração o tempo de DDS diário de aproximadamente 30 min, tempo de café no período da tarde de 15 min, além do tempo gasto para as necessidades fisiológicas, fadiga e esperas do processo. O fator de tolerância foi obtido com a Equação 13, e o tempo, como já citado anteriormente, é a somatória das novas médias obtidas sem os *outliers* (Tabela 10).

Com os dados obtidos da Tabela 11 e com as Equações 14 e 15, determinou-se o tempo padrão, sendo este o tempo de mão de obra direta associada a cada produção e a capacidade produtiva, e essa diretamente utilizada como referência para analisar a eficiência dos operadores. Salienta-se que como já havia a restrição de 9 *head counts*, ou seja, funcionários disponíveis para a operação, a Equação 16 não foi utilizada nos cálculos realizados.

Para obter o valor de meta máxima produtiva diária na que poderia ser alcançada, e assim ser utilizada como estimativa de produção pelas outras áreas da unidade, foi utilizada a Equação 17. Os dados obtidos estão dispostos na Tabela 12.

Tabela 12. Cálculo do tempo padrão.

Cálculo do Tempo Padrão	
Tempo Normal - TN (min)	2,633
Tempo Padrão - TP (min)	3,291
Capacidade Produtiva - CP	160,43
CP (un)	160
CP (kg)	1600
<i>Head Count</i>	9
Total diário (t)	14,4

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

A capacidade produtiva é calculada em unidade de produto, que no caso consiste na sacaria de 10 kg, por isso é recomendado utilizar seu valor arredondado para baixo nos cálculos, e como as metas de produção era acompanhada por unidade mássica, o total diário foi calculado em toneladas, para facilitar o acompanhamento pelos KPIs de produção, ou seja, as metas de produção.

O próximo passo consistiu em identificar as etapas críticas da operação. Neste caso foi utilizada a “Lei de Lavoisier” referente a lei de conservação da massa. Para tanto, a Equação 18, foi utilizada, assim como as vazões mássicas de cada etapa (Equação 19). Como visto na Equação 18, a quantidade mássica que entra em volume de controle é igual a quantidade mássica que deixa o mesmo, sendo efetivamente considerado a massa em cada etapa de 10 kg, pois esta é a capacidade da sacaria.

Tabela 13. Vazões mássicas (kg/h).

Dados	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6	Etapa 7
m (kg)	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	20,000	20,000
Δt (min)	0,174	0,176	0,345	0,278	0,505	1,081	0,540
\dot{m} (kg/min)	57,604	56,904	28,962	35,964	19,814	18,508	37,061

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Onde:

Etapa 1: Etiqueta 1 sacaria;

Etapa 2: Etiqueta 2 sacaria;

Etapa 3: Enchimento rápido;

Etapa 4: Correção do peso;

Etapa 5: Selamento das sacarias;

Etapa 6: Encaixotamento das sacarias e montagem do *pallet*;

Etapa 7: Montagem e colagem das etiquetas na caixa de papelão.

Pela análise dos dados obtidos na Tabela 13, foi possível verificar que a etapa mais crítica, ou seja, a de menor vazão mássica, é a Etapa 6, que consiste na etapa de encaixotamento, passagem de fita adesiva para fechamento da caixa, deslocamento da caixa até o *pallet* e montagem do *pallet*.

Ao verificar mais profundamente os dados, já que seu desvio padrão (Tabela 6) também foi elevado, demonstrando que os dados estavam com uma grande faixa de variação de tempo (Tabela 5). Notou-se que a troca de fita no passador (Figura 6) quando a fita acabava, juntamente com o EPI utilizado, que no caso em questão se trata da luva resistente a cortes, dificultava essa operação.

Figura 6. Exemplo de equipamento passador de fita adesiva utilizado para auxiliar no selamento das caixas.



Fonte: Wurth do Brasil Peças de Fixação Ltda (2024).

Na busca de uma solução para o problema verificado foi feita uma análise estimada da quantidade de fita utilizada no fechamento da caixa, sendo que os resultados obtidos da análise podem ser observados na Tabela 14. Já na Tabela 15, mostra-se os dados que foram utilizados para o cálculo de total de *pallets* montados por rolo.

Tabela 14. Informações coletadas e calculadas para a troca de fita dos passadores.

Descrição	Dados
Tamanho do rolo (m)	100,00
Quantidade de fita por caixa (m)	1,94
Nº de caixas fechadas por rolo	51,55
Nº de <i>pallets</i> montados por rolo	1,23
Nº de passadores de fita	4

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Tabela 15. Informações coletadas e calculadas referente aos paletes montados para o armazenamento do produto.

Descrição	Dados
Nº de caixa	42,00
Nº de sacos por caixa	2,00
Peso do saco (kg)	10,00
Peso da caixa (kg)	20,00
Peso do <i>pallet</i> montado (kg)	840,00

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

O comprimento de fita adesiva do rolo foi obtido pelas informações que constavam na etiqueta do próprio rolo. A quantidade de fita utilizada, foi obtida por meio da média dos dados coletados com o auxílio de uma régua em 5 repetições da etapa de passagem de fita para o fechamento da caixa.

O número de caixas por rolo foi calculado pelo comprimento total do rolo dividido pela quantidade de fita por caixa. Já o valor do número de *pallets* por rolo de fita pode ser calculado com a divisão do número de caixas por rolo e pelo total de caixas no *pallet* (Tabela 15). Especificamente, o número de passadores de fita foi o valor de passadores que haviam sido disponibilizados para os operários no processo.

Em relação aos dados do *pallet*, o número de caixas/*pallet* foi obtido por meio da contagem e pelo seu peso realizado pelo produto entre o número de caixas e o peso de cada uma. É importante ressaltar que o peso final do *pallet* pronto implica na facilidade para a somatória ao final do dia do total de produto que foi ensacado. Tal somatória define a quantidade disponível para comercialização e transporte, além de gerar um controle maior para informação da meta diária superior ou não a meta estabelecida.

Agora sabendo-se que para nove funcionários, o total de produção diário é 14,4 toneladas, como informado na Tabela 12, temos que aproximadamente 17 *pallets* serão montados no dia, com um total de aproximadamente 9 rolos de fita adesiva diários. Mas como esses rolos são divididos em 2 etapas (Etapa 6 e Etapa 7) considerou-se 5 rolos por etapa. Com essa análise constou-se previamente que um maior número de passadores de fita adesiva deveria ser adquirido para ter passadores já com a fita alocada por outro funcionário em uma etapa de maior vazão mássica (Tabela 13), ou seja, uma etapa de maior ociosidade e que seja menos crítica para não virar um gargalo no processo.

Para concluir quantos passadores a mais deveriam ser comprados e o funcionário de qual etapa que deveria ficar responsável pela substituição dos rolos, garantindo que não haveria gargalos na produção, foi necessário definir a distribuição da quantidade de funcionário por etapa.

Como já foi citado o número de funcionários disponíveis (nove) e 7 etapas que necessitam de pelo menos 1 funcionário em cada uma, para que o processo ocorra, restaram 2 funcionários para serem distribuídos, utilizando como base as vazões mássicas (\dot{m}) (Tabela 13). Nota-se que as etapas que podem se tornar gargalos no processo, ou seja, recebem maiores vazões mássicas são as Etapas 5 e 6. Assim, os funcionários restantes foram distribuídos nessas etapas, resultando nas novas vazões mássicas (Tabela 16).

Tabela 16. Vazões mássicas (kg/h) considerando o número de funcionários por Etapa.

Dados	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6	Etapa 7
HC	1	1	1	1	2	2	1
\dot{m} (kg/min)	57,604	56,904	28,962	35,964	19,814	18,508	37,061
$\dot{m} \times \text{HC}$ (kg/min)	57,604	56,904	28,962	35,964	39,627	37,016	37,061

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Onde:

Etapa 1: Etiqueta 1 sacaria;

Etapa 2: Etiqueta 2 sacaria;

Etapa 3: Enchimento rápido;

Etapa 4: Correção do peso;

Etapa 5: Selamento das sacarias;

Etapa 6: Encaixotamento das sacarias e montagem do *pallet*;

Etapa 7: Montagem e colagem das etiquetas na caixa de papelão.

Com a redistribuição dos funcionários, as vazões das Etapas 1 e 2 continuaram bem acima das vazões das outras etapas. A Etapa 3 tornou-se o gargalo do processo, por se tratar da etapa de maior desgaste do funcionário tanto pela posição como pelo movimento, por ser a etapa de enchimento das sacarias, decidiu-se realizar um novo remanejamento transferindo um dos funcionários da colagem de uma das etiquetas (Etapa 7), para a Etapa 3. Desta forma, apenas um funcionário era responsável por

colar todas as etiquetas da sacaria, e as Etapas 1 e 2 se tornaram uma etapa única. Na Tabela 17 é apresentada a distribuição final das vazões mássicas, conforme o *layout* definido na Figura 7.

Referente às posições, definiu-se como ideal que cada funcionário tivesse uma posição fixa, já que quanto mais vezes a função for executada, a padronização e a otimização a cada etapa podem ser efetivadas. Porém, como há uma discrepância muito grande de desgaste na execução entre as posições, recomenda-se que a rotação das posições seja feita após a finalização de cada OP para que as mudanças de posições não sejam tão frequentes.

Tabela 17. Vazões mássicas (kg/h) levando em conta o número de funcionário por Etapa considerando 6 Etapas.

Dados	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6
HC	1	2	1	2	2	1
\dot{m} (kg/min)	57,254	28,962	35,964	19,814	18,508	37,061
$\dot{m} \times \text{HC}$ (kg/min)	28,627	56,904	57,925	35,964	39,627	37,016

Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Onde:

Etapa 1: Etiqueta 1 e 2 da sacaria;

Etapa 2: Enchimento rápido;

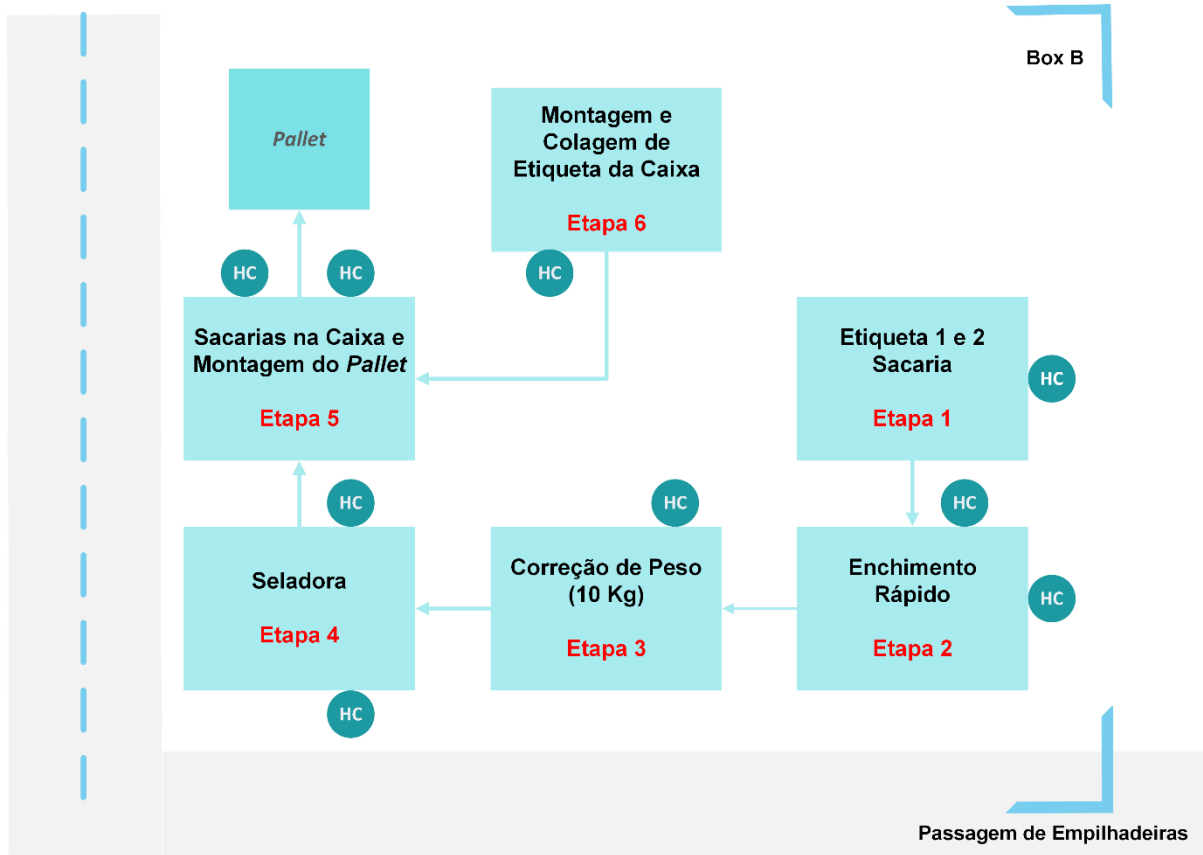
Etapa 3: Correção do peso;

Etapa 4: Selamento das sacarias;

Etapa 5: Encaixotamento das sacarias e montagem do *pallet*;

Etapa 6: Montagem e colagem das etiquetas na caixa de papelão.

Figura 7. Fluxograma do processo de ensaque manual de 10 kg com a distribuição de funcionário (HC) por etapa.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

Como a Etapa 1 não é uma etapa de grande complexidade nem risco, mesmo ela passando a ser a possivelmente a Etapa gargalo do processo, que resultaria na falta de sacaria, e todo o resto do processo teria de ser parado. Para a referida etapa o problema seria de fácil solução, pois poderia se utilizar de funcionários de outras áreas, como a da logística, que poderiam auxiliar no período de baixa demanda de trabalho, ou até mesmo os funcionários do enchimento que em momentos de grande estafa poderiam se revezar para auxiliar na colagem.

Outra solução, poderia ser fazer um mutirão alguns minutos antes, de iniciar, ou até mesmo antes de acabar a jornada de trabalho, para realizar a etiquetagem das sacarias e já as deixar com tempo extra de folga nessa etapa.

Retomando a questão da quantidade de passadores de fitas a ser adquirido e qual seria o funcionário e etapa responsável por realizar a troca das fitas, conclui-se que seriam necessários adquirir mais 2 passadores, resultando em um total de 6 equipamentos de selagem. Para que todos os funcionários das Etapas 5 e 6 tenham

1 passador reserva que deve sempre estar com a fita colocada, e a cada palete finalizado, um dos funcionários da Etapa 2, deve passar nas bancadas conferindo se há passador com rolo de fita finalizado e realizar a substituição do mesmo, eliminando assim mais um ponto de desvio no processo.

Outros pontos importantes verificados no processo, que fazem parte do mesmo e poderiam influenciar nos dados do estudo e que não foram observados na coleta dos dados, foram as movimentações das caixas de sacaria etiquetadas até a área de enchimento rápido, enchimento de recipientes com a abertura do *big bag* (1t) contendo a MP de foliar sólido em pó, problemas de calibração da balança, utilização da seladora em temperatura diferente da estabelecida, transporte do *pallet* vazio para substituir o que foi retirado para ser envolto em plástico filme e transporte das caixas de papelão montadas para a área de encaixotamento das sacarias.

Esses pontos que foram levantados, são pontos que podem ser estudados futuramente para inserção de melhorias no processo, mas que por hora apesar de ocorrerem, ainda não eram vistos como problema grave ou resultante de gargalos do processo, pois o processo não estava padronizado e não tinha uma base com metas definidas para acompanhamento de seus KPIs.

Finalmente com o resultado do estudo de análise de tempos do ensaque manual de foliar sólido em pó em sacarias de 10 kg, com restrição de nove funcionários da produção trabalhando no processo obteve-se um tempo padrão 3,29 minutos, uma capacidade produtiva de 160 sacarias, com uma capacidade produtiva diária de 1440 sacarias, ou 14,4 toneladas de foliar sólido em pó ensacado por dia em uma jornada de 8,8 horas com uma folga de 20%. Os resultados obtidos possuem um grau de 90% de confiança e uma tolerância de erro de 20%. Com esses dados o planejamento da produção realizado pela área de PCP, se tornou muito mais realista e assertivo.

Ao alterar o *layout*, além da liberação de espaço útil de armazenamento para a área de logística, pois o processo que ocupava 2 boxes passou a ocupar apenas 1, também houve um aumento na segurança dos funcionários da operação, e por consequência do processo, já que a passagem das empilhadeiras para a descarga de *big bag*, ou retirada dos *pallets* montados ficaram próximos a um corredor estabelecido propriamente para passagem desses equipamentos.

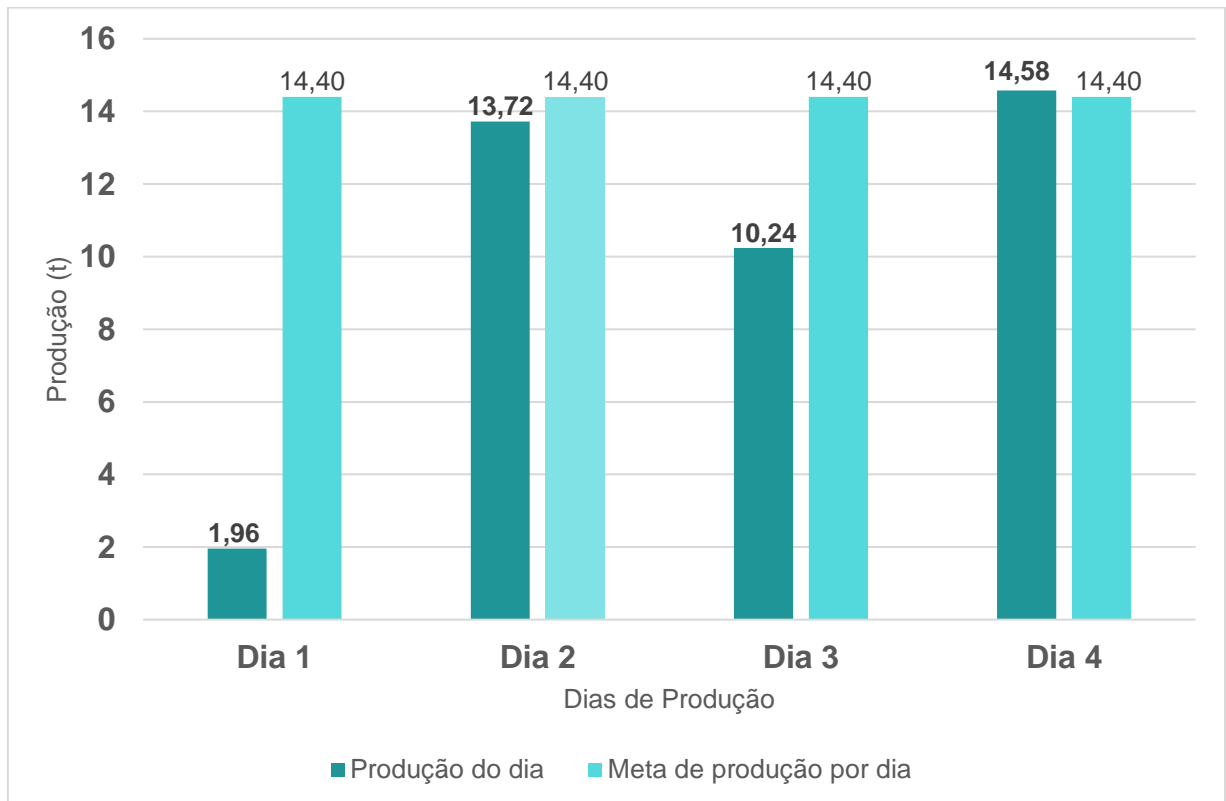
Com a definição das posições e quantidades de funcionários em cada etapa, além dos recipientes corretos de descarte e locais definidos para matéria prima, o

processo se tornou muito mais organizado, limpo e padronizado, possibilitando a criação de seu procedimento operacional padrão, com seu respectivo treinamento com o objetivo de diminuir recorrências nas notificações de não conformidade da área.

Quanto ao volume de produção, por falta de emissão de novas OPs dentro do período em que o estudo foi realizado, não foi possível acompanhar os KPIs de produção após a implementação de todas as mudanças e treinamento dos funcionários. Mas um dos resultados esperado era uma constância maior do volume produzido ao final da jornada de trabalho, além de ter meta diária atingida, por meio do tempo padrão.

Apesar de não haver dados coletados por um período maior para se tirar conclusões sobre a constância do volume diário produzido, a Figura 8 apresenta os dados de produção de uma das OPs, em que estava sendo implementada as modificações, e a produção do dia 4 foi de 14,58 toneladas, mostrando que a meta obtida no estudo de 14,40 toneladas, realmente é factível e já havia sido alcançada.

Figura 8. Volume de produção do ensaque de foliar sólido em pó em sacaria de 10 kg de uma OP.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2024).

5 CONCLUSÃO

Pelo estudo pode-se concluir que a falta de padronização de um processo, além da falta de referência para análise produtiva implica na geração de muita variabilidade nos dados coletados, dificultando planejamentos produtivos e por consequência dificultando a previsibilidade de cenários, sendo a previsibilidade de suma importância no auxílio da tomada de decisões críticas por parte da gestão dentro do processo. Ter dados bem estabelecidos também passa credibilidade de um líder a seus funcionários pois com o planejamento realizado, fica mais complexo surgir imprevistos a todo momento.

A cronoanálise apesar de ser uma ferramenta que surgiu há tempos, ainda se mostra útil e eficiente atualmente, sendo aplicada em muitos processos para visualização de melhorias e estabelecimento de metas factíveis. Neste contexto afirma-se que a metodologia utilizada permitiu atingir todos os objetivos estabelecidos para o estudo do ensaque de 10 kg para o foliar em pó.

Obteve-se o tempo padrão de 3,29 minutos, e a partir dele realizou-se o dimensionamento das etapas de produção com base nas vazões mássicas e também foi definido a quantidade de funcionários por Etapa, com um funcionário etiquetando a sacarias, dois realizando o enchimento rápido, um fazendo a correção de peso, dois selando as sacarias, dois colocando as sacarias nas caixas, selando-as e colocando no *pallet* e um montando e colando as etiquetas na caixa de papelão, totalizando nove funcionários que era a quantidade estabelecida.

Ao final da cronoanálise determinou-se a capacidade produtiva de 160 sacarias, bem como foram implementadas melhorias no processo e a obtenção de novos parâmetros produtivos rapidamente em caso de alterações no número de *head counts*, meta a ser atingida, ou até mesmo jornada de trabalho.

Apesar de muito utilizada em produções fabris, a ferramenta tem utilidade para implementação de melhorias em qualquer tipo de processo, necessitando apenas de um bom conhecimento, por parte do analista, de todas as suas etapas.

REFERÊNCIAS

- BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 8. ed. Florianópolis: Ufsc, 2012. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7652636/mod_resource/content/1/Barbetta%20-%20Estat%20C3%ADstica%20aplicada%20%C3%A0s%20ci%20C3%AAncias%20sociais%20%282010%29.pdf. Acesso em: 20 out. 2024.
- BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida de trabalho**. 6. ed. São Paulo: Blucher, 1977.
- BATISTA, E. Fordismo, Taylorismo e Toyotismo: apontamentos sobre suas rupturas e continuidades. In: SIMPÓSIO LUTAS SOCIAIS NA AMÉRICA LATINA, 3., 2008, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: Grupo de estudos de política da América Latina do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais da Universidade Estadual de Londrina (Paraná), 2008. Disponível em: https://www.uel.br/grupo-pesquisa/gepal/terceirosimposio/erika_batista.pdf. Acesso em: 08 out. 2024. Sigla do evento: GEPAL.
- GALDI, L. V.; SANTOS, D. H. Adubação foliar com nitrogênio líquido em soja e milho. **Campo & Negócios**: Grãos, S.L, 10 nov. 2017. Mensal. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/adubacao-foliar-com-nitrogenio-liquido-em-soja-e-milho/>. Acesso em: 16 dez. 2024.
- LABORCHEMIKER (Curitiba). **Concha em aço inox para cereais 1,5Kg LABORCHEMIKER LCS-15**. Disponível em: <https://www.laborchemiker.com.br/p-4589262-Concha-em-aco-inox-para-cereais-1,5Kg-LABORCHEMIKER-LCS-15>. Acesso em: 17 nov. 2024.
- LIMA, J. F. de. *et al.* Aplicação da Cronoanálise em Processos Industriais. **Mangaio Acadêmico**, v. 5, n. 1, p. 81-106, jun. 2020.
- LIMA, R. H. P. **Aprendendo Gestão - Curso de Cronoanálise**. YouTube, 2 ago. 2016. Disponível em: https://www.youtube.com/playlist?list=PLBCBIFwBCYWqU0j-gNegWc4_I6Or9NPuC. Acesso em: 20 ago. 2024.
- LIRA, E. G. **Estudo de Tempos e Movimentos: Uma abordagem Lean para aumentar a eficiência de processos físicos e digitais**. Belo Horizonte: Própria Autora, 2022. 352 p. Disponível em: https://www.academia.edu/121617981/Livro_Tempos_e_Movimentos. Acesso em: 08 out. 2024.
- MOCELLIN, Ricardo S. P. **Princípios da Adubação Foliar: coletânea de dados e revisão bibliográfica**. Canoas: Omega Fertilizantes, 2004. Disponível em: <https://portalidea.com.br/cursos/bsico-em-adubao-foliar-apostila03.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007. Disponível em:

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59099297/Cap.7_-_Previsao_de_Demanda20190501-92726-vhvicu-libre.pdf?1556712010=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCap_7_Previsao_de_Demanda.pdf&Expires=1729461552&Signature=HUNyrmK6ynIxDvx9WO1LwOixICVqflk9CgoyY-aA22LduYrtG~RhTgfGGZ2CD3qyrFd15xDMmTcoisEZY2DR5gaj4Ma432pJS1qn4TYr1yzO4nB8TViPln3SzDV6~F9woga~HwnasVFYva2pByAVL22BD5asBYi5C~IB1L~Fr0HFiWzdHm5CBuYYbYO6hIx6orC0BPhAmgdcMOrGK~piFtAsbCu5YNpDFdoyU0UIE7ChXY8~bGW4mGh3eKzdYQgyAyico83hfsNgspgfoLw5NeLhYrYh35RpPnWaek3RSSruvJTPMCmdLjBo44r0j8CiSTeUgcwm~uBigSJoE6zOw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 20 out. 2024.

PESSOTTI, R. Q. *et al.* Aplicação da Cronoanálise e de Ferramentas da Qualidade como Meio para Aumento da Produtividade em uma Empresa do Ramo Moveleiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: ABEPRO, 2015. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/tn_stp_206_226_28034.pdf. Acesso em: 20 out. 2024. Sigla do evento: ENEGEP.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. Edipro, 2019. *E-book*. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=XZSWDwAAQBAJ&pg=PT161&ots=Ya8h-xKFjd&dq=revolu%C3%A7%C3%A3o%20industrial&lr&pg=PT16#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 8 out. 2024.

SLACK, N. *et al.* **Administração da Produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018. Disponível em: <https://toaz.info/doc-view-3>. Acesso em: 20 out. 2024.

UJIHARA, H. M. **Cronoanálise**. Taubaté: Lean Pro Consulting, 2018. 92 slides, color. Disponível em: <https://www.slideshare.net/slideshow/apostila-cronoanlise-113508544/113508544#13>. Acesso em: 08 out. 2024.

WURTH DO BRASIL PEÇAS DE FIXAÇÃO LTDA. **Aplicador de Fita Adesiva 50mm - Wurth - 0985052050 - Unitário**. Disponível em: <https://www.wurth.com.br/p/7495142/aplicador-de-fita-adesiva-50mm-wurth-0985052050-unitario>. Acesso em: 17 nov. 2024.