

**Aplicação da Engenharia de Métodos no Processo de Fabricação de Drywall:
mapeamento e melhorias no setor de embalagem**

**Application of Engineering Methods in the Drywall Manufacturing Process: mapping
and improvements in the packaging sector**

**Aplicación de Métodos de Ingeniería en El Proceso de Fabricación de Paneles de Yeso:
mapeado y mejoras en el sector del embalaje**

Como citar:

Lima, Letícia S.; Santos, Pedro V. S.; Fernandes, Ciro H. A. & Leite, Ângelo A. M. (2025).
Aplicação da engenharia de métodos no processo de fabricação de drywall: mapeamento e
melhorias no setor de embalagem. Revista Gestão & Tecnologia, vol. 25, nº 4, p.: 164-198

Letícia de Souza Lima, Engenheira de Produção, UNIVASF.

<https://orcid.org/0009-0007-1019-555X>

Pedro Vieira Souza Santos, Mestre/Graduação adjunta em DUT Mesures Physiques no Institut
Universitaire de Technologie de Blois - IUT / Université François-Rabelais. UNIVASF

<https://orcid.org/0000-0001-9802-506X>

Ciro Henrique de Araújo Fernandes, Mestre em Engenharia de Produção. Graduação adjunta no
Institut Universitaire de Technologie du Limousin, França. Universidade Federal do Vale do
São Francisco – UNIVASF

<https://orcid.org/0000-0002-7788-9659>

Ângelo Antônio Macedo Leite, Doutor em Engenharia de Produção. Universidade Federal do
Vale do São Francisco – UNIVASF.

<https://orcid.org/0000-0001-9802-506X>

"Os autores declaram não haver qualquer conflito de interesse de natureza pessoal ou
corporativa, em relação ao tema, processo e resultado da pesquisa"

Editor Científico: José Edson Lara
Organização Comitê Científico
Double Blind Review pelo SEER/OJS
Recebido em 29/05/2025 Aprovado em 20/10/2025



This work is licensed under a Creative Commons Attribution – Non-Commercial 3.0 Brazil

Resumo

Objetivo: Este trabalho teve como objetivo principal analisar e otimizar o processo de embalagem em uma empresa fabricante de drywall, localizada na cidade de Petrolina—PE, por meio da aplicação das ferramentas de engenharia de métodos, como a cronoanálise, mapeamento de processos e análise da produtividade

Metodologia/procedimentos metodológicos: A pesquisa, classificada como estudo de caso, de caráter descritivo e aplicado, com abordagem quanti-qualitativa, visou identificar oportunidades de melhoria na produtividade e eficiência do processo. Foi realizado o mapeamento das atividades do processo e coletados dados de tempo, dessa forma, foi possível identificar etapas críticas e oportunidades de padronização.

Originalidade/Relevância: O estudo pauta-se na carência de trabalhos que avaliem o processo produtivo de fabricação de Drywall, do ponto de vista quantitativo. Ou seja, sob a ótica da cronoanálise.

Principais resultados: Os resultados demonstraram que a reorganização das atividades e a padronização dos métodos de trabalho contribuem significativamente para a redução de desperdícios e aumento da produtividade. Através desses resultados, foram sugeridas propostas de melhoria baseadas em criação de padronização através de Procedimento Operacional Padrão (POP), treinamentos, aplicação de ferramentas como 5S e programa Kaizen de melhorias.

Contribuições teóricas/metodológicas: O estudo oferece contribuições práticas para a empresa analisada e contribui com a literatura da área ao abordar um segmento produtivo ainda pouco explorado.

Palavras-chaves: Cronoanálise; Mapeamento; Embalagem; Estudo de Tempos; Drywall.

Abstract

Objective: The main objective of this paper was to analyze and optimize the packaging process in a drywall manufacturing company located in the city of Petrolina—PE, through the application of engineering methods tools, such as chronoanalysis, process mapping and productivity analysis.

Methodology/methodological procedures: The research, classified as a case study, of a descriptive and applied nature, with a quantitative-qualitative approach, aimed to identify opportunities for improvement in the productivity and efficiency of the process. The mapping of the process activities was carried out and time data was collected, thus making it possible to identify critical steps and opportunities for standardization.

Originality/Relevance: The study is based on the lack of studies that evaluate the production process of drywall manufacturing, from a quantitative point of view. In other words, from the perspective of chronoanalysis.

Main results: The results demonstrated that the reorganization of activities and the standardization of work methods contribute significantly to reducing waste and increasing productivity. Based on these results, improvement proposals were suggested based on the creation of standardization through Standard Operating Procedures (SOP), training, application of tools such as 5S and the Kaizen improvement program.

Theoretical/methodological contributions: The study offers practical contributions to the company analyzed and contributes to the literature in the area by addressing a production segment that is still little explored.

Keywords: Chronoanalysis; Mapping; Packaging; Time Study; Drywall.

Resumen

Objetivo: El objetivo principal de este trabajo fue analizar y optimizar el proceso de embalaje en una empresa de fabricación de paneles de yeso ubicada en la ciudad de Petrolina, PE, mediante la aplicación de herramientas de métodos de ingeniería, como el cronoanálisis, el mapeo de procesos y el análisis de productividad.

Metodología/procedimientos metodológicos: La investigación, clasificada como estudio de caso, de naturaleza descriptiva y aplicada, con un enfoque cuantitativo-cualitativo, tuvo como objetivo identificar oportunidades de mejora en la productividad y la eficiencia del proceso. Se realizó el mapeo de las actividades del proceso y se recopilaron datos de tiempo, lo que permitió identificar pasos críticos y oportunidades de estandarización.

Originalidad/Relevancia: El estudio se basa en la falta de estudios que evalúen el proceso de producción de paneles de yeso desde una perspectiva cuantitativa. Es decir, desde la perspectiva del cronoanálisis.

Resultados principales: Los resultados demostraron que la reorganización de actividades y la estandarización de los métodos de trabajo contribuyen significativamente a la reducción de desperdicios y al aumento de la productividad. Con base en estos resultados, se sugirieron propuestas de mejora basadas en la creación de estandarización mediante Procedimientos Operativos Estándar (POE), capacitación y la aplicación de herramientas como las 5S y el programa de mejora Kaizen.

Aportaciones teóricas/metodológicas: El estudio ofrece aportaciones prácticas a la empresa analizada y contribuye a la literatura en el área al abordar un segmento de producción aún poco explorado.

Palabras clave: Cronoanálisis; Cartografía; Embalaje; Estudio de tiempos; Paneles de yeso.

Introdução

As empresas da construção civil têm passado por um momento de transição, desde o início do século XXI, sendo impulsionado por consumidores mais exigentes, aumento da concorrência e crescimento da eficiência do uso de recursos disponíveis. Dessa maneira, é essencial que as instituições foquem na melhoria da qualidade das edificações, aperfeiçoamento e modernização dos processos e da inovação, que resulta no desenvolvimento de novos produtos (Meireles et al., 2024).

De acordo com Pereira e Alencar (2019), é primordial investir em tecnologia para os três aspectos mencionados: aumento da qualidade, modernização e inovação. Essa análise torna

possível o uso e a implementação de materiais e processos contemporâneos e inovadores, resultando em construções de melhor qualidade, realizadas por meio de projetos ágeis e com custos mais baixos. Embora o setor de construção civil tenha se expandido, a alternativa é adotar tecnologias que proporcionem métodos mais eficientes, vantajosos e com menor produção de resíduos.

O gesso desempenha um papel fundamental nas obras, oferecendo uma alternativa eficiente para reduzir o déficit habitacional no Brasil. Como principal derivado da gipsita, um mineral cuja maior reserva mundial está situada no semiárido pernambucano, na região conhecida como Polo Gesseiro do Araripe, seu uso contribui para a modernização e otimização dos processos construtivos (Rocha, 2007). Diante do exposto, tais características contribuem fortemente para fazer do gesso um importante material de construção e potencial substituto para o cimento e seus derivados em muitas de suas aplicações.

Nesse contexto, o *drywall*, cuja tradução significa “Parede Seca”, surge como uma alternativa moderna e versátil, consistindo em uma técnica diferenciada e competitiva perante a maneira conservadora da construção convencional (Corrêa & Pinheiro, 2022). No mercado existem vários tipos de placas, mas as principais são: Standard (ST), utilizada para uso geral; Resistente à umidade (RU), para ambientes expostos à umidade; e Resistente ao Fogo (RF), para áreas que exigem maior resistência a incêndios.

De acordo com Guimarães et al. (2021), para se adequar à constante evolução do mercado, as empresas procuram cada vez mais pela atualização dos seus métodos de trabalho, devido ao aumento da competitividade, buscando melhorias das suas operações e processos para aumentar a produtividade e se manterem em alta no mercado. Nesse contexto, um dos pilares analisados pelas organizações é a qualidade e estabilidade dos seus processos.

Dado o cenário competitivo da construção civil, especialmente no setor de *drywall*, é fundamental garantir a padronização e a produtividade nos processos de produção. Segundo Wildauer e Wildauer (2015), a produtividade é um conceito essencial para todas as empresas que buscam atingir a máxima eficiência por meio da otimização de seus recursos. A engenharia de métodos, junto com as suas ferramentas de melhoria, surge como uma resposta às demandas do mercado atual, provocando o aperfeiçoamento dos processos (Santos, 2019; Mota, 2020).

Com base nos princípios do Sistema Toyota de Produção, qualquer operação passível de repetição deve ser padronizada. Para superar os desafios da padronização de processos, Barnes (1997) propõe o estudo de tempos e métodos, pois essa metodologia analisa todas as minúcias do processo produtivo. Assim, técnicas como a cronoanálise, mapeamento de processos e procedimentos operacionais padrão, são indispensáveis nessas circunstâncias. De acordo com Fellipe (2012), a cronoanálise desempenha um papel crucial no setor produtivo, pois, além de definir o tempo padrão, ela auxilia na organização dos processos e no acompanhamento da melhoria contínua (Fellipe *apud* Viana, Balbino & Duarte, 2015).

Logo, o presente trabalho teve como objetivo geral analisar como a aplicação da cronoanálise pode contribuir para otimizar a eficiência operacional do processo de embalagem em uma linha de produção de gesso acartonado, numa planta industrial localizada em Petrolina-PE.

Referencial teórico

Essa seção apresenta a base teórica do trabalho, ou seja, expõe os conceitos e abordagens técnicas ligados à temática da pesquisa.

Engenharia de Métodos

A Engenharia de Métodos, um dos pilares da Engenharia de Produção, tem as suas raízes nos estudos e contribuições de Frederick Taylor, Franklin e Lilian Gilbreth, que lançaram bases para otimização dos processos produtivos por meio da análise detalhada das tarefas. Eles são considerados os pioneiros dos estudos de métodos de trabalho (Duran, Cetindere & Aksu, 2015).

Nessa perspectiva, a Engenharia de Métodos busca a padronização e a otimização dos processos produtivos, através de uma análise detalhada das operações, eliminando atividades desnecessárias e estipulando métodos padronizados mais eficientes, produtivos e com um menor custo, fundamentados em registros e análise sistemática dos métodos existentes. Com base nisto, fica evidente que o conceito de Engenharia de Métodos e o estudo de tempos, movimentos e métodos estão intrinsecamente ligados (Moreira, 2008; Fernandes et al., 2019; Oliveira, Silva & Santos, 2022).

Estudo de Tempos

O estudo de tempos, pioneiramente elaborado por Frederick Taylor em 1881, buscou revolucionar a forma que as empresas eram gerenciadas, criando uma harmonia entre colaboradores e empresa. Correa (2023) aponta que esse estudo sistemático tem como objetivo principal racionalizar os métodos, padronizar os tempos e definir o melhor método e o de menor custo, ou seja, otimizar o processo em geral, estabelecendo o tempo gasto para um trabalhador qualificado e treinado executar a tarefa em um ritmo normal.

Barnes (1977) e Correa (2023) evidenciam que o estudo de tempos busca analisar não apenas o processo, mas também os equipamentos e ferramentas utilizados, identificando a técnica mais apropriada para executar cada atividade. Além de padronizar da melhor maneira e com o tempo padrão de cada uma delas, indo além da simples cronometragem.

Logo, o uso de técnicas específicas permite uma análise minuciosa de todas as operações que fazem parte do processo, identificando e eliminando aquelas que são vistas como desnecessárias e estabelecendo métodos de trabalho mais eficientes. (Santos et al., 2025). Para determinar o tempo padrão, a cronoanálise é um método indispensável. Como apontam Francischini (2010) e Oliveira (2018), essa técnica se baseia na análise de dados obtidos através da cronometragem, permitindo, com isso, perceber oportunidades de melhoria e determinar um tempo padrão para a atividade. As informações adquiridas nessa análise são de grande valor para a tomada de decisão. Diante da relevância da cronoanálise para a otimização dos processos, no próximo tópico trará mais detalhes sobre a técnica abordada.

Lopes (2017) aponta que essa técnica contribui significativamente para a racionalização da produção, não se limitando apenas à cronometragem das práticas, mas também diretamente ligada ao treinamento e desenvolvimento dos colaboradores, permitindo identificar oportunidades de melhorias e estabelecer metas de trabalho, incentivando a alcançar um desempenho superior, ou seja, uma maior eficiência. Ainda nessa ótica, Fellipe et al. (2012) ressaltam que a cronoanálise serve como uma ferramenta para determinar o tempo padrão da execução dos procedimentos e colabora consideravelmente para o desenvolvimento contínuo da organização. Conforme Dorigon (2011), essa análise possibilita analisar o fluxo do processo produtivo e propicia um balanceamento mais preciso das operações e otimização da sequência das atividades, retirando os gargalos e desperdícios ocorridos na linha produtiva.

Na mesma linha de raciocínio, Pessotti et al. (2015) e Barnes (1977) estabelecem que há uma série de etapas que devem ser aplicadas em conjunto na execução da cronoanálise, como: observação e registro detalhado das operações e do operador, fracionando-as em elementos menores, mensurar o tempo gasto pelo operador, determinar o tempo normal, avaliação do ritmo e do tempo de ciclo. Dessa maneira, o método de trabalho se torna mais eficiente, mais rápido, menos desgastante e com maior qualidade (Schapieski & Campos, 2013). Oliveira (2018) aponta que, com o uso do cronômetro como ferramenta principal, a cronoanálise permite a definição de dois indicadores fundamentais: o tempo normal e o tempo padrão, que são necessários para a realização do processo.

Para garantir a eficácia da cronoanálise, Barnes (1977) desenvolveu uma metodologia rigorosa composta de oito etapas, apresentada na figura 1. A realização dessa série assegura a padronização do processo e contribui para a obtenção de dados precisos e confiáveis. A seguir, essas etapas serão abordadas de forma individual para facilitar a compreensão e destacar como elas estão relacionadas entre si.

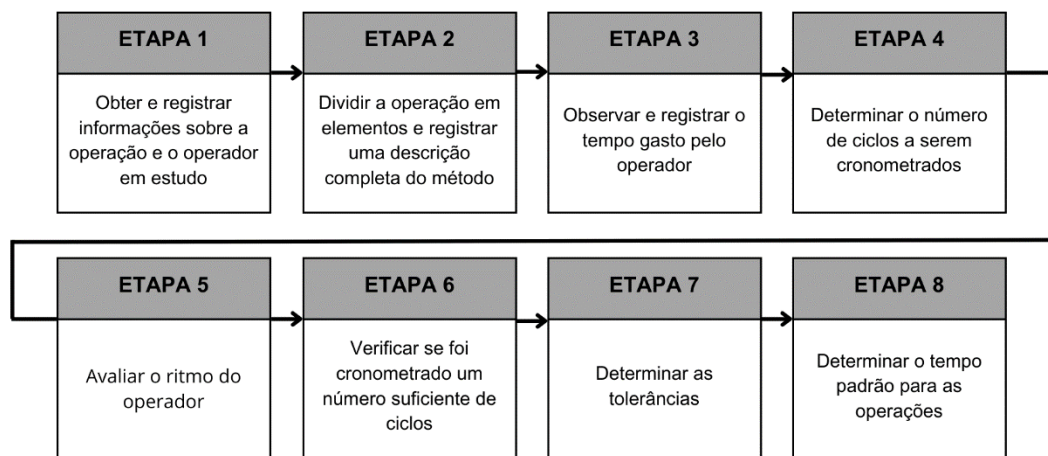


Figura 1- Etapas do processo de cronometragem

Fonte: Adaptado de Barnes (1977).

A primeira etapa refere-se à coleta de dados sobre a operação e o operador, como o produto, equipamentos utilizados, condições de trabalho e qualificações do operador. Esta é realizada na etapa 2, que tem como objetivo dividir a operação em etapas mais simples, facilitando uma análise individualizada de cada fase do processo. Feita a etapa dois, segue-se

para a cronometragem do tempo gasto em cada elemento da operação, sendo medido e registrado, consistindo na terceira etapa (Barnes, 1977).

Para esse propósito, os instrumentos necessários para o estudo de tempos são: cronômetro de hora centésima para registrar o tempo completo das micro-operações, uma câmera gravadora para registrar o audiovisual do movimento realizado, uma prancheta para apoiar o cronômetro e a folha de registros, sendo este o documento onde vai registrar os tempos e as observações a respeito do que está sendo cronometrado (Peinado & Graeml, 2007).

A etapa 4 é a que vai definir a quantidade de vezes que a atividade será cronometrada, dependendo da variabilidade e do nível de precisão que se deseja obter. Nessa mesma lógica, Peinado & Graeml (2007, p. 97) reiteram que “é obvio e intuitivo que apenas uma tomada de tempo não é suficiente para se determinar o tempo de uma atividade”, enfatizando que “é necessário que se façam várias tomadas de tempo (Eq. 1) para obtenção de uma média aritmética destes tempos”. Peinado & Graeml (2007) apresentam a Equação 1, que permite determinar a quantidade de ciclos a serem cronometrados.

$$n = \left[\frac{Z \times R}{Er \times d_2 \times X_{médio}} \right]^2 \quad (1)$$

Onde:

n = Número de ciclos a serem cronometrados;

Z = Coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada;

R = Amplitude da amostra (diferença entre o maior e o menor valor de tempo coletado);

Er = Erro relativo da medida;

d_2 = Coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente;

$X_{médio}$ = Média aritmética simples dos valores dos tempos coletados;

A Tabela 1 e a Tabela 2 apresenta os valores típicos dos coeficientes Z e d_2 necessários para aplicação da Equação 1:

Tabela 1

Valores de referência de Z para aplicação da cronoanálise

	Coeficientes de distribuição normal									
Probabilidade	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Fonte: Graeml & Peinado (2007)

Tabela 2

Valores de referência de d_2 para aplicação da cronoanálise

	Coeficiente d_2 para número de cronometragens iniciais									
N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
d_2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078	

Fonte: Graeml & Peinado (2007)

Nesse tipo de análise, a confiabilidade costuma estar entre 90% e 95%, enquanto o erro relativo aceitável varia de 5% a 10% (Peinado & Graeml, 2007). Na etapa 5 é analisado o ritmo do operador, para saber se ele atua em ritmo normal, acima da média ou abaixo da média. Sendo esta etapa fundamental para fazer ajustes nos tempos medidos. Após a finalização dessa etapa, a próxima consiste em verificar se os tempos de ciclo medidos foram suficientes. Em caso afirmativo, continua-se o processo.

Oribe (2008) indica os coeficientes para avaliar o ritmo do operador, indicados pela Tabela 3.

Tabela 3

Coeficiente para avaliação de ritmo

Habilidade			Esforço		
+ 0,15	A+	Excelente	+ 0,15	A+	Excelente
+ 0,13	A-		+ 0,13	A-	
+ 0,11	B+	Muito boa	+ 0,11	B+	Muito boa
+ 0,08	B-		+ 0,08	B-	
+ 0,06	C+	Boa	+ 0,06	C+	Boa
+ 0,03	C-		+ 0,03	C-	
0	Normal		0	Normal	
-0,05	E+	Regular	-0,05	E+	Regular
-0,10	E-		-0,10	E-	
-0,16	F+	Fraco	-0,16	F+	Fraco
-0,22	F-		-0,22	F-	

Fonte: Oribe et al. (2008)

A partir da Tabela 3, pode-se calcular o Fator de eficiência Ritmo do operador (FR), através da Equação 2:

$$FR = 1 + H + E \quad (2)$$

H = Habilidade

E = Esforço

Na etapa 7, é medido o tempo normal da operação para que sejam determinadas as tolerâncias. Nessas circunstâncias, Francischini (2010) salienta que o tempo normal se configura como o tempo necessário para um operador experiente executar a atividade em um ritmo comum. Esse valor, conhecido como tempo de operação, desconsidera qualquer interferência externa ao trabalho (Barnes, 1977).

O tempo normal é representado pela Equação 3:

$$TN = TC \times FR \quad (3)$$

Onde:

TN = Tempo Normal

Tc = Tempo cronometrado

FR = Fator de eficiência Ritmo do operador

Considerando que os operadores não realizam suas atividades de forma contínua, é necessário conceder-lhes margens de tolerância. Nesse contexto, existem duas categorias principais, conforme Barnes (1977): a chamada tolerância pessoal, relacionada ao tempo destinado às necessidades individuais, variando entre 2% e 5% da jornada diária, e a tolerância por fadiga, associada ao desgaste físico resultante do esforço realizado ao longo do expediente.

Para Oribe et al., (2008) o fator de tolerâncias pode ser calculado usando a Equação 4:

$$FT = 1 + (T1 + T2 + T3) \times T4 \quad (4)$$

Onde:

FT = Fator de tolerância;

$T1$ = Tolerância devido à natureza da atividade;

$T2$ = Tolerância devido a duração do ciclo;



T3 = Tolerância devido ao ambiente;

T4 = Tolerância devido a temperatura e umidade.

Os valores tabelados de cada fator encontram-se no Anexo B.

Para finalizar, na etapa 8, é medido o tempo padrão de acordo com os tempos medidos, o ritmo do operador e as tolerâncias, significando o tempo que um operador qualificado, em condições normais, levaria para executar a tarefa. De acordo com Santos et al. (2019), o cálculo é realizado multiplicando o tempo normal pelo fator de tolerância, a fim de compensar os períodos em que o operador não está efetivamente em atividade. Assim, a Equação 5 apresenta a fórmula do tempo padrão.

$$TP = TN \times FT \quad (5)$$

Onde:

TP = Tempo Padrão

TN = Tempo Normal

FT = Fator de Tolerância

Capacidade produtiva

Uma informação crucial sobre o processo é a capacidade produtiva, que, segundo Batista (2013), é quantidade máxima de bens ou serviços que ela pode produzir em um determinado período de tempo. Pode ser obtida pela equação 6:

$$CP = \frac{\text{horas de trabalho}}{TP} \quad (6)$$

Sendo:

CP = Capacidade produtiva

TP = Tempo padrão

A análise da capacidade produtiva está diretamente vinculada ao cálculo do tempo padrão de uma atividade, sendo, portanto, fundamental que seja realizada após a avaliação do tempo gasto na operação, utilizando técnicas de cronometragem (Drumond, 2020).

Balanceamento de linha

De acordo com Corrêa e Corrêa (2010), o balanceamento de linha consiste na distribuição eficiente das tarefas em cada estação de trabalho, visando reduzir os tempos desbalanceados e eliminar desvios na produção. Em outras palavras, o balanceamento de linhas equilibradas resulta em um fluxo contínuo e perfeito. Nesse contexto, Martins & Laugeni (2005) afirmam que o balanceamento começa com a definição do tempo de ciclo ou *takt time*. Para Sharpe e Moody (2003): “O tempo takt é o ritmo no qual o fabricante deve produzir um produto ou o provedor fornecer um serviço para satisfazer a demanda real do cliente.” O *takt time* é calculado dividindo-se o tempo operacional disponível líquido — ou seja, o tempo efetivo destinado à produção — pela quantidade total de unidades que precisam ser produzidas (Tapping & Shuker, 2010). Sendo assim, podemos definir o tempo *takt* como mostrado na equação 7:

$$takt\ time = \frac{tempo\ disponível\ de\ trabalho\ por\ turno}{demanda\ por\ turno} \quad (7)$$

Em seguida, é necessário determinar o número de postos de trabalho necessários para que a produção aconteça de forma teórica, o que pode ser calculado pela equação 8:

$$N_{min} = \frac{\sum t}{takt\ time} \quad (8)$$

Onde:

N_{min} = Número mínimo de postos;

$\sum t$ = Somatório dos tempos de operação;

Takt time = Frequência com que se deve produzir o produto.

Por último, a eficiência do balanceamento é calculada, sendo representada pela equação 9:

$$I_{eficiência} = 1 - \frac{\sum tempo\ livre}{N \times takt\ time} \quad (9)$$

Onde:

I eficiência= Eficiência do sistema;

Σ tempo livre= Somatório do tatk time menos o tempo de cada posto;

N = Número de postos;

Takt time = Frequência com que se deve produzir o produto.

Gori (2012) reforça a importância do estudo de balancear a linha produtiva: O balanceamento da linha de montagem, em uma empresa, proporciona a equalização entre os postos de trabalho, resultando na redução dos custos de produção e na obtenção de um fluxo contínuo, o que diminui as ociosidades operacionais.

Processo de fabricação do drywall

O processo de fabricação do *drywall* se inicia na extração do principal insumo utilizado, a gipsita. Trata-se de um mineral compacto de baixa dureza, tendo como fórmula química $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Baltar, Bastos & Luz, 2008). Depois de ser extraída, a gipsita passa por alguns outros processos para se adequar ao forno e à finalidade para a qual será utilizada, sendo as etapas de: (1) Britagem, (2) Moagem Grossa, (3) Estocagem, (4) Secagem, (5) Moagem Fina e (6) Acondicionamento. Após isso, passa-se pela etapa de calcinação, na qual a gipsita é submetida a altas temperaturas, onde ocorre o processo de desidratação e o minério perde uma molécula e meia de água, resultando no gesso em pó, que servirá como pilar da receita na produção das placas do tipo *drywall* (Barbosa, Ferraz & Santos, 2014).

Na linha produtiva, a etapa inicial é o estiramento do papel cartão, que será utilizado para revestir a placa (Ndukwe & Yuan, 2016). Logo após, ocorre a mistura do gesso em pó com água e aditivos em um misturador, para gerar a pasta que irá ao centro da placa, a qual é adicionada sobre o papel, que já está posicionado em uma esteira. Esse procedimento é o processo de laminação contínua, no qual a pasta adere ao cartão tanto quimicamente quanto mecanicamente, moldando os painéis (Bauer, 2012; Nakamura, 2013).

Deve-se ressaltar que durante o processo industrial de calcinação forma-se o hemidrato de sulfato de cálcio ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) — conhecido como gesso de Paris (Silva et al., 2009). Esse hemidrato, ao ser misturado com água, sofre uma reação exotérmica de reidratação, formando

novamente o dihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Quimicamente, trata-se da mesma fórmula da gipsita, mas o produto obtido não é considerado gipsita natural, pois apresenta estrutura cristalina e propriedades físicas distintas (Moreira, Neves & Pereira, 2016). A gipsita natural tem uma estrutura densa e cristalina, enquanto o produto reidratado nas placas de *drywall* é mais poroso e com menor resistência mecânica, sendo um material sintético com comportamento diferente, embora com a mesma composição química (Ferreira et al., 2015).

No momento subsequente, chamado de Transferência Úmida, é necessário determinar a espessura da placa. Esse processo é realizado por uma máquina de extrusão. Nessa operação, que ainda está em andamento, a mistura comporta-se como pasta, sendo necessário adicionar outra camada de papel no lado oposto, dando resultado na placa com duas folhas de papel aderidas em suas extremidades, que também já nascem com suas bordas formadas. Na extensão de uma mesa de formação, a mistura citada anteriormente reage, enrijecendo antes de chegar à guilhotina que realizar o corte no tamanho pré-estabelecido (Wojewoda & Rogalski, 2010).

Ao chegar na etapa de corte, o material já possui uma característica bem resistente e é cortado conforme padrões determinados. De forma consecutiva, inicia-se a entrada ao secador, que ocorre em diferentes grupos. Nessa fase, é extraída toda a água que ainda resta no interior da chapa (Losso, 2004). Posteriormente, é realizado o corte final de acabamento das bordas, realizado em pares, e após isso, agrupa-se as placas em *pallets*, enviando para a etapa de embalagem, que é realizada manualmente, seguindo-se para a etapa de estocagem e, mais adiante, encaminhadas aos locais de distribuição (Nakamura, 2013). As embalagens para *drywall* são projetadas para proteger as chapas e seus componentes durante o transporte e armazenamento, garantindo que cheguem ao destino em perfeito estado. As opções mais comuns incluem:

- *Filme Plástico (Stretch ou Termoencolhível)*: Envolve os *pallets*, protegendo contra umidade e sujeira (não é utilizado na fábrica de Petrolina).
- *Pallets de Madeira*: Proporcionam suporte e estabilidade, facilitando o transporte e o manuseio das chapas.
- *Cantoneiras de Papelão ou EPS*: Resguardam as bordas das chapas contra impactos e quebras.

- *Fitas de Poliéster ou PVC*: Utilizadas para amarração das chapas em pallets, garantindo maior segurança no transporte.

A escolha do método de embalagem pode variar conforme o fabricante, levando em consideração aspectos logísticos, a proteção contra danos e requisitos ambientais.

Metodologia

A sequência de atividades da pesquisa descreve as etapas dos objetivos específicos incluídas no trabalho, apresentadas na figura 5:

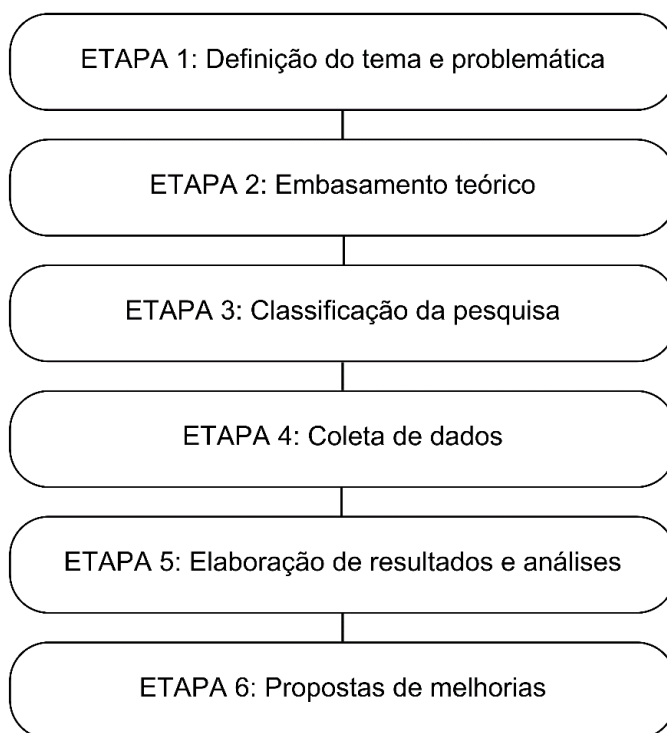


Figura 2: Etapas da pesquisa

Este estudo foi realizado em uma empresa do ramo da construção civil, instalada na cidade de Petrolina, região do Vale do São Francisco, no estado de Pernambuco (PE). A escolha do tema e problemática é uma etapa fundamental para direcionar toda a pesquisa e garantir que os objetivos sejam claros e alcançáveis. Essa escolha foi influenciada pela

experiência da autora em melhoria contínua e a busca por otimizar o processo produtivo de chapas de gesso. Além disso, ressalta-se que a análise da estabilidade do processo de embalagem se mostrou estratégica devido à empresa em questão ser o próprio local de estágio, fator primordial para a coleta de dados. E ao identificar oportunidades de melhoria e padronização, permite intervir diretamente no processo.

Para elaborar esse trabalho, foram consultados materiais diversos como: artigos publicados nacionais e internacionais, revistas, teses, livros e dissertações, com o objetivo de fundamentar a pesquisa em conhecimentos já existentes. Ademais, foram observados vários pontos cruciais, como a importância da otimização dos processos, avaliando o impacto de diferentes ações na melhoria e na redução de perdas. Esse embasamento teórico ajudará a definir os métodos e procedimentos que deverão ser adotados para progredir no estudo e na realização de um plano de ação. Na terceira etapa foi realizada a classificação da pesquisa, etapa crucial, pois ela orienta todas as etapas sucessivas, visto que ela define o tipo de pesquisa que será realizada e os métodos mais adequados para coletar e analisar os dados.

Para prosseguir com o estudo, foi feito o mapeamento do processo de embalagem, que ajudou a identificar as atividades presentes no processo e classificá-las com base no conceito de agregação de valor. Posteriormente, foram feitas conversas com os funcionários e logo após, a coleta de dados através de observações, equipadas com a utilização de cronômetro e folhas de observações, para realizar o registro das informações e possibilitar a mensuração do tempo decorrido por cada funcionário para realizar a operação. A cronoanálise permite identificar o tempo de ciclo, tempo de setup, número de operadores, *takt time* e o *lead time* do processo produtivo.

Após a coleta de dados, foi realizada uma análise detalhada do setor, com base nos dados coletados na cronoanálise. Essa análise considerou as condições dos postos de trabalho, os fluxogramas do processo e o desempenho dos funcionários, permitindo identificar gargalos, calcular a capacidade produtiva e otimizar os processos. Posteriormente, foi possível sugerir ações de melhorias que a organização poderá implementar para o aperfeiçoamento das suas condições de trabalho, aumento da sua produtividade e redução de desperdícios. Nessa fase, foram utilizadas ferramentas da qualidade adequadas para cada propósito. Para isso, foi

elaborado um plano de ação que detalhará o que deve ser feito para solucionar os problemas identificados.

Após a conclusão do estudo de tempos e métodos e a implementação das melhorias propostas, espera-se que diversos impactos positivos sejam observados, tanto no nível operacional quanto estratégico, como a otimização dos processos, diminuição dos gargalos e do tempo de ciclo, padronização dos processos e eliminação das variabilidades.

Resultados e discussão

Nesse capítulo serão apresentados os resultados obtidos por meio da cronoanálise, assim como as discussões sobre as melhorias para se alcançar um melhor aproveitamento do tempo disponível.

Da empresa estudada

O estudo foi aplicado em uma empresa localizada na cidade de Petrolina-PE, pertencente ao grupo Etex, líder mundial na produção de chapas construtivas e pioneiro no segmento de *drywall*. As chapas produzidas possuem alto desempenho, pois foram especialmente desenvolvidas para atender às exigências térmicas e acústicas, além de oferecer resistência a impactos, umidade e fogo. Sua fabricação segue os padrões estabelecidos pelas Normas ABNT NBR 14715 e 14716.

Escolha da família de produtos

Na empresa estudada, durante o período da pesquisa, o processo produtivo estava focado na fabricação da chapa STANDARD 12,5. Vale destacar que, além deste produto, a organização também produz outras chapas, como FGA, TOP, RU e PROMAPRO. O produto escolhido para a observação do processo foi a chapa STANDARD 12,5, uma das mais vendidas pela empresa.

Cronometragem das atividades

As informações para esta etapa da pesquisa foram obtidas no mês de março de 2025. Inicialmente, foram realizadas cronometragens preliminares com o objetivo de determinar o número necessário de ciclos por atividade, com base em parâmetros estatísticos previamente

estabelecidos. Somente após essa definição é que foi iniciada a coleta completa dos tempos operacionais de cada tarefa. Com os ciclos definidos, prosseguiu-se com o levantamento dos dados restantes, os quais foram fundamentais para a construção do mapeamento detalhado do processo.

Utilizando um cronômetro digital e uma prancheta com uma tabela específica para o registro das informações, foram realizadas 7 medições para cada um dos cinco processos que integram o sistema de embalagem do pallet de *drywall*. A Tabela 4 apresenta a relação dos tempos obtidos para as respectivas atividades.

Tabela 4
Tempos para definição do número de ciclos

Processos	Tempos coletados (segundos)						
	1	2	3	4	5	6	7
Etiqueta + portão de segurança	52,69	47,23	34,38	39,03	47,41	51,97	44,71
Pezinhos de madeira	75,36	70,02	56,33	76,30	83,27	55,48	56,27
Cantoneiras e apoios	83,80	108,01	81,42	86,88	110,02	99,88	79,31
Primeiras 3 fitas	203,31	192,10	179,26	218,95	224,89	249,38	223,35
Últimas 3 fitas	211,20	230,82	232,83	222,03	228,84	232,23	196,40

Posteriormente, foram determinados os valores das variáveis que compõem a Equação 01. Para isso, adotou-se um grau de confiança de 95%, conforme apresentado na Tabela 1, juntamente com o coeficiente de número de cronometragens da Tabela 2 e um erro relativo da medida de 5%. Com base nesses parâmetros, foram obtidos os dados apresentados na Tabela 5.

Tabela 5
Determinação do número de ciclos

Processos	Variáveis da Equação 01					
	\bar{x}	R	z (95%)	E_r	d_2	n
Etiqueta + portão de segurança	45,44	18,31	1,96	0,05	2,704	34,11
Pezinhos de madeira	67,73	27,79	1,96	0,05	2,704	35,37
Cantoneiras e apoios	92,72	30,71	1,96	0,05	2,704	23,05

Primeiras 3 fitas	213,03	70,12	1,96	0,05	2,704	22,77
Últimas 3 fitas	222,09	36,74	1,96	0,05	2,704	5,75

Portanto, para alcançar o número de ciclos estabelecido, foram registrados 36 tempos para cada atividade do processo, atendendo assim ao maior valor calculado para n e, conseqüentemente, para todos os demais. Esses novos dados obtidos estão apresentados da Tabela 9 a Tabela 12 do APÊNDICE A.

Através das cronometragens executadas inicialmente, foi estabelecido o número de coletas de dados necessário para a definição do tempo de ciclo de cada atividade do processo de arqueamento. Na Tabela 6 define-se a habilidade e esforço empregado nas atividades do processo, onde, por meio da Equação 03, foram calculados os tempos normais (TN) de cada atividade (Tabela 6).

Tabela 6
Determinação do Tempo Normal dos processos

Processo	Cálculo do Tempo Normal TN (s)				
	TC médio	Habilidade	Esforço	Eficiência	TN (s)
Etiqueta + portão de segurança	64,46	0	0	1	64,46
Pezinhos de madeira	66,93	0,03	0,03	1,06	70,94
Cantoneiras e apoios	98,93	0,03	0,03	1,06	104,86
Primeiras 3 fitas	212,33	0,11	0,06	1,17	248,43
Últimas 3 fitas	219,02	0,11	0,06	1,17	256,251
Total	-	-	-	-	744,94

De acordo com estes resultados, pode-se evidenciar a simplicidade da etapa de etiqueta, e que não exige muito esforço ou habilidade, pois essa etiqueta já vem impressa, sendo preenchida apenas com o horário e em seguida, colada no *pallet*. Já na segunda parte, a dos pezinhos de madeira, demonstrou um leve aumento no tempo devido à demanda por precisão, pois eles precisam estar alinhados com o *pallet* para garantir a estabilidade, exigindo atenção do operador e certa precisão manual do encaixe. Na etapa das cantoneiras, é uma tarefa mais detalhada que começa a consumir mais tempo e maior habilidade por envolver múltiplos itens, pois são quatro cantoneiras de papelão e os apoios para segurá-los no lugar enquanto realiza a

próxima etapa, estas devem ser posicionadas de maneira precisa e alinhada para que não haja intercorrências na etapa das fitas, como por exemplo, se a cantoneira ficar desalinhada, a fita irá amassá-la na hora que for lacrada.

Nas duas etapas de passar e lacrar as fitas, percebeu-se o esforço significativo exigido pelo uso de equipamentos (arqueadora) e a necessidade de habilidade técnica, construída pela experiência do operador, sendo a operação mais demorada pois divide-se em duas etapas, devido à falta de suportes suficientes, sugerindo maior complexidade e potencial para melhorias, vide plano de ação. As etapas críticas (passar a fita e lacrar), que totalizam aproximadamente 68% do tempo total, representam os maiores desafios no processo e são os principais alvos para otimização. Após a determinação dos tempos normais para cada etapa do processo, foi possível calcular o fator de tolerância, utilizando as tabelas do ANEXO B como referência. Com esses valores, foi determinado o tempo padrão para cada atividade.

A Tabela 7 exhibe os dados correspondentes a essas atividades.

Tabela 7
Determinação do Tempo Padrão de cada processo

Processos	Cálculo de Tempo Padrão TP (s)		
	TN (s)	Fator de Tolerância	TP (s)
Etiqueta + portão de segurança	64,46	1,23	79,54
Pezinhos de madeira	70,94	1,23	87,54
Cantoneiras e apoios	104,86	1,21	127,04
Primeiras 3 fitas	248,43	1,22	302,46
Últimas 3 fitas	256,251	1,22	311,99
Total	-	-	908,57

Diante do exposto, é possível notar, com a definição dos Tempos Padrões de cada atividade, que as operações passar as fitas e lacrá-las caracterizam-se como o gargalo da produção da célula analisada (embalagem), pois tem o maior TP do processo produtivo do arqueamento.

Nesta fase, a capacidade produtiva (CP) local por hora de cada processo, bem como a capacidade produtiva total, é calculada com base nos dados da Tabela 8 e na Equação 06. A Tabela 8 exhibe os valores obtidos para a capacidade produtiva por hora e por dia

Tabela 8
Determinação da Capacidade Produtiva

Processos	Cálculo da Capacidade Produtiva			
	TP (s)	Qnt. de Operadores	CP/hora	CP/dia
Etiqueta + portão de segurança	79,54	1	45,26	1086
Pezinhos de madeira	87,54	1	41,12	986
Cantoneiras e apoios	127,04	1	28,33	680
Primeiras 3 fitas	302,46	1	11,90	285
Últimas 3 fitas	311,99	1	11,54	276

Observa-se que as etapas de passar as fitas e lacrá-las possui a menor capacidade produtiva em comparação com as demais fases do processo, tornando-se, assim, o fator limitante do sistema e, conseqüentemente, o principal gargalo.

Para calcular o *takt time* da produção do *pallet*, foi utilizado a Equação 7, com o tempo disponível de trabalho diário é de 86.400 s e considerando a demanda da fábrica que produz em média 85,3 *pallets* de *drywall* por dia. Ressalta-se que a manutenção planejada ocorre em períodos previamente definidos, normalmente durante as férias da equipe de produção, de modo que não impacta o tempo operacional disponível. Além disso, a troca de turno é realizada sem interrupções na operação, mantendo a continuidade do processo produtivo. Logo, tem-se que:

$$takt\ time = \frac{86.400\ s}{85,3\ pallets} = 1012\ s\ por\ pallet$$

Assim, tem-se a frequência e/ou ritmo com que se deve embalar uma peça, no caso um *pallet* de *drywall*, baseado no ritmo de produção da empresa, para atender a demanda do cliente. A Figura 6 apresenta o tempo de ciclo versus o tempo total do processo, considerando as médias reais observadas.

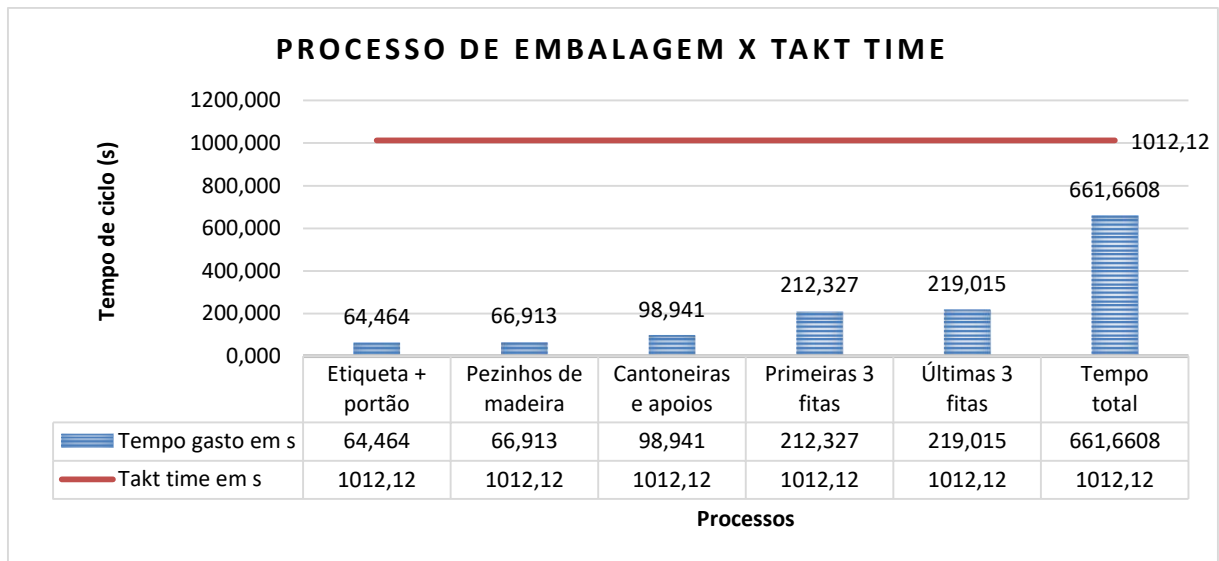


Figura 3: Tempo de ciclo do processo versus takt time

A partir do gráfico apresentado na Figura 6, nota-se que as operações estão abaixo do *takt time*, e mesmo com as ineficiências internas, indica que a capacidade produtiva é suficiente para atender à demanda projetada, sem comprometer prazos ou gerar acúmulos de tarefas, dando margem para melhorias sem afetar a operação. A análise mostra que o tempo padrão total (661 segundos) é menor que o *takt time* de 1.012 segundos. Isso significa que o processo de embalagem está dentro do tempo disponível para atender à demanda esperada. Em outras palavras, o ciclo pode ser realizado com folga em relação ao *takt time*, indicando que há capacidade operacional suficiente para manter a produtividade sem atrasos. Em seguida, foi realizado o cálculo do número de postos com base na equação 8:

$$N_{min} = \frac{661}{1012} = 0,65$$

O cálculo do número de postos revelou que o processo está equilibrado, indicando uma distribuição eficiente das atividades, isso significa que a alocação de recursos e a divisão do trabalho estão adequadas para atender à demanda sem sobrecarregar ou subutilizar etapas específicas.

$$I_{eficiência} = 1 - \frac{350,46}{1 \times 1.012,12} = 65\%$$

De acordo com o resultado obtido pela equação de eficiência (9), o setor de embalagem apresenta uma eficiência de apenas 65%. Isso indica que, apesar de atender à demanda atual, o

setor possui um potencial produtivo significativamente maior dentro do tempo disponível. Em outras palavras, o tempo de trabalho está sendo subutilizado, o que evidencia a existência de oportunidades para otimizar o desempenho operacional, reduzir desperdícios e melhorar o aproveitamento dos recursos disponíveis. Com a capacidade ociosa atual, é possível absorver picos de demanda sem investimentos em novos operadores ou equipamentos.

$$\text{Aumento potencial} = \frac{1.012,12 - 661,66}{661,66} \times 100 = \frac{350,46}{661,66} \times 100 = 52,97\%$$

De acordo com o cálculo de aumento potencial, com os números cronometrados atualmente, o setor de embalagem ainda possui potencial para produzir em até 52,97% mais do que é produzido hoje, demonstrando uma significativa margem de melhoria e aproveitamento da capacidade disponível.

Propostas de melhorias (plano de ação)

Nesta etapa do estudo, o objetivo é analisar os dados obtidos por meio da cronoanálise aplicada ao setor de embalagem de chapas de *drywall*, com foco na identificação de oportunidades de melhoria. Embora os tempos medidos estejam dentro da normalidade e não tenham sido observadas anomalias significativas no processo, os dados também não ultrapassam o takt time e essa etapa não representa um gargalo crítico na produção, mas ainda assim, existem oportunidades de melhoria para aumentar a eficiência e reduzir desperdícios.

Por essa razão, foi desenvolvido um plano de ação utilizando a ferramenta 5W1H (Quadro 7), com foco na otimização do processo, garantindo um fluxo produtivo mais eficiente e equilibrado, nesse caso exclui-se a questão do custo de cada ação, pois essa análise fica a sob análise da empresa.

Quadro 7

Plano de ação (5W1H)

O quê (what)	1. Criar um Procedimento Operacional Padrão (POP)	2. Treinamento dos operadores	3. Adquirir e instalar suportes de fita	4. Realizar estudo para rearranjar o local de uso das fitas	5. Implantar painel de indicadores visuais por turno	6. Implementação de 5S	7. Implementação de um Programa Kaizen de ideias
Por quê (why)	Assegurar que todos os operadores sigam as melhores práticas	Aumentar a produtividade e e reduzir o tempo ocioso e os desperdícios	Minimizar o tempo de arqueamento das fitas e a quantidade de movimento desnecessário dos operadores	Evitar acidentes e melhorar a organização e segurança do setor	Acompanhar em tempo real os resultados da produção e engajar os operadores no cumprimento das metas	Melhorar a organização do ambiente de trabalho e aumentar a produtividade do setor, além de estabelecer uma cultura de melhoria contínua	Fortalecer a cultura de melhoria contínua, valorizar o conhecimento dos colaboradores que estão na linha de frente das operações, aumentar o engajamento da equipe e identificar oportunidades de redução de custos e desperdícios
Onde (Where)	Setor de embalagem	Setor de embalagem	Setor de embalagem	Setor de embalagem	Setor de embalagem	Setor de embalagem	Toda a fábrica
Quem (Who)	Melhoria Contínua	Melhoria Contínua; Operadores; Supervisor de Produção	Melhoria Contínua	Melhoria Contínua e Segurança do Trabalho	Melhoria Contínua e Supervisores	Melhoria Contínua; Operadores e Supervisor de Produção	Melhoria Contínua
Quando	30 dias	Em até 20 dias	30 dias	60 dias	60 dias	60 dias	90 dias

(When)							
Como (How)	Através de observações e com base nos documentos adotados pela empresa	Realização de treinamentos práticos e teóricos com foco na otimização de movimentos e técnicas de redução de desperdícios, seguidos de acompanhamento contínuo.	Levantamento da quantidade ideal de suportes, compra do material e instalação nos postos de trabalho	Levantar alternativas de posicionamento (suportes e ganchos), validar com a equipe de segurança e implementar a melhor opção	Criação de um painel físico com os principais indicadores (volume produzido, retrabalho, eficiência 5S) e atualização a cada troca de turno	Garantir um ambiente organizado, limpo e seguro, através da metodologia	Por meio de um fluxo estruturado que envolve submissão de ideias, avaliação mensal, feedback, implementação, atribuição de pontos, resgate de prêmios e reconhecimento trimestral, com suporte de treinamentos e comunicação.

Ação 1: A criação do Procedimento Operacional Padrão (POP) combinada a Ação 2: Treinamento dos operadores, promove uma base sólida de padronização e capacitação, que é fundamental para garantir a execução consistente e eficiente dos processos. O POP assegura que todos sigam as melhores práticas, reduzindo erros e retrabalhos, enquanto o treinamento desenvolve as habilidades e o engajamento dos colaboradores, diminuindo o tempo ocioso e os desperdícios.

Juntas, essas ações fortalecem a disciplina operacional e o desenvolvimento contínuo da equipe, alinhando-se diretamente com a cultura da empresa que valoriza a excelência nos processos e o investimento no potencial humano, criando um ambiente de trabalho onde a melhoria contínua e a qualidade são prioridades permanentes.

A ação que gera maior ganho imediato é a Ação 3: Adquirir e instalar suportes de fita para minimizar o tempo de arqueamento das fitas e a quantidade de movimento desnecessário dos operadores. Atualmente, o setor conta com apenas 3 suportes para fitas, o que obriga os operadores a dividirem o processo em duas etapas para realizar a embalagem. Isso gera desperdício de tempo e movimento desnecessário, reduzindo a eficiência operacional.

Aumentar a quantidade de suportes de fita permitirá que o processo seja realizado de forma contínua, sem interrupções, diminuindo o tempo total do ciclo e o esforço físico dos operadores. Isso porque trata-se de uma intervenção prática e direta que reduz o tempo perdido em movimentos ineficientes, aumentando rapidamente a produtividade dos operadores com um investimento relativamente baixo e implementação rápida.

Atualmente, os suportes de fita estão posicionados no chão, o que faz com que as fitas, durante o uso, caiam e fiquem espalhadas na área de circulação dos operadores. Essa situação cria um risco significativo de acidentes, como tropeços e quedas, que podem causar lesões aos colaboradores e interromper o fluxo produtivo. Ao realizar um estudo para reorganizar o local de uso das fitas, denominada na Ação 4, a empresa poderá eliminar esses riscos, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro e organizado.

O impacto dessa ação é especialmente relevante no quesito segurança, pois reduz a probabilidade de acidentes, protege a integridade física dos colaboradores e contribui para a conformidade com normas de segurança do trabalho.

As ações 5, 6 e 7 — implantação do painel de indicadores visuais, implementação do 5S e programa Kaizen de ideias — são tarefas simples, de rápida execução, que têm um impacto significativo na operação e estão profundamente alinhadas com a cultura da empresa. O painel de indicadores visuais promove transparência e engajamento ao permitir o acompanhamento em tempo real dos resultados, estimulando o cumprimento das metas e a responsabilidade coletiva. A implementação do 5S fortalece a organização, limpeza e disciplina no ambiente de trabalho, criando uma base sustentável para a melhoria contínua e a eficiência. Já o programa Kaizen institucionaliza a participação ativa dos colaboradores na busca por soluções inovadoras e na eliminação de desperdícios, valorizando o conhecimento da equipe de linha de frente. Juntas, essas ações reforçam a cultura da empresa, que valoriza a melhoria contínua, o trabalho em equipe e o compromisso com a excelência operacional.

Como principal resultado da análise realizada, foi elaborado um Procedimento Operacional Padrão (POP) para o processo de embalagem de chapas de drywall. O objetivo do POP é padronizar as atividades executadas pelos operadores, reduzir a variabilidade do processo, minimizar desperdícios e melhorar a eficiência operacional.

Ressalta-se que o presente POP tem caráter sugestivo e não é de adoção obrigatória pela empresa, sendo uma proposta técnica fundamentada nos dados obtidos durante a pesquisa. Destaca-se ainda que, para assegurar a confidencialidade do processo interno da empresa, as imagens do processo exposto no POP foram omitidas deste documento.

A seguir, apresenta-se o POP proposto com base nas observações e na análise das boas práticas obtidas durante a pesquisa, sendo este alinhado aos princípios de padronização e melhoria contínua promovidos pela empresa.














Petrolina		Embalamento			
Sequência ref:	1	Nome da sequência:	Embalagem do pallet	Tempo :	3' 30"
Área:	Arqueamento	Data de criação:	15/04/2025	EPI necessário:	
Arqueamento do pallet					
Passos	Operação	Dicas	Pontos chaves e observações	Por que é necessário?	Imagens
1.1	Preencher a etiqueta de identificação		Indicado na fig. nº 1	Para que o pallet esteja devidamente identificado com o dia e horário da produção	 
1.2	Colar etiqueta de identificação na lateral do pallet		Indicado na fig. nº 2		
1.3	Fechar o portão de segurança		Indicado na fig. nº 3	Para que não ocorra acidentes com empilhadeiras	 
1.4	Colocar ferramentas em cima do pallet		Máquina arqueadora e suportes (Indicados na fig. nº 4)		
1.5	Colocar os pezinhos de madeira no suporte		Indicado na fig. nº 5	Para que o pallet consiga ser sustentado	
1.6	Colocar as 4 cantoneiras no pallet		Indicado na fig. nº 6	Para que as extremidades das placas fiquem protegidas	 
1.7	Colocar suportes no cantos inferiores das cantoneiras		Indicado na fig. nº 7	Para que as cantoneiras não se soltem durante o arqueamento	
1.8	Passar as 3 fitas de poliéster por baixo dos 3 pezinhos esquerdos		Indicado na fig. nº 8		 
1.9	Lacrar as 3 primeiras fitas com a máquina arqueadora		Indicado na fig. nº 9	Para que os pezinhos e as cantoneiras estejam devidamente lacrados	
1.10	Passar as 3 fitas de poliéster por baixo dos 3 pezinhos direitos		Indicado na fig. nº 10		 
1.11	Lacrar as 3 últimas fitas com a máquina arqueadora		Indicado na fig. nº 11	Para que os pezinhos e as cantoneiras estejam devidamente lacrados	
Pré-requisito para aplicar a norma (treinamento em software, know-how interno, permissão de trabalho, ...): Nenhum		Ferramentas e equipamentos necessários: Papel etiqueta, Pincel piloto, Pezinhos de madeira, Cantoneira de papelão, Fita poliéster, Apoios de ferro e Máquina arqueadora			

Figura 4 – Procedimento Operacional Padrão Proposto

Considerações finais

A partir do mapeamento do processo de embalagem, foi possível identificar as etapas críticas da operação, destacando-se a passagem e o lacre das fitas, que representaram, em conjunto, cerca de 68% do tempo total da atividade. A cronoanálise revelou um índice de

eficiência do sistema de 65%, demonstrando significativa margem para intervenções de melhoria, com potencial de aumento da produtividade em até 52,97%. Embora o processo de embalagem não comprometesse o desempenho global da linha de produção, os dados evidenciam que havia um espaço considerável para otimização, especialmente em relação à padronização das atividades e ao melhor aproveitamento dos recursos operacionais.

Com base nos resultados obtidos, foram propostas soluções práticas e viáveis, como a implantação de um Procedimento Operacional Padrão (POP), o uso de suportes para bobinas de fita com acesso facilitado, treinamentos regulares com os operadores, e a implementação de ferramentas da qualidade como o 5S e o Kaizen. Tais iniciativas visam padronizar as operações, reduzir a variabilidade do processo e promover um ambiente de trabalho mais organizado, ergonômico e produtivo.

As análises realizadas permitiram concluir que a aplicação das ferramentas da engenharia de métodos, aliada ao estudo sistemático dos tempos operacionais, tem grande potencial para transformar a realidade de setores produtivos com atividades manuais, como o de embalagem de *drywall*. A racionalização das tarefas, aliada à definição de tempos padrão e ao controle mais rigoroso da execução, contribui diretamente para o aumento da eficiência operacional e redução de desperdícios, alinhando-se às premissas da manufatura enxuta e da melhoria contínua.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a ampliação da análise para outros setores da linha de produção, bem como a integração de métodos complementares, como o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) e o balanceamento de linha. Além disso, a aplicação de ferramentas de análise de causa raiz, como o diagrama de Ishikawa ou os 5 Porquês, poderá contribuir para a identificação de origens específicas de ineficiências observadas no processo analisado. Tais abordagens poderão oferecer uma visão mais abrangente do sistema produtivo, contribuindo para decisões estratégicas mais assertivas, sustentáveis e orientadas para a excelência operacional.

Referências

Associação Brasileira dos Fabricantes de *Drywall*. (2011). *Resíduos de Gesso na Construção Civil – Coleta, Armazenagem e Destinação para Reciclagem* – 2ª edição. São Paulo – SP.

- Baltar, C. A. M., Bastos, F. F., & Luz, A. B. (2008). Gipsita. *Rochas e Minerais Industriais – CETEM*.
- Barbosa, A. A., Ferraz, A. V., & Santos, G. A. (2014). Caracterização química, mecânica e morfológica do gesso β obtido do polo do Araripe. *Cerâmica*, v. 60, p. 501-508.
- Barnes, R. M. (1977). Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho. Tradução da 6ª edição americana. São Paulo: *Blucher*, 648p.
- Barnes, R. M. (1982). Estudo de movimentos e de tempos. São Paulo: *Edgard Blücher*, 6ª ed., 1982.
- Bauer, L.A.F. (2012). Materiais de construção. *LTC*. 5.ed. revisada. Rio de Janeiro.
- Corrêa, H. L., & Corrêa, C. A. (2010). Administração de produção e operações: manufatura e serviços, uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas.
- Corrêa, L. M. A., & Pinheiro, E. C. N. M. (2022). Processo executivo de *Drywall* – estudo de caso com aplicações em edificação na cidade de Manaus - AM. *Brazilian Journal of Business*, [S. 1.], 4(2), p. 969–987.
- Dorigon, V. C. (2011). Cronometragem na costura. *Revista: O Confeccionista*, Ano I n.1, Fevereiro/Março.
- Drumond, G. S., Costa, R. A., Neto, L. G., Alves, F. D., & Silva, M. V. D. (2020). Análise da capacidade operacional de um processo logístico ferroviário através do estudo de tempos e movimentos. *Tecno-Lógica*, 24, 355-367. <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v2i0.15842>
- Duran, C., Cetindere, A., & Aksu, Y. E. (2015). Productivity Improvement by Work and Time Study Technique for Earth Energy-glass Manufacturing Company. *Procedia Economics and Finance*, 26 (15), p. 109–113.
- Fellipe, A. D., Custodio, M. R., Dolzan, N., & Teixeira, E. S. M. (2012). Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil. *Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGET, IX.*, 2012, Resende, Rio de Janeiro, SEGET, 2012.
- Fernandes, C. H. A., Silva, A. C. G. C., Ferraz, A. V., & Santos, P. V. S. (2019). Aplicação da metodologia DMAIC para redução dos desperdícios em uma indústria de gesso do interior de Pernambuco, Brasil. *NAVUS Revista de Gestão e Tecnologia*, 11, p. 01-19.
- Ferreira, H. C., Lima, T. R., & Nascimento, A. R. (2015). Aplicações da gipsita e propriedades do gesso reidratado em sistemas construtivos. *Revista Técnico-Científica do CREA-PE*, Recife, 11(1), p. 45-52.
- Fontoura, W. C. (2016). Análise da aplicação da ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor Estendido (E-VSM) na identificação de melhorias na cadeia de suprimentos: o caso de uma indústria de materiais elétricos. Dissertação de mestrado - Mestre em Ciências (M.Sc.) em Logística e Pesquisa Operacional. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Francischini, P. G. (2010). Estudo de tempos. In: Contador, J. C. (Coord.). *Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa*. 3. ed. São Paulo: *Blucher*.
- Gori, R. M. (2012). O balanceamento de uma linha de montagem seguindo a abordagem Lean Manufacturing. *ENEGEP*. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul.
- Guimarães, M. M., Gonçalves, J. R. M. R., Norte, L. C., & Da Silva Martins, F. B. (2021). Comparação das características físicas e financeiras entre os sistemas de vedação *drywall* e

- alvenaria convencional-estudo de caso. *Brazilian Journal of Development*, 7(5), p. 48760-48775.
- Lopes, L. C. (2017). *Um estudo de caso em uma indústria química*. Universidade Federal de Uberlândia.
- Losso, M. (2004). Gesso acartonado e isolamento acústico: teoria versus prática no Brasil. São Paulo: *claCS*, p.3-12.
- Martinelli, F. B. (2009). *Gestão da qualidade total*. São Paulo: *Iesde*.
- Martins, P. G., & Laugeni, F. P. (2005). *Administração da produção*. 2. ed. São Paulo: Saraiva.
- Meireles, H. A., Galvão, S. P., Ferreira Júnior, J. T., Vêras, J. C., & Borgatto, A. V. A. (2024). Impactos da metodologia BIM no planejamento e gerenciamento de empreendimentos. *Revista de Gestão e Secretariado*, [S. l.], 15(3), p. e3611.
- Moreira, D. A. (2008). *Administração da produção e operações*. 2. ed. rev. amp. São Paulo: *Cengage Learning*.
- Moreira, A. P., Neves, G. A., & Pereira, M. A. (2016). Caracterização física e mineralógica do gesso produzido a partir da gipsita do Araripe. *Revista Matéria*, Rio de Janeiro, 21(3), p. 663-675.
- Mota, R. dos S. (2020). *Aplicação dos Conceitos de Engenharia de Métodos e análise da produtividade em uma empresa familiar: Estudo de caso em uma fábrica de biscoitos*. Universidade Federal de Alagoas, Penedo-AL.
- Nakamura, J. (2013). Elementos que compõem uma parede de *drywall*. *Revista Equipe de Obra*, 64.
- Ndukwe, I., & Yuan, Q. (2016). *Drywall (Gyproc Plasterboard) Recycling and Reuse as a Compost-Bulking Agent in Canada and North America: A Review*. *Recycling*, 1, p. 311–320.
- Oliveira, G. N. (2018). *Tempo padrão: cenários do passado, presente e hipóteses para o futuro*. 2018. 14f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante de Engenharia Mecânica). - Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté, Taubaté-SP.
- Oliveira, T. C. T. de. (2019). *Aplicação do Controle Estatístico de Processo: Estudo de caso em uma empresa fabricante de chapas de gesso tipo Drywall*. Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro-BA.
- Oliveira, T. C. T. de, Silva, A. C. G. C., & Santos, P. V. (2022). Aplicação do Controle Estatístico de Processo: Estudo Aplicado Em Fabricante de Chapas de Gesso Drywall. *Revista De Engenharia E Pesquisa Aplicada*, 8(1), 59-66. <https://doi.org/10.25286/rep.v7i1.2191>
- Oribe, Y. C., Olivera Neto, G., Morais, M. L., & Magalhães, V. F. (2008). Avaliação da Capacidade de Produção Cronoanálise Industrial. Apostila Qualypro.
- Peinado, J., & Graeml, A. R. (2007). *Administração da Produção*. Curitiba: *Unicenp*.
- Pereira, A.R., & Alencar, E.A.B. (2019). Análise do uso das novas tecnologias na construção civil. Artigo apresentado no Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Norte – Uninorte.
- Pessotti, R. Q., Chagas, T. Da S., & Morte, J. A. B. (2015). Aplicação da cronoanálise e de ferramentas da qualidade como meio para o aumento da produtividade em uma empresa do ramo moveleiro. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, XXXV*, Fortaleza, 2015.

- Rocha, C. A. L. (2007). O gesso na indústria da construção civil: considerações econômicas sobre utilização de blocos de gesso.
- Santos, P. V.S. (2019). Previsão da demanda como suporte à filosofia lean. *Exacta*, 18(1), 226–243. <https://doi.org/10.5585/exactaep.v18n1.8935>
- Santos, P. V. S., Ferraz, A. V., & Silva, A. C. G. C. (2019). Utilização da ferramenta mapeamento de fluxo de valor (MFV) para identificação de desperdícios no processo produtivo de uma empresa fabricante de gesso. *Revista Produção Online*, 19, p. 1197-1230.
- Santos, P.V.S., Souza, J. A. F., Silva, E. C., & Fernandes, C. H. A. (2020). Integração do índice OEE e o método Heijunka: uma análise sobre uma possível relação. *Journal of Lean Systems*, 5, p. 1-25.
- Santos, P. V. S., Silva, E. C., Rocha, I. T. P., & Araújo, M. A. (2025). Análise de variância como suporte para a Filosofia Lean na fabricação de gesso. *Revista Gestão em Análise (REGEA)*, 14, p. 104-119.
- Schapiieski, J. C., & Campos, P. C. (2013). Padronização de tempos e métodos nas atividades de classificação, empacotamento e armazenagem na cooperativa de cidadania e meio ambiente. *Extensão Em Foco (ISSN: 2317-9791)*, 1(1), 34–43.
- Schumacher, A. J. (2000). *Padronização de Processos Produtivos (gestão da Qualidade Total – TQC), a Busca pela Confiabilidade e Maior Competitividade no Mercado, e, seus Reflexos Sociais*. UNIOEST/Campus de Toledo.
- Silva, M. A. R., Santos, F. S., & Costa, G. M. da. (2009). Transformações térmicas da gipsita: caracterização do hemidrato e do anidro. *Cerâmica*, São Paulo, 55(334), p. 194-200.
- Souza Junior, W. W. R., Santos, P. V. S., Silva, A. C. G. C., & Amaral, T. M. (2022). Abordagem matemática aplicada à problemática de escolha de fornecedor de Allium cepa. *NAVUS Revista de Gestão e Tecnologia*, 12, p. 01-19.
- Tapping, D., & Shuker, T. (2010). *Lean Office: Gerenciamento do Fluxo de Valor para áreas Administrativas*. 1. ed. São Paulo: Leopardo Editora, 186 p.
- Viana, J. R., Balbino, W., & Duarte, J. A. (2015) Os benefícios da implantação da cronoanálise. *Enegep*, Fortaleza.
- Vieira, R. R. S. (2014). *Estudo de métodos e tempos numa empresa de panificação localizada em Mossoró/RN*. 2014. 82f. Monografia (Graduação em Bacharelado em Ciência e Tecnologia). - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró/RN.
- Wildauer, E. W. & Wildauer, L. D. B. S. (2015). Mapeamento de processos: conceitos, técnicas e ferramentas. Curitiba: *InterSaberes*.
- Wojewoda, K. & Rogalski, P. (2010). *Identification of materials used in Technology of Interior Drywall Systems*. Instytut Technologii Eksploatacji – Panstwowy Instytut Badawczy. Polônia.

APÊNDICE A — TABELA DE TEMPOS CRONOMETRADOS

PROCESSO Tempo (s)	Etiqueta + portão de segurança	Pezinhos de madeira	Cantoneiras e apoios	Primeiras 3 fitas	Últimas 3 fitas
1	87,51	82,77	102,08	198,01	215,75
2	77,18	40,22	124,28	229,5	207,74
3	92,57	90,81	102,08	207,9	234,75
4	68,67	79,85	109,46	206,24	209,66
5	51,24	92,19	113,04	219,64	228,65
6	85,82	65,19	109,37	222,72	218,67
7	52,78	48,36	119,85	248,63	242,69
8	69,36	70,4	105,69	236,91	216,13
9	55,33	97,91	84,87	221,87	205,32
10	66,76	79,19	86,07	201,93	220,59
11	72,75	53,88	74,2	220,8	244,7
12	68,55	34,92	119,57	235,56	228
13	36,33	85	100,2	213,49	229,47
14	36,3	95,71	106,95	243,13	244,61
15	74,98	77,02	89,74	211,57	225,7
16	62,93	96,4	86,13	242,13	211,29
17	94,67	57,68	92,82	208,72	228,81
18	64,21	50,24	99,22	217,01	189,25
19	53,19	66,73	84,5	218,61	228,84
20	70,15	48,67	82,71	221,15	182,69
21	76,96	67,32	102,11	214,52	181,87
22	83,62	84,87	93,38	214,65	217,32
23	61,29	86,85	82,64	200,18	199,64
24	45,56	64,06	85,66	211,07	202,97
25	70,74	48,89	101,27	212,2	226,24
26	81,58	60,13	106,51	204,6	211,1
27	90,34	49,2	97,18	210,47	220,52
28	49,67	64,31	115,24	192,64	220,9
29	93,23	68,61	94,2	204,63	215,22
30	64,53	57,15	100,26	206,05	271,26
31	60,73	60,85	95,68	219,55	198,86
32	45,97	58,47	76,77	190,1	235,19
33	45,37	90,21	98,16	211,51	176,56
34	86,98	50,87	100,86	248,81	187,83
35	46,35	49,27	59,38	216,85	234,68
36	45,18	71,06	87,76	183,12	204,89
37	64,31	49,27	118,28	176,88	212,55
38	68,26	72,53	117,09	224,32	200,14
39	64,18	67,7	107,23	206,05	204,35
40	65,25	63,05	97,03	169,37	221,12
41	73,19	67,67	83,78	180,61	189,66
42	59,63	74,1	67,2	198,61	224,16
43	75,58	56,05	111,06	208,94	260,37

44	49,46	55,26	121,89	211,2	216,72
45	35,48	70,05	106,85	231,98	205,1
46	72,25	83,15	105,66	203,38	248,37
47	51,84	62,52	108,71	245,17	245,42
48	38,06	64,46	118,85	234,06	241,34
49	59,06	63,08	106,63	193,24	266,93
50	52,31	63,8	98,16	196,91	199,11
51	69,11	55,26	87,01	181,84	216,22
Média	64,46	66,93	98,93	212,33	219,02

ANEXO A - TABELAS UTILIZADAS PARA CÁLCULO DO FATOR DE TOLERÂNCIA

Tabela 13: Tolerância devido à natureza da atividade (T1)

Posição	Posição	Esforço Físico em Kg – Porcentagem de Descanso													
		0,1 a 1,0	1,1 a 3,0	3,1 a 6,0	6,1 a 10,0	10,1 a 15,0	15,1 a 20,0	20,1 a 25,0	25,1 a 30,0	30,1 a 35,0	35,1 a 40,0	40,1 a 45,0	45,1 a 50,0	50,1 a 55,0	55,1 a 60,0
		8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
		11	12	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35
		13	14	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37
		15	16	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
		17	18	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41
		19	20	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43
		24	25	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
		26	27	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
		28	29	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52
		33	34	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57
		40	41	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64

	De pé		Sentado		Inclinado para frente		De joelhos corpo na horizontal
	De pé com braço levantado		Inclinado, braços quase no chão		Deitado com costas para cima		Deitado com as costas para baixo

Fonte: Oribe et al. (2008)

Tabela 14: Tolerância devido a duração do ciclo (T2)

Duração do Ciclo (em minutos)	Descanso (%)
00,01 a 00,05	10
00,06 a 00,10	7,8
00,11 a 00,25	5,4
00,26 a 00,50	3,6
00,51 a 01,00	2,1
01,01 a 04,00	1,5
04,01 a 08,00	1,0
08,01 a 12,00	0,6
12,01 a 16,00	0,3
16,01 a cima	0,1

Fonte: Oribe et al. (2008)

Tabela 15: Tolerância devido ao ambiente (T3)

Ambiente	Descanso (%)
Ruído intermitente	2
Ruído constante	4
Ruído constante e muito alto	5
Poeira	9
Gases	5
Iluminação abaixo do recomendado	2
Iluminação muito abaixo do recomendado	5
Poço ou vala	5
Andaimes (pôr andar)	2
Alta tensão	2

Percentual (%) de descanso devido a agentes do ambiente

Fonte: Oribe et al. (2008)

Tabela 16: Tolerância devido a temperatura e umidade (T4)

Temperatura Umidade	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
0				1,00	1,04	1,10	1,22	1,33	1,45	1,55	1,65	1,75	1,83	1,95	2,05
10				1,04	1,07	1,19	1,30	1,45	1,60	1,70	1,83	1,98	2,15	2,30	2,32
20			1,00	1,07	1,15	1,30	1,45	1,60	1,75	1,90	2,10	2,30	2,62	2,94	3,28
30			1,04	1,10	1,25	1,41	1,60	1,75	1,90	2,15	2,39	2,75	3,12	3,50	3,90
40		1,00	1,07	1,19	1,37	1,55	1,75	1,98	2,20	2,55	2,90	3,35	3,73	4,12	4,50
50		1,04	1,10	1,25	1,50	1,70	1,90	2,20	2,55	2,94	3,40	3,90	4,20	4,60	5,30
60		1,07	1,17	1,37	1,65	1,83	2,10	2,47	2,90	3,35	3,80	4,20	4,90	5,40	
70	1,00	1,10	1,25	1,50	1,75	2,00	2,36	2,80	3,35	3,90	4,30	5,40			
80	1,04	1,17	1,37	1,65	1,90	2,20	2,62	3,12	3,66	4,20	4,70	5,40			
90	1,07	1,23	1,45	1,75	2,06	2,47	3,00	3,50	4,00	4,60	5,10				
100	1,10	1,30	1,60	1,90	2,30	2,80	3,35	3,90	4,50	5,30					

Fonte: Oribe et al. (2008)