

Análise Comparativa entre Tempo Padrão Estimado através do MOST e aferido via Cronoanálise: um estudo de caso na indústria automotiva

Renato de Albuquerque Maia (UFBA) *renatoamaia@hotmail.com*
Maria Silene Alexandre Leite (UFPB) *mariasileneleite@hotmail.com*
João Pereira Leite (UFPB) *joao.leite100@yahoo.com.br*

Resumo

A indústria automotiva opera em um ambiente global altamente competitivo, onde a precisão na definição dos tempos padrão é crucial para o planejamento da capacidade produtiva e a competitividade. Este artigo tem como objetivo mensurar a diferença percentual entre o tempo padrão estimado pelo sistema MOST (*Maynard operation sequence technique*) e o tempo padrão aferido por cronoanálise para um produto específico (FSB) em uma fabricante de autopeças do Nordeste brasileiro. A metodologia consistiu em um estudo de caso exploratório, com coleta de dados quantitativos por meio da aplicação do MOST, seguindo procedimentos padronizados da empresa, e da cronoanálise, envolvendo filmagem de ciclos, avaliação de ritmo (Sistema Westinghouse) e cálculo do tempo padrão. Os resultados indicaram que o tempo padrão estimado pelo MOST (23,80 minutos) foi 27,61% superior ao definido pela cronoanálise (18,65 minutos), com variações significativas entre os tipos de costura. Conclui-se que a superestimação do tempo pelo MOST pode impactar negativamente a competitividade da empresa, sugerindo a necessidade de revisão da metodologia atual.

Palavras-Chaves: *Tempo Padrão, MOST, Cronoanálise, Indústria Automotiva.*

Abstract

The automotive industry operates in a highly competitive global environment, where the accuracy in defining standard times is crucial for production capacity planning and competitiveness. This paper aims to measure the percentage difference between the standard time estimated by the MOST (*Maynard operation sequence technique*) system and the standard time measured by stopwatch time study for a specific product (FSB) in an automotive industry in the Brazilian Northeast. The methodology consisted of an exploratory case study, with quantitative data collection through the application of MOST, following the company's standardized procedures, and stopwatch time study, involving cycle filming, pace rating (Westinghouse System), and standard time calculation. The results indicated that the standard



time estimated by MOST (23.80 minutes) was 27.61% higher than that defined by stopwatch time study (18.65 minutes), with significant variations between types of seams. It is concluded that the overestimation of time by MOST can negatively impact the company's competitiveness, suggesting the need for a revision of the current methodology.

Keywords: *Standard Time, MOST, Time Study, Automotive Industry.*

1. Introdução

A competição é altamente intensa para uma indústria global como a automotiva (Saidani *et al.*, 2018). A produção automotiva tem visto um aumento substancial na demanda e a quantidade de empresas tentando reduzir custos e melhorar a eficiência da produção aumentou, o que levou a um ambiente muito turbulento entre as montadoras (Bajger, 2018).

Uma técnica importante dessa abordagem são os estudos de tempos e movimentos. Segundo Tálamo (2022), trata-se do exame exaustivo do tempo e dos movimentos realizados nos postos de trabalho, identificando áreas para melhoria na execução das tarefas produtivas. Este processo fornece insights confiáveis sobre quanto tempo as pessoas ou atividades estão sendo realizadas para fornecer o tempo padrão, a base de um plano detalhado para controle/planejamento, que é o método básico para realizar as operações específicas. Importante, o Estudo de Tempos e Métodos atua como uma boa ferramenta para auxiliar na melhoria contínua e construir a vantagem competitiva para as empresas em geral.

A estimativa de custos para lançamentos de novos produtos costuma ser feita ainda na fase de planejamento. Nessa etapa, o projeto também carrega riscos relacionados à avaliação de custos, devido às incertezas próprias do processo de desenvolvimento. Quando os dados disponíveis não são precisos, os valores estimados para a introdução de um novo produto podem ficar bem distantes da realidade, e esse tipo de erro pode até inviabilizar o lançamento (Chwastyk; Kolosowski, 2014).

Por isso, é fundamental que os tempos produtivos definidos reflitam com exatidão a realidade futura dos postos de trabalho. Assim, a tomada de decisões e a alocação de recursos se baseiam em dados concretos, e não em estimativas descoladas da prática (Oliveira; Figueiredo, 2018).

Uma indústria do setor automotivo e manufatureiro no Brasil utiliza o sistema MOST para estimar o tempo padrão de seus produtos. Existe uma metodologia padronizada pela organização para esse cálculo, mas há uma suspeita, baseada na experiência prática, de que o tempo estimado pelo MOST durante o desenvolvimento de novos produtos não corresponde ao tempo padrão obtido posteriormente com a cronoanálise, já em produção. Além disso, toda negociação comercial relacionada a novos produtos é feita com base nessa estimativa de tempo padrão fornecida pelo MOST.

Diante desse contexto, este artigo tem como objetivo medir a diferença percentual entre o tempo padrão estimado pelo MOST e o tempo padrão aferido por meio da cronoanálise para um produto de destaque no portfólio da empresa.

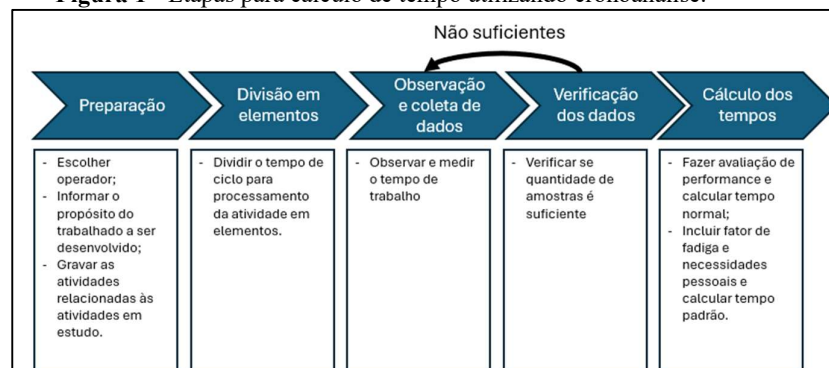
2. Referencial Teórico

2.1 Cronoanálise

Frederick Taylor iniciou o estudo de cronoanálise entre os séculos XIX e XX para melhorar a produtividade de processos sem criar custos excessivos (Novaski; Sugai, 2002). Para Tálamo (2022), a cronoanálise consiste na avaliação detalhada dos movimentos e da duração de execução uma atividade, buscando formas de maximizar os resultados dos processos. Ao quantificar com precisão a duração necessária para cada fase, essa abordagem possibilita a definição do tempo padrão, que serve como fundamento para o planejamento e a gestão das operações.

A definição de tempo padrão diz que este representa o tempo necessário para um trabalhador devidamente treinado ou capacitado realizar uma tarefa, trabalhando a uma taxa constante e com máquinas, técnicas e equipamentos específicos em um padrão específico (Budiman, 2019). Para Budiman (2019), são necessárias as etapas apresentadas na Figura 1 para cálculo de tempo padrão via cronoanálise.

Figura 1 - Etapas para cálculo de tempo utilizando cronoanálise.



Fonte: Adaptado de Budiman (2019).

Com a intenção de validar o montante de amostras de tempos cronometrados, na etapa de verificação dos dados, apresentou-se a Equação 1:

$$N = \frac{[(Z)(R)]^2}{[(d2)(E)(X)]^2} \quad (1),$$

Na Equação 1, “Z” é o coeficiente da distribuição normal para uma probabilidade determinada, R é a amplitude da amostra, “E” o erro relativo da medida, “d2” indica o

coeficiente em face do número de cronometragens feitas preliminarmente e “X” é a média da dos tempos de ciclo das amostras coletadas previamente. Essas variáveis possibilitam o cálculo de “N”, que é o número de ciclos a serem cronometrados (Mori *et al.*, 2015; Peinado; Graeml, 2007).

Conforme afirmado por Peinado e Graeml (2007), o nível de confiança pode ser de 90 a 95% e o erro relativo (E) é de 5 a 10% para estudos realizados desse tipo. As Tabelas 1 e 2, respectivamente, representam os coeficientes de distribuição normal (Z) e os coeficientes para calcular o número de cronometragens iniciais (d2) usados na Equação 1.

Tabela 1 - Coeficientes de distribuição normal para o nível de confiança.

Probabilidade	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,65	1,7	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Fonte: Peinado e Graeml (2007).

Tabela 2 - Coeficientes estatísticos para o número de cronometragens iniciais.

Nº de amostras	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,97	3,078

Fonte: Peinado e Graeml (2007).

Conforme a Equação 2, "TN" é o tempo normal, "TR" é o tempo real medido, e "V" é o ritmo ou velocidade do operador em percentual; assim, considerando a cadência de cada operador, o Tempo Normal é definido (Mori *et al.*, 2015):

$$TN = TR \times V \quad (2).$$

Afghoni *et al.* (2024) afirmam que existem quatro avaliações de fatores que podem influenciar a performance do operador usando o procedimento de classificação do Sistema Westinghouse: habilidade, esforço, condição e consistência. A determinação desses fatores deve ser feita por um supervisor ou pessoa que tenha conhecimento suficiente sobre o que o funcionário está fazendo (Prahadita *et al.*, 2021).

Tabela 3 – Sistema Westinghouse para avaliação de ritmo operacional.

Habilidade			Esforço		
0,15	A1	Extrema	0,13	A1	Extrema
0,13	A2	Extrema	0,12	A2	Extrema
0,11	B1	Excelente	0,1	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente	0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Boa	0,05	C1	Boa
0,03	C2	Boa	0,02	C2	Boa
0	D	Regular	0	D	Regular
-0,05	E1	Aceitável	-0,04	E1	Aceitável
-0,1	E2	Aceitável	-0,08	E2	Aceitável
-0,16	F1	Deficiente	-0,12	F1	Deficiente
-0,22	F2	Deficiente	-0,17	F2	Deficiente
Condições			Consistência		
0,06	A	Ideal	0,04	A	Ideal
0,04	B	Excelente	0,03	B	Excelente
0,02	C	Boa	0,01	C	Boa
0	D	Regular	0	D	Regular
-0,03	E	Aceitável	-0,02	E	Aceitável
-0,07	F	Deficiente	-0,04	F	Deficiente

Fonte: Adaptado de Garcia (2005).

Para Nabi, Mahmud e Islam (2015), tolerâncias distintas são permitidas em um processo produtivo, independentemente de qual seja. Essas tolerâncias estão relacionadas a vários fatores e são inevitáveis, interferindo diretamente no cálculo do tempo padrão das atividades. Assim, utiliza-se a Equação 3 para determinar o tempo padrão:

$$TP = TN \times FT \quad (3),$$

onde “TP” é o tempo padrão, “TN” é o tempo normal e “FT” o fator de tolerância do processo em estudo.

Em todo o mundo, a cronoanálise é uma ferramenta amplamente utilizada nas indústrias. Pode-se verificar através da Tabela 4 um resumo de alguns trabalhos realizados na indústria automobilística.

Tabela 4 – Exemplos de trabalhos utilizando a cronoanálise na indústria automotiva.

Autores	Ano	Estudo	Resultado
Yudhamata; Hakim	2020	Reconfiguração de uma linha de montagem de caminhões na indústria automotiva indonésia, utilizando a abordagem de manufatura enxuta para reduzir o tempo de ciclo.	As tarefas entre as estações foram redistribuídas, reduzindo o tempo de ciclo e aumentando a produção em 10 caminhões/dia.
Luciano <i>et al.</i>	2021	Aplicação dos conceitos da engenharia de métodos e cronoanálise no abastecimento de uma célula de soldagem robotizada em uma indústria automotiva, visando eliminar desperdícios e aumentar a eficiência.	Proposta de redução de 68% no tempo total da atividade através da eliminação de atividades que não agregam valor.
Govender; Dewa	2022	Abordam os desafios de produtividade enfrentados por um fabricante de componentes automotivos durante a costura de capas para bancos de um SUV híbrido na África do Sul.	Após a reestruturação dos processos, o tempo de ciclo foi reduzido, o atraso de balanceamento diminuiu em 33% e a disponibilidade operacional aumentou em 20%.
Luciano <i>et al.</i>	2022	Análise de estratégias de medição de tempo em um fabricante de rodas para veículos comerciais utilizando a metodologia Design Science Research (DSR).	Conclui-se que a digitalização da cronoanálise oferece benefícios significativos para a eficiência operacional.
Afghoni <i>et al.</i>	2024	Realização de estudos de tempos na linha de rebarbação de uma indústria automotiva da Indonésia para determinar tempos padrão e melhorar a eficiência produtiva.	O estudo definiu o tempo padrão para diversos produtos assim como a produção diária ideal para turnos de 8 e 10 horas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

2.2 Sistemas de tempos predeterminados

Os Sistemas de Tempos Predeterminados, conhecidos como PMTS, são uma das ferramentas utilizadas para medir o trabalho e ajudar a estabelecer o tempo padrão de um processo. Esse tipo de método é empregado principalmente para prever e calcular quanto tempo é necessário para montar um produto. Entre os principais sistemas desse tipo, destacam-se o MTM (Methods-Time Measurement), o MOST (Maynard Operation Sequence Technique) e o Work Factor (Konz; Johnson, 2004).

Já os métodos tradicionais de medição, como a cronoanálise, têm algumas limitações e só podem ser aplicados em processos produtivos que já estão em funcionamento. Por outro lado, uma das grandes vantagens dos sistemas de tempos predeterminados é que eles podem ser utilizados ainda nas fases de projeto e pré-produção, quando o posto de trabalho ainda nem existe fisicamente (Bures; Pivodova, 2013).

2.3 Maynard operation sequence technique (MOST)

O MOST surgiu na Suécia entre 1967 e 1972 e chegou aos Estados Unidos por volta de 1975 (Zandin, 2003). Esse método de tempos predeterminados é utilizado para estimar tempos padrão em diferentes operações industriais (Rahman *et al.*, 2018). Para realizar o cálculo, uma tarefa é dividida em movimentos individuais, e cada um recebe um valor numérico expresso em TMUs — as unidades de medição de tempo, sendo que 100 mil TMUs equivalem a uma hora. Depois, para se obter o tempo padrão, são adicionadas tolerâncias para fadiga, necessidades pessoais e outros fatores (Tuan, 2014). De acordo com Silva e Leite (2019), o uso

do MOST permite calcular o tempo operacional antes mesmo do início da produção, sendo uma ferramenta bastante útil também durante o desenvolvimento do produto.

O Basic MOST é organizado em três sequências básicas: movimento geral, movimento controlado e uso de ferramentas. O movimento geral é quando o objeto se move livremente pelo ar. Já o movimento controlado ocorre quando o objeto permanece em contato com uma superfície ou continua preso a outro enquanto se movimenta — isso envolve ações manuais como girar uma manivela, acionar alavancas, movimentar um volante ou dar partida em um equipamento. O uso de ferramentas, por sua vez, abrange a utilização de ferramentas manuais comuns, como parafusar, escrever ou apertar com torqueadeira (Ganorkar *et al.*, 2019).

Conforme Souza Junior (2010) explica, após cada subatividade da sequência há um número de índice que representa o tempo permitido para aquela etapa. As tabelas do Basic MOST servem como referência para identificar o índice adequado. A duração total de cada sequência é obtida somando os índices da totalidade das subatividades que a compõem; em seguida, esse total é multiplicado por 10 e convertido em segundos. A Tabela 5 ilustra as sequências de movimentos por tipo:

Tabela 5 – Tipos de movimentos básicos do Basic MOST

Modelo Básico	Sequência	Subatividades
Sequência Geral de Movimento	ABG ABP A	A - Distâncias de ação
		B - Movimento corporal
		G - Obter controle
		P - Posicionar
Sequência de Movimento Controlado	ABG MXI A	M – Movimento Controlado
		X - Tempo de Processamento
		I - Alinhamento
Sequência de Uso de Ferramenta	ABG ABP * ABPA	*F – Fixar ou apertar
		*L - Afrouxar ou soltar
		*C - Cortar
		*S - Tratamento superficial
		*R - Registro
		*M - Mensuração

Fonte: Adaptado de Hanash *et al.* (2017)

O MOST é uma ferramenta amplamente utilizada ao redor mundo pela indústria para definição de tempo padrão. A Tabela 6 traz alguns exemplos de trabalhos utilizando o MOST:

Tabela 6 – Exemplos de trabalhos utilizando o MOST.

Autores	Ano	Estudo	Resultado
Hanash et al.	2017	Aplicação do MOST e o balanceamento de linha de montagem para melhorar a produtividade de uma linha de fabricação de escapamentos de automóveis.	Concluiu-se que a demanda atual pode ser atendida com apenas 2 operadores (em vez de 5). A eficiência da linha aumentou de 77% para 89%, demonstrando a eficácia do MOST e do balanceamento de linha na eliminação de desperdícios e no aumento da produtividade.
Silva e Leite	2019	Investigação do uso da técnica MOST como ferramenta para estimar com precisão o tempo padrão de fabricação de um novo produto, visando calcular custos de mão de obra direta e viabilizar economicamente seu lançamento.	Calculou-se um tempo padrão de 5,22 minutos. O custo de mão de obra direta foi estimado em R\$ 1,82 por unidade. O estudo conclui que o MOST é eficaz para prever tempos de fabricação com assertividade, evitando superestimções que poderiam inviabilizar novos produtos, e destaca sua aplicabilidade na fase de planejamento, mesmo sem produção física inicial.
Senry et al.	2021	Implementação da técnica SMED em uma siderúrgica para aumentar a capacidade de uma máquina de trefilação, reduzindo o tempo de setup de troca de bobinas com auxílio do MOST para cálculo do tempo da operação.	Reduziu o tempo de setup de 8,04 minutos para 2,18 minutos. Isso resultou em um aumento de 21% na capacidade efetiva da máquina. Simultaneamente, o redesenho da mesa de trabalho com rolos automáticos eliminou posturas perigosas, reduzindo os procedimentos de 7 para 6 atividades e melhorando a ergonomia.
Said et al.	2024	Descreve o redesign de um aspirador automático utilizando uma abordagem participativa que combina ergonomia, a técnica MOST (Maynard Operation Sequence Technique) e avaliação de usabilidade.	A análise MOST mostrou que o aspirador automático redesenhado reduz o tempo de operação em 80,58% em comparação com o manual (7,2s vs. 37,08s).

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Tabela 7 traz alguns dos poucos exemplos de estudos comparativos entre tempos padrão do mesmo produto definidos a partir de cronoanálise e estimados a partir do MOST encontrados nas plataformas de pesquisa *Web of Science* e *Scopus*.

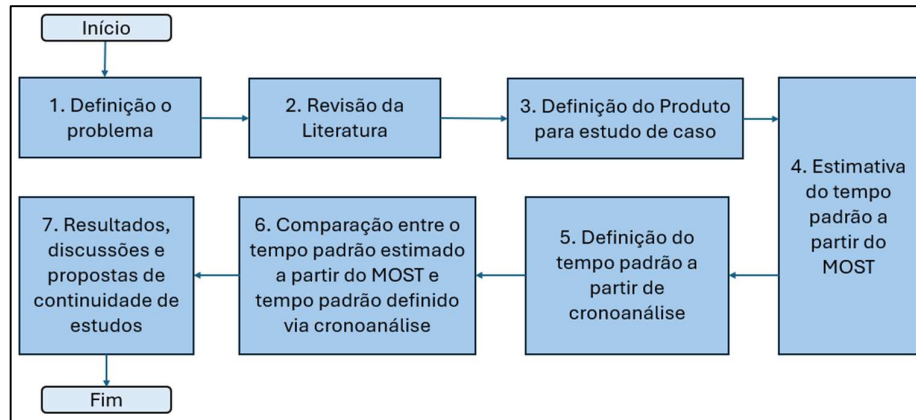
Tabela 7 – Estudos comparativos entre MOST e cronoanálise.

Autores	Ano	Estudo	Resultado
Luxhoje e Giacomelli	1990	Comparam estudo de tempos por observação direta e através do MOST — nas operações de poda e colheita em um sistema de produção de tomate em estufa.	MOST produziu tempos próximos aos obtidos por observação direta, especialmente na colheita, onde os desvios foram inferiores a 7%. Para a poda, os desvios foram maiores (até 23,7%).
Bures e Pivodova	2013	Comparam a precisão e a eficiência do BasicMOST em ambientes reais de montagem da indústria automotiva. O estudo experimental, realizado em 21 postos de trabalho, comparou os tempos MOST com tempos obtidos a partir de medições diretas - cronoanálise.	Quando comparados individualmente aos tempos obtidos por cronoanálise, o MOST apresentou um desvio médio de -2,05%. No entanto, desvios máximos individuais chegaram a -22% (MOST vs observação direta).
Seifermann et al.	2014	Avalia diferentes métodos de medição de trabalho para uma linha de referência de Manufatura Celular. Os métodos aplicados incluem cronoanálise, MTM-1, MTM-2, MTM-UAS, BasicMOST, MiniMOST e Work-Factor. A cronoanálise serviu como referência de realidade.	Os resultados mostraram que o método BasicMOST apresentou o maior desvio em relação à cronoanálise (33,2%), superestimando significativamente o tempo necessário para produção de peças.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

3. Metodologia

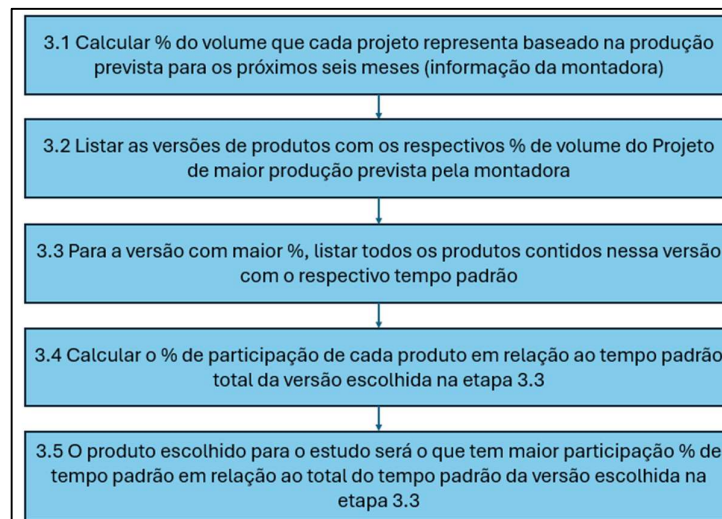
O presente trabalho é um estudo de caso exploratório, aplicado em uma indústria automotiva multinacional realizado no ano de 2025. Esta pesquisa usa métodos qualitativos e quantitativos na coleta e análise dos dados e busca entender se o tempo padrão estimado pelo MOST está aderente ao tempo padrão medido no chão-de-fábrica através da cronoanálise. Para sua execução foi proposta uma metodologia dividida em 7 etapas, conforme descrito na Figura 2.

Figura 2 – Etapas da metodologia desse trabalho.


Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

3.1 Definição do produto para estudo de caso

A definição do produto para este estudo de caso — que corresponde à terceira etapa da metodologia — seguiu as fases apresentadas na Figura 3.

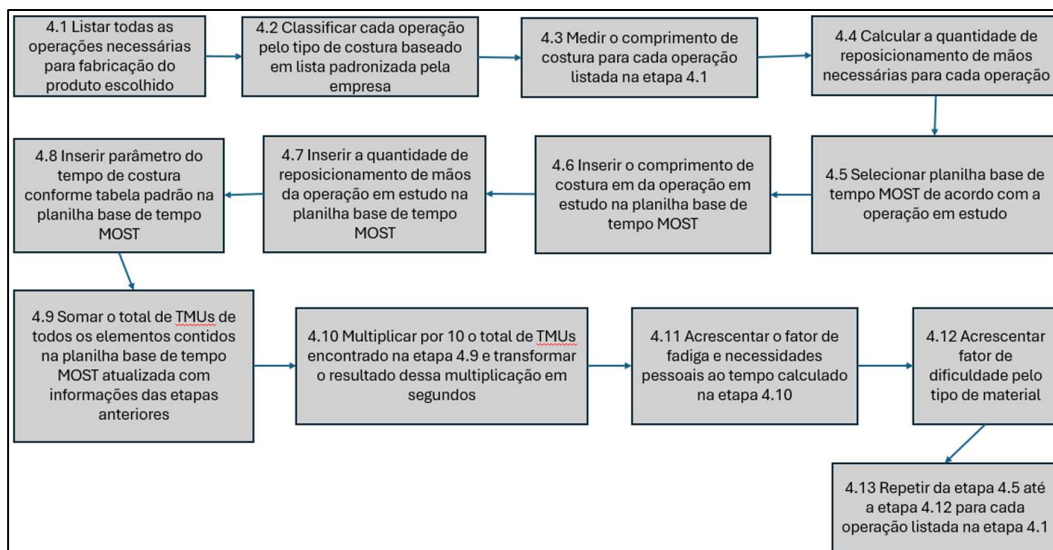
Figura 3 – Passos para definição do produto para estudo de caso.


Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

3.2 Estimativa de tempo padrão a partir do MOST

A estimativa do tempo padrão com o uso do MOST segue uma sequência de etapas que já estão padronizadas pela empresa. A Figura 4 mostra os passos necessários para realizar esse cálculo.

Figura 4 – Passos para estimativa do tempo padrão a partir do MOST.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A classificação das operações necessárias para fabricação do produto em estudo mencionado no passo 4.2 da Figura 4 segue a Tabela 8 conforme definição da empresa:

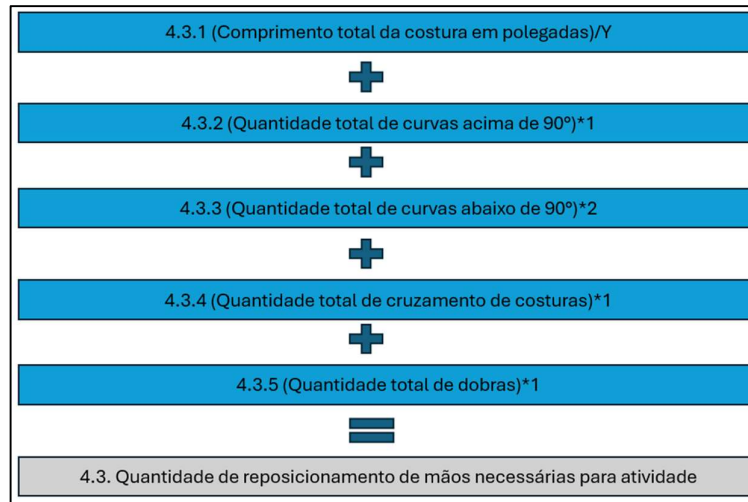
Tabela 8 - Classificação dos tipos de operação de costura.

Código da Costura	Tipo de Costura
U	União
B	Bidim
O	Overlock
D	Debrum
G	Guarnição
P	Pesponto

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Pode-se observar na Figura 5 o detalhamento das atividades necessárias para executar o passo 4.4 descrito na Figura 4 que é o cálculo da quantidade de reposicionamento de mãos necessárias para cada operação.

Figura 5 – Passos para cálculo da quantidade de reposicionamento de mãos necessários para operação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Nota-se que o passo 4.3.1 indicado na Figura 5, a variável “Y” assume o valor igual a 10 para operações de “união”, “bidim”, “overlock”, “debrum” e “guarnição”. Para operações de “pesponto” assume o valor igual a 5.

A Figura 6 traz um exemplo de planilha base de tempo MOST padronizado pela organização. Conforme descrito no passo 4.5 da Figura 4. Cada tipo de operação apresentada na Tabela 8 possui uma planilha base de tempo MOST definida.

Figura 6 – Exemplo de planilha base MOST.

[illegible]

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Para conclusão da etapa 4 da metodologia do presente trabalho, indicada na Figura 2, soma-se todos os parâmetros de cada elemento e multiplica-se por 10. Esse resultado é encontrado na coluna “TMU”. Basta tomar todos os resultados encontrados na coluna “TMU” e transformar em segundos, dado que 1 TMU é igual a 0,036 segundos.

O passo 4.11 indica a necessidade de acréscimo de fator de fadiga e necessidades pessoais. Já o passo 4.12 indica acréscimo de acordo com a dificuldade do material. Os

materiais e valores de acréscimo foram padronizados pela organização e podem ser encontrados na Tabela 9:

Tabela 9 - Acréscimo percentual ao tempo padrão estimado pelo MOST de acordo com material do produto sob avaliação.

Tipo de Material	Acréscimo
Tecido	0% de acréscimo ao tempo final
Tecido + Vinil	5% de acréscimo ao tempo final
Vinil	10% de acréscimo ao tempo final
Couro	15% de acréscimo ao tempo final

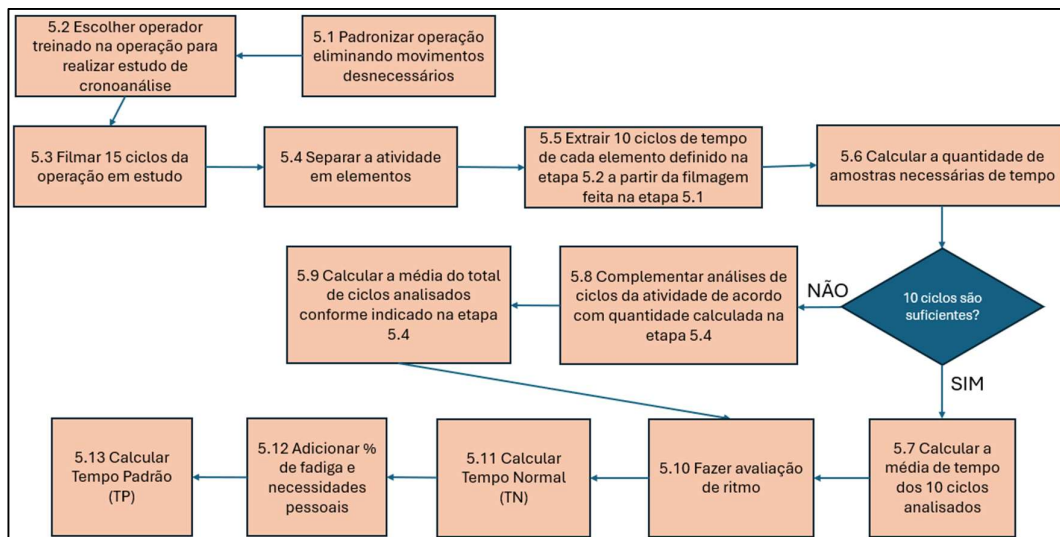
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Para chegar à estimativa do tempo padrão de um produto usando o MOST, é preciso concluir todas as etapas descritas nesta seção.

3.3 Definição do tempo padrão a partir da cronoanálise

As etapas necessárias para definir o tempo padrão por meio da cronoanálise estão detalhadas na Figura 7. Vale ressaltar que cada uma dessas etapas precisa ser percorrida para todas as operações listadas do produto em estudo.

Figura 7 - Passos para definição do tempo padrão a partir da cronoanálise.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

3.4 Comparação entre o tempo padrão estimado a partir do MOST e o tempo padrão definido via cronoanálise

Com o tempo padrão estimado pelo MOST e o tempo padrão definido pela cronoanálise em mãos — que correspondem, respectivamente, às etapas 4 e 5 deste trabalho —, é feita uma comparação direta entre os valores obtidos pelas duas metodologias. Dessa comparação, obtém-se a variação percentual do primeiro em relação ao segundo.

4. Resultados e Discussão

A fábrica que serviu como objeto deste estudo de caso fornece produtos para cinco modelos diferentes de carros e conta com cerca de 1.300 colaboradores. As operações da empresa são planejadas com base nos tempos padrão estimados por meio do sistema MOST, e todas as cotações de novos produtos seguem essa mesma diretriz.

4.1 Definição do produto para estudo de caso

O estudo de caso começou com a definição do produto que seria analisado. Foi identificado o "Carro A" como o de maior relevância em termos de volume de produção previsto para os próximos seis meses, representando 30% do total. Em seguida, entre os produtos que compõem o "Carro A", verificou-se que o produto "FSB" era o de maior representatividade, sendo assim escolhido para o estudo de caso.

4.2 Estimativa de tempo padrão a partir do MOST

Primeiramente, foram listadas todas as 43 operações necessárias para fabricar o produto FSB. A classificação de cada uma delas foi feita conforme orienta a Tabela 8, e um resumo dos resultados obtidos está apresentado a seguir na Tabela 10.

Tabela 10 - Quantidade de operações por tipo de costura do produto FSB.

Quantidade de Operações	Tipo de Costura
30	União
2	<u>Bidim</u>
2	<u>Overlock</u>
2	Debrum
3	Guarnição
4	Pesponto

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O passo seguinte tratou de levantar as informações a seguir para cada uma das 43 atividades do produto “FSB”:

- comprimento da costura;
- quantidade de curvas acima de 90° e abaixo de 90°;
- quantidade de cruzamento de costuras e dobras necessárias;
- total de reposicionamento de mãos conforme indicado na Figura 5.

Depois do levantamento dos dados acima para cada operação seguiu-se as etapas a seguir:

- selecionar a planilha base do MOST conforme tipo de costura;
- inserir dados de comprimento, reposicionamento de mãos na planilha base do MOST;
- somar o total de TMU da planilha base do MOST, multiplicar por 10 e transformar o total de TMU em segundos (1 TMU = 0,036 segundos);
- adicionar o percentual de fadiga e necessidades pessoais: a empresa define como 17% seu fator de acréscimo para esse tipo produto;
- adicionar o percentual de acréscimo para o tipo de material do produto FSB: a maior parte do produto é composta por peças em vinil, conforme a Tabela 9, deve ser acrescido 10% sobre o tempo encontrado.

Depois de percorrer todas essas etapas, chegou-se à estimativa do tempo padrão do produto FSB utilizando o método MOST. Vale destacar que as planilhas com os tempos base

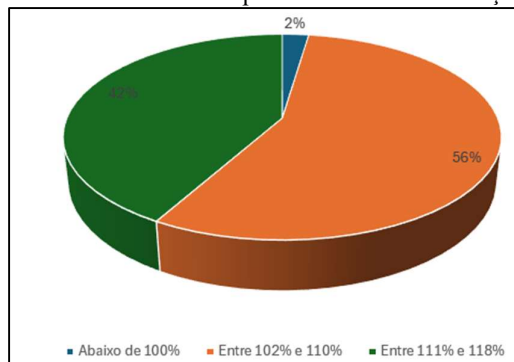
do MOST para cada atividade, assim como os dados levantados operação por operação, não serão apresentados neste trabalho por questões de confidencialidade e competitividade da empresa onde o estudo de caso foi conduzido. O tempo padrão para a fabricação do produto "FSB", de acordo com a estimativa do MOST, foi de 23,80 minutos.

4.3 Definição do tempo padrão a partir da cronoanálise

Após o cálculo do tempo padrão utilizando o MOST, partiu-se para a definição do tempo padrão do produto “FSB” via cronoanálise. Esse processo foi iniciado através da filmagem de 15 ciclos de cada operação do produto “FSB”. Importante ressaltar que antes da filmagem validou-se a padronização da atividade bem como o nível de treinamento do operador, ou seja, garantiu-se que todas as gravações foram executadas com colaboradores devidamente treinados na respectiva operação.

Após análise das filmagens e posterior aplicação da Equação 1, o total de 14 amostras requeridas foi o máximo encontrado para uma operação no presente estudo. Ao analisar a execução da atividade, avaliou-se o ritmo tomando como referência o sistema Westinghouse, ilustrado na Tabela 3. A avaliação de ritmo realizada com cada operador para todas as operações do produto “FSB” encontrou apenas 1 operador executando 1 operação com ritmo abaixo de 100%, entretanto, com desconto de apenas 2 pontos percentuais. A Figura 8 apresenta graficamente a distribuição das avaliações de ritmo das 43 operações.

Figura 8 – Percentual de atividades para cada faixa de avaliação de ritmo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os dados apresentados na Figura 8 mostram que os operadores têm ótimas habilidades para executar as tarefas, e que as condições do ambiente e dos postos de trabalho são fatores positivos, contribuindo para um melhor ritmo de trabalho.

Com a média do tempo dos ciclos obtida por meio das filmagens e o fator de avaliação de ritmo em mãos, aplicou-se a Equação 2 para todas as operações do produto "FSB", chegando assim ao tempo normal de cada uma delas. A partir desses tempos normais, utilizou-se a Equação 3 para encontrar o tempo padrão de cada operação do produto "FSB" por meio da cronoanálise. Assim como na estimativa do tempo padrão pelo MOST, o fator de fadiga e necessidades pessoais adotado pela empresa é de 17%. Dessa forma, o tempo padrão definido a partir da cronoanálise para a fabricação do produto "FSB" foi de 18,65 minutos.

4.4 Comparação entre o tempo padrão estimado a partir do MOST e o tempo padrão definido via cronoanálise

Nas seções anteriores, foi estimado o tempo padrão a partir do MOST do produto “FSB” bem como definido o tempo padrão desse mesmo produto via cronoanálise. O resultado encontrado foi de 23,80 minutos e 18,65 minutos respectivamente. Dessa forma, percebe-se que o tempo padrão estimado a partir do processo padronizado pela empresa no uso do MOST foi 27,61% superior ao tempo padrão definido a partir da cronoanálise.

A Tabela 11 mostra a comparação do tempo padrão definido pelas duas metodologias por tipo de costura:

Tabela 11 – Comparação do tempo padrão estimado via MOST e definido por cronoanálise por tipo de costura do produto FSB.

Tipo de Costura	Quantidade de Operações	Tempo padrão estimado no MOST (min)	Tempo padrão definido em Cronoanálise (min)	% Aumento tempo padrão no MOST
União	30	15,51	11,27	38%
Pespointo	4	3,31	3,49	-5%
Overlock	2	1,70	1,50	14%
Guarnição	3	1,45	1,04	40%
Bidim	2	1,02	0,90	14%
Debrum	2	0,81	0,47	73%
TOTAL	43	23,80	18,65	28%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise das discrepâncias por tipo de costura sugere que os parâmetros padronizados do MOST podem não capturar integralmente a complexidade e as particularidades de cada operação. As maiores superestimações observadas em operações de 'Debrum' (73%), 'Guarnição' (40%) e 'União' (38%) são potencialmente atribuíveis à subjetividade inerente à manipulação de materiais flexíveis como vinil e couro. Nestas operações, fatores como a

necessidade de alinhamento fino, a resistência do material à conformação e a destreza manual do operador – frequentemente acelerada pela prática contínua – podem não ser totalmente representados pelos índices genéricos do método. Em contrapartida, a ligeira subestimativa do MOST para 'Pesponto' (-5%) pode indicar que esta operação, por ser altamente repetitiva e atinge um nível de eficiência e ritmo sustentado que supera as premissas conservadoras embutidas na planilha base. Essas evidências apontam para uma possível calibração excessivamente conservadora dos tempos de posicionamento (P), obtenção de controle (G) e quantidade de reposicionamento de mãos no MOST para operações manuais complexas, enquanto subestima os tempos de operações repetitivas.

5. Considerações Finais

O objetivo deste estudo, que era mensurar a diferença entre o tempo padrão estimado via MOST e o aferido via cronoanálise, foi plenamente atendido. Os resultados demonstram que a metodologia MOST atualmente em uso na empresa superestima o tempo padrão do Produto “FSB” em 27,61%. Esses resultados estão parcialmente alinhados com os achados de Seifermann *et al.* (2014), que também reportaram uma superestimação significativa do MOST. A superestimação do tempo padrão tem implicações diretas na competitividade da empresa. Um tempo padrão inflado leva a um superdimensionamento da mão de obra, subutilização da capacidade produtiva e, principalmente, a um custo de mão de obra direta superestimado para novas cotações, podendo resultar em perdas de negócios.

As discrepâncias encontradas não invalidam o MOST como ferramenta de estimativa, mas sinalizam a necessidade de um refinamento de sua aplicação. A combinação dos resultados empíricos com as evidências da literatura encontradas nos trabalhos de Seifermann *et al.* (2014), Bures e Pivodova (2013) e Luxhol e Giacomelli (1990) sugere que a metodologia atual necessita de calibragem de maneira que considere o ritmo operacional real da fábrica, a complexidade específica de cada tipo de costura e a revisão dos fatores de ajuste aplicados, visando maior aderência entre o planejado e o executado.

As principais limitações do estudo referem-se à sua natureza de estudo de caso único, focado em um único produto. A generalização dos resultados para outros produtos ou plantas requer cautela.

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se:

1. Identificar as causas-raiz das diferenças encontradas para cada tipo de costura, analisando detalhadamente os parâmetros e sequências do MOST que mais contribuem para a discrepância;
2. Propor e validar um ajuste na metodologia atual de definição de tempo padrão utilizando MOST para que os tempos estimados dos produtos se tornem mais aderentes à realidade;
3. Estender a análise para outros produtos com diferentes características e complexidades, a fim de verificar a consistência dos achados.

REFERÊNCIAS

AFGHONI, T. F. *et al.* **Analysis of Standard Time Calculations Using the Direct Stopwatch Time Study Method on Line Deburring Pt.** Mikuni Indonesia. International Journal of Innovative Science and Research Technology, Bekasi, v. 9, n. 7, p. 3164-3173, jul. 2024. Disponível em: < <https://www.ijisrt.com/analysis-of-standard-time-calculations-using-the-direct-stopwatch-time-study-method-on-line-deburring-pt-mikuni-indonesia> >. Acesso em: 06 agosto 2025.

BAJGER, J. **Production Improvement and Ensuring Efficiency of the Production Line: Master Thesis.** Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava. Faculty of Mechanical Engineering. Department of Mechanical Technology, 2018.

BUDIMAN, I. *et al.* **Improving effectiveness and efficiency of assembly line with a stopwatch time study and balancing activity elements.** Journal of Physics: Conference Series, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1230/1/012041>>. Acesso em: 14 agosto 2025.

BURES, M.; PIVODOVA, P. **Comparison of the Predetermined Time Systems MTM-1 and BasicMOST in Assembly Production.** In: Proceedings of the 2013 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2013, Bangkok. Anais... IEEE, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/288124399_Comparison_of_the_predetermined_time_systems_MTM-1_and_BasicMOST_in_assembly_production>. Acesso em: 10 setembro 2025.

CHWASTYK, P., KOŁOSOWSKI, M. **Estimating the Cost of the New Product in Development Process.** Procedia Engineering, 2014.

GANORKAR, A. B.; LAKHE, R. R.; AGRAWAL, K. N. **Cost and productivity analysis of the manufacturing industry using TDABC & MOST.** South African Journal of Industrial Engineering, v. 30, n. 1, p. 196-208, maio 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/335029371_Cost_and_productivity_analysis_of_the_manufacturing_industry_using_TDABC_MOST>. Acesso em: 05 setembro 2025.

GARCIA, R., **Estudio del trabajo.** McGrawHill, México, 2005.

GOVENDER, P.; DEWA, M. **Use of Kaizen principle and line balancing technique for process improvement in the assembly of automotive components.** South African Journal of Industrial Engineering, v. 33, n. 3, p. 69-82, nov. 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.7166/33-3-2790>>. Acesso em: 14 agosto 2025.

HANASH, E. A. H. *et al.* **Throughput Enhancement of Car Exhaust Fabrication Line by Applying MOST.** IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2017. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/184/1/012022>>. Acesso em: 25 agosto 2025.

KONZ, S. and S. JOHNSON. 2004. **Work design: occupational ergonomics.** Holcomb Hathaway, Publishers.

LUCIANO, E. L. *et al.* **Analysis of Time Measurement Strategies in the Automotive Components Industry Using Design Science Research.** International Journal of Business Administration, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.5430/ijba.v13n6p14>>. Acesso em: 15 agosto 2025.



LUCIANO, E. L., SOUZA, B. R. de, RIBEIRO, R. B., FIORAVANTE, I. A., SOUZA, N. R. de, JUNQUEIRA, G. da S., & CONSTANCIO, M. de O. (2021). **A aplicação dos conceitos de tempos, movimentos e métodos no abastecimento de uma célula de soldagem robotizada de uma indústria metal mecânica.** South American Development Society Journal, v.7 n.20140. Disponível em: <<https://doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v7i20p140-161>>. Acesso em 16 agosto 2025.

LUXHOJ, J. T.; GIACOMELLI, G. A. **Comparison of Labour Standards for a Greenhouse Tomato Production System: A Case Study.** International Journal of Operations & Production Management, 1990.

MORI, V. V *et al.* **Productivity Improvement by use of Time Study, Motion Study, Lean Tool's and Different Strategy for Assembly of Automobile Vehicles.** International Journal for Scientific Research & Development, 2015.

NABI, F.; MAHMUD, R.; ISLAM, M. **Improving Sewing Section Efficiency through Utilization of Worker Capacity by Time Study Technique.** International Journal of Textile Science, 2015.

NOVASKI, O.; SUGAI, M. **MTM como ferramenta para redução de custos: O Taylorismo aplicado com sucesso nas empresas de hoje.** Revista Produção Online, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.14488/1676-1901.v2i2.606>>. Acesso em: 30 julho 2025.

OLIVEIRA, U. R.; FIGUEIREDO, O. C. **O impacto da padronização dos desperdícios em uma indústria de autopeças.** Revista Brasileira de Administração Científica, v. 9, n. 1, p. 115-126, jan./abr. 2018. Disponível em: <<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-684X.2018.001.0008>>. Acesso em: 24 novembro 2025.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** 1 ed. Curitiba: UnicenP, 2007.

PRAHADITA, R. M., SARI, S. N., & HERMAWAN, A. (2021). **Penjadwalan Menggunakan Metode Pert Pada Proyek Peningkatan Jalan Mekar Mukti-Cibarusah, Jawa Barat,** Bekasi. Civil Engineering, Environmental, Disaster & Risk Management Symposium (CEEDRiMS) Proceeding, 2003.

RAHMAN, M. S., KARIM, R., MOLLAH, J., MIAH, S. **Implementation of maynard operation sequence technique (most) to improve productivity and workflow – a case study.** Journal of Emerging Technologies and Innovative Research, 2018.

SAID, A. I. *et al.* **Redesign of Automatic Vacuum Cleaner with Participatory Approach.** In: SHS Web of Conferences, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1051/shsconf/202418901004>>. Acesso em: 25 agosto 2025.

SAIDANI, M., *et al.*, **Heavy vehicles on the road towards the circular economy: Analysis and comparison with the automotive industry.** Resources, Conservation & Recycling 2018.

SEIFERMANN, Stefan *et al.* **Evaluation of Work Measurement Concepts for a Cellular Manufacturing Reference Line to Enable Low Cost Automation for Lean Machining.** Procedia CIRP, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827114003047>>. Acesso em: 15 setembro 2025.

SENNY *et al.* **Implementation of SMED techniques to improve machine capacity and work posture analysis using OWAS: A case study in steel company.** IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, [S. l.], 2021. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/794/1/012098>>. Acesso em: 30 agosto 2025.

SILVA, Natália Figueredo da; LEITE, Jandecy Cabral. **MOST as a tool to Support the Deployment of New Manufacturing Products.** International Journal of Advanced Engineering Research and Science, 2019. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.6.4.40>>. Acesso em: 05 setembro 2025.

SOUZA JUNIOR, A. G. **Estudo comparativo das metodologias de tempos pré-determinados MTM-UAS e Basic-MOST – aplicação prática.** 2010. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Centro Universitário da FEI, São Bernardo do Campo, 2010.

TÁLAMO, J. R. **Engenharia de métodos: o estudo de tempos e movimentos.** Curitiba: Intersaberes. 2022.



TUAN, S. T. **Improvement of Workflow and Productivity through Application of Maynard Operation Sequence Technique (MOST)**. Proceedings of the 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bali, Indonesia, 2014.

YUDHATAMA, J.; HAKIM, I. M. **Truck assembly line reconfiguration to reduce cycle time with lean manufacturing approach in the Indonesian automotive industry**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 1003, p. 012101, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1003/1/012101>. Acesso em: 08 agosto 2025.

ZANDIN, K. B. **Maynard's Industrial Engineering Handbook**. 3ª ed., Revised and Expanded. Ed: CRC Press Taylor & Francis Group, 2003.