

MAPEANDO O CAMINHO PARA EFICIÊNCIA: UMA ABORDAGEM DE TEMPOS E MÉTODOS EM UMA MULTINACIONAL DO SETOR DE ELEVADORES

COUTO, Filipe de Lima¹

OLIVEIRA, Jamberth Lúcio do Nascimento²

RESUMO

A crescente demanda por eficiência nos processos industriais impulsiona a adoção de ferramentas que otimizem o uso de recursos e reduzam desperdícios. Neste contexto, o estudo de tempos e movimentos se apresenta como uma oportunidade de melhoria para o setor de transporte vertical, especialmente na montagem de elevadores. Este trabalho tem como objetivo avaliar os impactos da aplicação da cronoanálise na eficiência operacional de uma empresa multinacional. A escolha do tema se justifica pela sua relevância para a engenharia de produção, ao propor soluções práticas que contribuem para a produtividade e a competitividade industrial. A pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem quantitativa e delineamento por estudo de caso. Os dados foram coletados por meio de observação direta e cronometragem, seguidos de análise estatística. Os resultados demonstram que a reorganização do layout de trabalho, a eliminação de atividades sem valor agregado e a padronização de métodos resultaram em uma redução de 12,20% no tempo-padrão, evidenciando a eficácia da cronoanálise como ferramenta de melhoria contínua.

Palavras-chave: Cronoanálise. Tempos e Movimentos. Produtividade. Engenharia de Produção.

1 INTRODUÇÃO

No cenário industrial contemporâneo, marcado por alta competitividade e exigência por resultados, a busca por produtividade e redução de desperdícios tornou-se prioridade estratégica. Nesse contexto, conforme apontado por Peinado e Graeml (2007), as empresas precisam adotar estratégias eficazes voltadas à elevação do desempenho operacional. Em um ambiente globalizado, a eficiência dos processos produtivos torna-se essencial para atender às exigências de qualidade e competitividade.

¹ Graduando Engenharia de produção na UNINTER

² Graduado em Desenho Industrial pela PUCPR, Tecnólogo em Fabricação Mecânica pela

UNICURITIBA, pós-graduado em Docência do Ensino Superior pela FATECPR e Engenharia de Produção pela Estácio de Sá.

Conforme Nascimento et al. (2014), o Estudo de Tempos e Movimentos é uma ferramenta relevante para identificar ineficiências e padronizar atividades, contribuindo para a melhoria contínua dos processos. A cronoanálise, como destaca Toledo (2004), deriva dessa abordagem e permite determinar tempos-padrão, além de aprimorar os métodos de trabalho.

Diante disso, esta pesquisa busca responder à seguinte pergunta: como a aplicação da cronoanálise pode melhorar a eficiência operacional na montagem de elevadores? O objetivo geral é avaliar os impactos da aplicação da cronoanálise sobre a eficiência do processo produtivo em uma multinacional do setor de transporte vertical, com foco em sua unidade localizada no Rio Grande do Sul.

Os objetivos específicos são:

- I. Analisar os fundamentos da cronoanálise;
- II. Aplicar a técnica no setor de montagem de elevadores;
- III. Identificar gargalos e atividades sem valor agregado no setor 7D;
- IV. Propor melhorias com base na padronização de métodos e layout;
- V. Avaliar os efeitos dessas mudanças na redução do tempo-padrão e no aumento da produtividade.

A escolha do tema se justifica por sua relevância para a engenharia de produção, ao promover eficiência, redução de custos e melhoria da qualidade. Além disso, possui importância social, ao propor soluções replicáveis em ambientes industriais.

Este trabalho está estruturado em quatro seções: referencial teórico, metodologia, resultados e considerações finais.

2 BASES CONCEITUAIS DO ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

Esta seção apresenta os fundamentos teóricos que sustentam a aplicação da cronoanálise no ambiente industrial, com ênfase na montagem de elevadores. A abordagem contempla os princípios do estudo de tempos e movimentos, essenciais para a identificação de gargalos, padronização de métodos e melhoria da produtividade — aspectos diretamente relacionados aos objetivos desta pesquisa. Embora baseadas em autores clássicos da engenharia de produção, essas técnicas permanecem atuais e

amplamente utilizadas na otimização de processos, sendo fundamentais para a análise crítica e a proposição de melhorias na linha de montagem.

2.1 ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

O estudo de tempos e movimentos foi desenvolvido como uma ferramenta para analisar e aperfeiçoar os métodos de trabalho, com o objetivo de aumentar a produtividade e reduzir desperdícios. Perboni (2007) destacou que essa metodologia se baseou em levantamentos técnicos e estatísticos, permitindo melhorias contínuas no desempenho organizacional.

Barnes (1977) descreveu essa prática como uma análise sistemática dos métodos utilizados na execução das tarefas, com foco na padronização e na definição de tempos-padrão. Essa abordagem possibilitou treinar operadores para seguirem procedimentos mais eficientes, contribuindo para a uniformidade e o controle dos processos produtivos.

Venâncio et al. (2015) reforçaram que a análise dos tempos e movimentos proporcionou uma visão detalhada da capacidade produtiva, facilitando a identificação de gargalos e a alocação mais eficaz dos recursos. Além disso, permitiu o monitoramento e a otimização contínua dos processos, tornando-se uma base essencial para a gestão da produção.

2.2 CRONOANÁLISE

A cronoanálise é uma etapa essencial para a mensuração precisa do desempenho operacional, permitindo a decomposição das atividades em elementos observáveis e quantificáveis. A partir dessa abordagem, é possível identificar gargalos, classificar tarefas conforme seu valor agregado e estabelecer tempos-padrão confiáveis. Esta seção detalha as etapas do processo adotado para registrar, avaliar e interpretar os tempos de execução no setor analisado, servindo de base para as melhorias propostas posteriormente.

2.2.1 Registro e divisão da operação

Silva e Coimbra (1980) destacaram que, para uma cronometragem eficaz, era necessário delimitar com precisão os pontos de início e fim da operação, considerando

também as etapas anteriores e posteriores. Costa Júnior (2008) complementou que a organização sequencial das atividades facilitava a observação e o registro dos tempos.

Essa abordagem permitiu uma análise mais detalhada das atividades, facilitando a identificação daquelas que agregavam valor e a eliminação das que não contribuíam para o produto final. Souza (2012) classificou os elementos em três categorias:

- Atividades que Agregam Valor (VA): transformavam diretamente o produto conforme as exigências do cliente;
- Atividades de Valor Semi-Agregado (SVA): eram necessárias ao processo, mas não alteravam o produto final;
- Atividades que Não Agregam Valor (NVA): não contribuíam para a transformação e deveriam ser reduzidas ou eliminadas.

Essa categorização fundamentou a aplicação da cronoanálise como ferramenta de melhoria contínua, ao permitir uma avaliação mais precisa da eficiência operacional.

2.2.2 Determinação do número de ciclos

Peinado e Graeml (2007) mencionaram que a definição do número de ciclos a serem cronometrados por elemento exigia múltiplas medições, com o objetivo de obter uma média representativa e reduzir as variações nos dados coletados. Para esse cálculo, os autores propuseram uma equação estatística, conforme representada na Figura 1.

Figura 1: Equação para cálculo de número de ciclos

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

Fonte: Peinado e Graeml (2007)

Onde:

- N: número de ciclos necessários;
- Z: coeficiente da distribuição normal;
- R: amplitude da amostra;
- Er: erro relativo;

- D_2 : coeficiente dependente do número de observações;
- $\bar{X}$: média dos tempos registrados.

Segundo os autores, a confiabilidade estatística da medição variava entre 90% e 95%, sendo aceitável um erro relativo de 5% a 10%. Com 95% de confiança, a média observada não se afastaria mais de 5% do valor real do tempo do elemento analisado.

2.2.3 Avaliação do ritmo

A avaliação do ritmo de trabalho consistiu na análise da velocidade com que o operador executava suas tarefas em relação a um padrão de desempenho. Slack, Chambers e Johnston (2002) destacaram que essa avaliação considerava fatores como habilidade, esforço, destreza e consistência.

Barnes (1977) apresentou diferentes métodos para essa análise, incluindo o sistema Westinghouse, que avaliava o desempenho com base em quatro critérios: habilidade, esforço, condições e consistência. Também propôs abordagens como a avaliação sintética, que comparava a execução do operador com tempos de referência, e a avaliação objetiva, que se baseava exclusivamente na velocidade dos movimentos.

Peinado (2007) ressaltou que o cronoanalista desempenhava papel essencial ao comparar o ritmo observado com um padrão normal, geralmente fixado em 100%. Segundo o autor, variações no desempenho podiam ocorrer por fatores como motivação, fadiga ou experiência, exigindo ajustes nos tempos cronometrados para refletir uma média representativa.

Enquanto Barnes priorizou uma abordagem técnica e estruturada, com uso de tabelas padronizadas, Peinado enfatizou a necessidade de flexibilidade na análise, considerando o contexto real do ambiente de trabalho. Ambos os autores contribuíram com visões complementares para a avaliação do ritmo, reforçando a importância de critérios objetivos aliados à sensibilidade do analista.

2.2.4 Determinação do tempo normal

Tempo normal é a medida da velocidade com que o operador executa suas tarefas em condições ideais. Esse valor é obtido pela média dos tempos observados, ajustada

por um fator de ritmo, e serve como base para avaliar e ajustar a eficiência das operações (Peinado, 2007), conforme a equação da figura 2:

Figura 2: Equação para cálculo do tempo normal

$$TN = TC \times v$$

Fonte: Peinado e Graeml (2007)

Onde:

- TN= Tempo Normal
- TC= Tempo Cronometrado (média)
- v= Velocidade do Operador/ritmo de trabalho (valor em percentual)

2.2.5 Determinação das tolerâncias e do tempo padrão

O tempo padrão é o resultado da soma entre o tempo normal e as tolerâncias necessárias para refletir as condições reais de trabalho. Essas tolerâncias consideram pausas inevitáveis ao longo da jornada, garantindo o bem-estar do operador e a viabilidade prática da operação.

Segundo Barnes (1977), as tolerâncias podem ser classificadas em três categorias:

- Tolerância pessoal: destinada a necessidades fisiológicas, como pausas para água ou banheiro, geralmente entre 2% e 5% da jornada.
- Tolerância para fadiga: relacionada ao esforço físico e mental exigido pela tarefa, variando conforme a intensidade do trabalho e as condições ambientais.
- Tolerância para espera: inclui interrupções inevitáveis, como ajustes de ferramentas ou atrasos no fornecimento de materiais. Pausas intencionais não são consideradas.

De acordo com Peinado e Graeml (2007), essas variações são incorporadas ao tempo normal por meio de um fator de tolerância (FT). A equação utilizada para o cálculo do tempo padrão (TP) é apresentada na Figura 3:

Figura 3: Equação para cálculo do tempo padrão

$$TP = TN \times FT$$

Fonte: Peinado e Graeml (2007)

Onde:

- TP = Tempo Padrão
- TN = Tempo Normal
- FT = Fator de Tolerância

O tempo padrão, conforme Cruz (2008), é uma ferramenta essencial para a gestão da produção, pois permite dimensionar a capacidade dos processos e estabelecer metas realistas de desempenho. Sua determinação considera o tempo normal acrescido de tolerâncias técnicas e inevitáveis, refletindo as condições reais de trabalho. Esse parâmetro também serve como base para a padronização das operações, contribuindo para o treinamento e avaliação dos operadores conforme métodos definidos.

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em uma empresa global do setor de transporte vertical, com presença em mais de 100 países, cerca de 50 mil colaboradores e 63 unidades de atendimento no Brasil. A unidade analisada possui 94 mil m² e abriga setores como montagem, usinagem, pintura, engenharia e desenvolvimento. O estudo ocorreu no setor 7D, responsável pela montagem de pisos e dispositivos de segurança de elevadores, onde foram observadas as operações e registrados os tempos de execução com foco na eficiência produtiva.

Adotou-se uma abordagem quantitativa, de natureza aplicada e com finalidade explicativa. O estudo de caso foi a estratégia principal, permitindo uma análise aprofundada do contexto operacional e a identificação de variáveis relevantes para a melhoria dos processos.

As atividades incluíram revisão bibliográfica sobre estudo de tempos e movimentos, cronoanálise e suas aplicações industriais. Em seguida, realizou-se observação direta do processo de montagem, com cronometragem digital calibrada. Os dados foram organizados em uma tabela com as etapas produtivas e sua classificação

quanto à agregação de valor. A sequência das atividades foi representada em um Gráfico de Gantt, facilitando a identificação de gargalos.

Com base na análise dos tempos e na definição do tempo-padrão, foram propostas melhorias voltadas à padronização de métodos e ao aperfeiçoamento do layout, visando maior eficiência, redução de desperdícios e previsibilidade operacional.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, os métodos apresentados na revisão teórica foram aplicados com o objetivo de viabilizar a cronoanálise para a determinação do tempo-padrão no setor de montagem de plataformas e aparelho de segurança, denominado 7D.

4.1 DESCRIÇÃO E DIVISÃO DA OPERAÇÃO EM ELEMENTOS

O estudo de tempos foi conduzido com apoio da Engenharia Industrial. A primeira etapa consistiu na divisão da operação em 19 elementos, conforme figura 4. Esses elementos foram classificados em três categorias: atividades que agregam valor (VA), de valor semiagregado (SVA) e sem valor agregado (NVA).

Figura 4: Divisão da operação em elementos

#	Etapa do Processo	VA	SVA	NVA
1	Separação dos itens a serem montados			X
2	Buscar piso		X	
3	Posicionar placa reforço e rebitar	X		
4	Posicionar rebites roscados		X	
5	Rebitar rebites roscados	X		
6	Fixar placa batente em ambos os lados	X		
7	Montar placa, colocar reforços e fixar no piso	X		
8	Montar suporte na placa	X		
9	Parafusar nos 4 cantos do piso	X		
10	Parafusar placa e reforços na estrutura	X		
11	Montar tubo de transmissão e posicionar	X		
12	Fixar e montar boloco do aparelho de segurança na placa	X		
13	Fixar tubo de transmissão na estrutura junto com a mola de acionamento	X		
14	Montar parte de acionamento	X		
15	Montar came de acionamento no tubo de transmissão	X		
16	Montar contato elétrico no suporte e fixar no piso	X		
17	Montar e fixar suportes damper	X		
18	Movimentar piso montado até a embalagem		X	
19	Embalar Material		X	

Fonte: O autor

As VA, como “posicionar placa reforço e rebitar”, estão ligadas à funcionalidade do produto. As SVA, como “embalar material”, são necessárias, mas não alteram o produto. Já as NVA, como “separação dos itens a serem montados”, não agregam valor e foram analisadas visando sua eliminação ou realocação.

Com base nessa análise, recomendou-se transferir a separação de itens para o setor de picking, permitindo que os montadores se concentrem nas etapas produtivas. A mudança gerou um ganho direto de eficiência.

4.2 CRONOMETRAGEM DOS ELEMENTOS

Após a divisão da operação, foram realizadas 10 medições de tempo para cada um dos 19 elementos. Os dados coletados estão organizados na figura 5. A média dos tempos observados foi utilizada para construir um gráfico de Gantt, que representa a sequência e a duração das atividades executadas por dois montadores, incluindo as etapas simultâneas, conforme o APÊNDICE A.

Figura 5: Média da coleta de tempos

TOTAL ATIVIDADES				
#	Processo	Tempo	Operador 1	Operador 2
1	Separação dos itens a serem montados	147,12	x	
2	Buscar piso	100,46		x
3	Posicionar placa reforço e rebitar	29,25		x
4	Posicionar rebites roscados	57,76	x	
5	Rebitar rebites roscados	96,73		x
6	Fixar placa batente em ambos os lados	76	x	x
7	Montar placa, colocar reforços e fixar no piso	210,55	x	x
8	Montar suporte na placa	57,2	x	x
9	Parafusar nos 4 cantos do piso	28,55	x	x
10	Parafusar placa e reforços na estrutura	69,95	x	
11	Montar tubo de transmissão e posicionar	48,89		x
12	Fixar e montar boloco do aparelho de segurança na placa	221,9	x	x
13	Fixar tubo de transmissão na estrutura junto com a mola de acionamento	107,51	x	x
14	Montar parte de acionamento	34,29	x	x
15	Montar came de acionamento no tubo de transmissão	20,04		x
16	Montar contato elétrico no suporte e fixar no piso	75	x	
17	Montar e fixar suportes damper	60	x	
18	Movimentar piso montado até a embalagem	22	x	
19	Emballar material	71	x	
Tempo Total (s)		1534,2	1238,83	1031,37
Tempo Total (min)		25,57	20,65	17,19

Fonte: O autor

Essa representação gráfica proporcionou uma visão clara do fluxo de trabalho, facilitando a identificação de sobreposições, gargalos e oportunidades de melhoria.

4.3 NÚMERO DE CICLOS

Para determinar o número de ciclos a serem cronometrados por elemento, foi adotado o método estatístico proposto por Peinado e Graeml (2007), que considera o nível de confiança, o erro relativo permitido, a amplitude amostral dos tempos observados e a média dos tempos coletados.

Inicialmente, definiu-se a aplicação de 10 ciclos por elemento, com nível de confiança de 90% ($Z = 1,65$), conforme apresentado na Figura 6. Para esse número de amostras, utilizou-se o coeficiente $D2 = 3,08$, conforme a Figura 7.

Figura 6: Coeficiente Z de distribuição normal

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: Adaptado de Peinado e Graeml (2007)

Figura 7: Coeficiente D2 de distribuição normal

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D2	1,1	1,69	2,06	2,33	2,53	2,7	2,85	2,97	3,08

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007)

Ao aplicar a equação com erro relativo de 10% ($Er = 0,10$), verificou-se a necessidade de 143 ciclos para garantir a confiabilidade estatística — número inviável para a prática. Para equilibrar precisão e viabilidade operacional, optou-se por um erro relativo de 31% ($Er = 0,31$), reduzindo o mínimo necessário para 15 ciclos.

Utilizou-se o coeficiente $D2 = 3,472$, conforme tabela de Milivojevic (2015). Com média de 80,74 segundos e amplitude de 201,86 segundos, aplicou-se a equação (1) com os seguintes parâmetros:

- $Z = 1,65$ (nível de confiança de 90%);

- $R = 201,86$ segundos (amplitude amostral);
- $Er = 0,31$ (erro relativo);
- $D_2 = 3,472$ (para 15 amostras);
- $\bar{X} = 80,74$ segundos (tempo médio observado);
- N = Número de ciclos necessários.

Obteve-se $N \approx 15$ ciclos. Para reforçar a confiabilidade, foram incluídas cinco medições adicionais, com resultados no gráfico de Gantt apresentado no APÊNDICE B.

4.4 AVALIAÇÃO DE RITMO, TEMPO NORMAL E TEMPO PADRÃO

A avaliação do ritmo de trabalho foi realizada com base no método de Peinado (2007), que adota o valor 100 como referência para uma execução em velocidade normal. Essa padronização permite comparar o desempenho dos operadores, mesmo em atividades com certo grau de subjetividade.

Antes da coleta dos dados, os colaboradores foram orientados a manter um ritmo constante e natural, evitando acelerações ou lentidões intencionais. Durante a execução das tarefas, foram acompanhados de forma contínua, garantindo a fidelidade das medições.

O tempo total registrado foi de 25,50 minutos, valor considerado como o Tempo Cronometrado (TC). Assumindo um ritmo de 100%, aplicou-se a fórmula para cálculo do Tempo Normal (TN), conforme a equação (2):

- TN = Tempo Normal
- TC = Tempo Cronometrado
- v = Valor percentual da velocidade (neste caso, 100)

Assim, obteve-se o valor de $TN = 25,50$ minutos. A determinação do tempo normal é fundamental, pois representa a base para o cálculo do tempo padrão.

A definição do fator de tolerância considerou as condições reais de trabalho, com base nas tabelas de tolerância por condições físicas conforme proposto por Niebel (apud Peinado e Graeml, 2007).

A operação é influenciada por tolerâncias relativas à fadiga, às condições térmicas e ao ambiente de trabalho. Com base nessa análise, adotou-se uma tolerância total de 15%, valor compatível com práticas observadas em empresas brasileiras que, segundo Peinado e Graeml (2007), costumam adotar entre 15% e 20% do tempo para compensar essas variáveis, conforme Figura 8.

Figura 8: Avaliação de tolerâncias

TOLERÂNCIAS	%
1. Tolerância de Trabalho	
a. Necessidades Pessoais	5
b. Ficar em pé	2
c. Monotonia média	1
1.Fadiga	
b. Físico	3
c. Ambiental	4
TOTAL	15%

Fonte: Adaptado de Niebel (apud Peinado e Graeml, 2007)

Com base no tempo normal de 25,50 minutos e no fator de tolerância de 1,15 (15%), o tempo padrão foi estimado em 29,33 minutos. Esse valor reflete as condições reais de trabalho e está fundamentado na Equação (3) e nos dados apresentados no registro da coleta de tempos do APÊNDICE C.

4.5 PROPOSTA DE MELHORIA E IMPLEMENTAÇÃO

A cronoanálise identificou uma atividade sem valor agregado relacionada à separação de itens, que foi transferida ao setor de picking. Essa mudança permitiu que os montadores se concentrassem nas etapas produtivas, resultando em uma redução de 2,93 minutos no tempo total de produção, equivalente a cerca de 10%.

Para compreender a origem do problema, aplicou-se o método dos 5 porquês, conforme Ohno (1997), o qual revelou que a ausência de uma bancada adequada dificultava a organização dos materiais e aumentava o tempo de movimentação, conforme o APÊNDICE D.

Foi elaborado um plano de ação para o desenvolvimento de uma bancada otimizada, fundamentado nos princípios do estudo de tempos e movimentos. A nova estrutura foi projetada para permitir a organização prévia dos materiais no ponto de uso, eliminando deslocamentos desnecessários e promovendo um fluxo contínuo de trabalho.

A otimização da bancada é ilustrada na Figura 9, que apresenta, em sequência, o cenário anterior, a fase de transição e a bancada otimizada:

Figura 9: Antes, durante e depois da otimização da bancada



Fonte: O autor

Para avaliar os impactos da melhoria, foi realizado um novo ciclo de 15 medições, conforme registrado no APÊNDICE E. As mudanças eliminaram atividades sem valor agregado, reduziram o tempo de movimentação e melhoraram o armazenamento. Como resultado, o tempo-padrão foi reduzido em 3,58 minutos, representando uma diminuição de 12,20%.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo tem como objetivo avaliar os impactos da cronoanálise na eficiência operacional de uma multinacional do setor de elevadores. Os resultados obtidos demonstram que esse objetivo é alcançado, ao evidenciar que a aplicação da cronoanálise permite identificar e eliminar atividades sem valor agregado, além de promover melhorias no layout e na padronização dos métodos de trabalho.

A principal contribuição prática da pesquisa consiste na redução de 12,20% no tempo-padrão, alcançada por meio da realocação de tarefas e da implementação de uma

bancada otimizada. Essas intervenções resultam em ganhos significativos de produtividade e melhoria no fluxo operacional, reforçando a eficácia da cronoanálise como ferramenta de melhoria contínua.

A metodologia adotada se mostra adequada ao tipo de pesquisa proposto, permitindo uma análise prática e alinhada à realidade do setor estudado. A bibliografia utilizada oferece suporte teórico consistente, contribuindo para a fundamentação das análises e decisões ao longo do trabalho.

Além disso, o estudo destaca a importância da integração entre as áreas de engenharia e da utilização de métodos estruturados, como os 5 porquês, para aprofundar a análise de causas e embasar decisões com base em dados concretos. A análise dos resultados confirma que os objetivos específicos são alcançados e que a cronoanálise contribui para ganhos operacionais relevantes.

Entre as limitações do trabalho, destaca-se a quantidade reduzida de ciclos cronometrados, o que pode comprometer a precisão estatística dos resultados. Também se observa que fatores humanos, como fadiga, motivação e experiência dos operadores, não são explorados em profundidade, embora influenciem diretamente o desempenho operacional.

Recomenda-se que pesquisas futuras investiguem o impacto do layout na linha de montagem e considerem variáveis humanas no desempenho operacional. Também é relevante explorar a replicabilidade do modelo em outros setores da empresa.

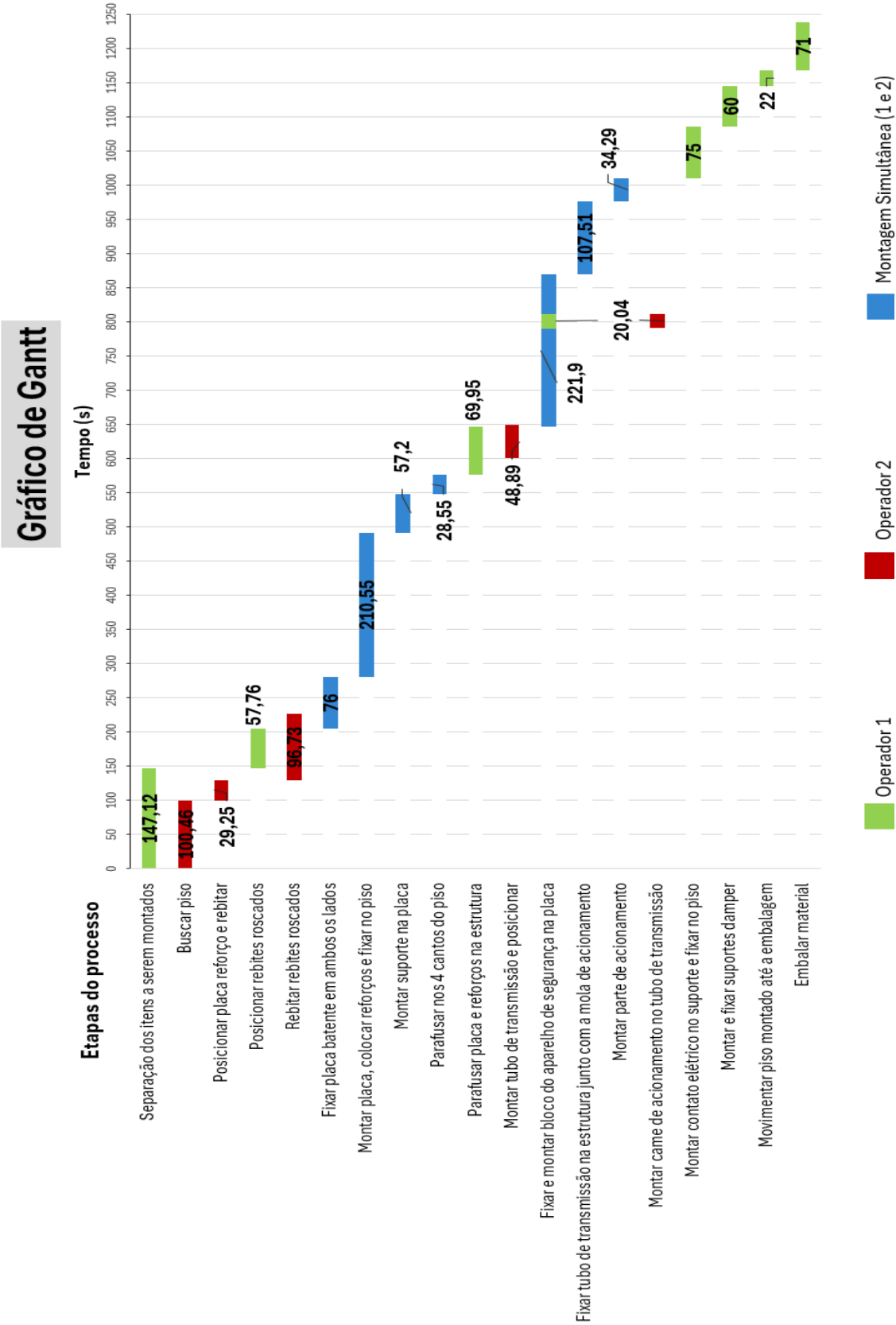
Conclui-se que a aplicação sistemática da cronoanálise contribui para a eficiência produtiva, sendo uma estratégia viável para empresas que buscam competitividade e melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

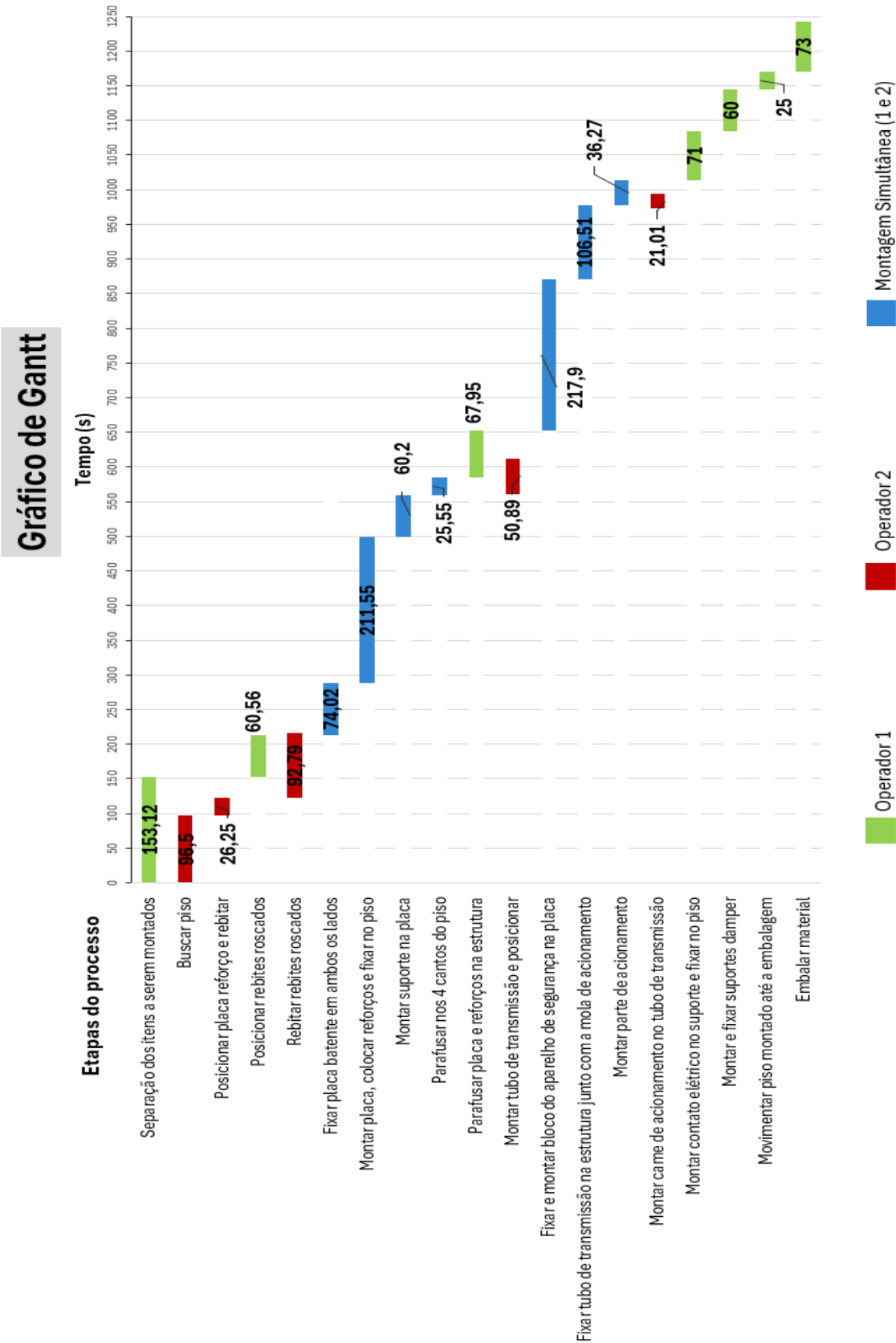
- BARNES, R.M. **Estudo de tempos e movimentos: projeto e medida do trabalho**. Tradução de Sergio Luis Oliveira Assis, José S. Guedes Azevedo e Arnaldo Pallota. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.
- COSTA JÚNIOR, Eudes Luiz. **Gestão em processos produtivos**. Curitiba: Ibplex, 2008.
- CRUZ, J.M. **Melhoria do tempo-padrão de produção em uma indústria de montagem de equipamentos eletrônicos**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2008.
- MILIVOJEVICH, Andrew. **D2 values for the distribution of the average range**. 2015. Disponível em: <https://andrewmilivojevich.com/d2-values-for-the-distribution-of-the-average-range/>. Acesso em: 02 abr. 2025.
- NASCIMENTO, Lenuzia Santos; NASCIMENTO, Paula Flaviane Pinheiro; PEREIRA, Karoline Isabelle de Almeida; SOUZA, Mariane Cristina Lima. **Estudo de tempos e movimentos no processo produtivo de uma organização do ramo alimentício**. Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção v. 2, n. 3. Jul./Dez. 2014.
- OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Tradução de Cristina Schumacher; revisão técnica de Paulo C. D. Motta. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.
- PERBONI, Fábio. **Análise do controle de produção através da cronoanálise, visando melhorias produtivas em uma empresa de esquadrias de madeira**. 2007. 54f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Administração) - Universidade do Contestado (UNC), Caçador, 2007.
- SILVA, Argens Valente; COIMBRA, Rubens Ricardo de Castro. **Manual de tempos e métodos**. São Paulo: Hemus, 1980.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. Tradução de Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fabio Alher. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SOUZA, E. L. **Proposta e aplicação de um modelo de cronoanálise para os setores de soldagem e montagem de uma empresa de agronegócios**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) – Faculdade Horizontina (FAHOR), Horizontina, 2012.
- TOLEDO, Itys Fides Bueno. **Tempos & Métodos**. 8.ed. São Paulo. Edição. Assessoria Escola Editora, 2004

VENÂNCIO, Alan de Matos; PONTES, Heraclito Lopes Jaguaribe; CORDEIRO, Rodrigo Anjos; CARNEIRO, Rebeca Farias; RIBEIRO, Pedro Davi Matos. **Estudo de layout e tempos e métodos no processo de produção de uma indústria e fabricação de carrocerias**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, XXXV., Fortaleza., 2015.

APÊNDICE A



APÊNDICE B



APÊNDICE C

QTD. CICLOS	ELEMENTOS DAS OPERAÇÕES (S)								
	ELEM 1	ELEM 2	ELEM 3	ELEM 4	ELEM 5	ELEM 6	ELEM 7	ELEM 8	ELEM 9
1	155,86	99,23	28,1	62,78	95,3	76,5	215,09	62,51	27,1
2	148,34	92,15	24,55	58,1	88,22	71,88	207,45	57,88	23,45
3	151,12	97,88	27,32	61,95	91,05	75,22	210,32	61,12	26,32
4	157,01	94,6	25,01	59,33	94,58	73,1	213,88	59	24
5	150,56	98,05	29,87	63,5	89,75	77,05	208,95	63,7	28,87
6	154,98	91,5	23,9	57,55	93,12	70,5	212,2	57,25	22,8
7	149,63	95,37	26,6	61,38	90,9	74,67	206,8	60,58	25,78
8	152,78	97,12	28,53	62,9	92,47	75,83	211,65	61,7	27,53
9	158,55	93,8	24	58,7	95,95	72,4	215,75	58,4	23,25
10	151,9	98,65	27,5	62,15	91,3	76,35	209,5	62,05	26,95
11	148,7	90,95	23,1	57,05	93,7	70,15	213,2	56,9	22,5
12	156,45	97	27,05	61,6	91,15	75	208,1	61,45	26,05
13	156,22	93,7	25,1	59,9	92,85	73,1	210,8	59,6	24,4
14	150,05	99,78	29,15	63,25	95,7	77,4	214,56	63,35	28,15
15	154,72	92,9	24,1	58,4	95,9	71,2	215	57,57	26,1
Tempo Normal	2296,87	1432,68	393,88	908,54	1391,94	1110,35	3173,25	903,06	383,25
Média	153,12	96,5	26,25	60,56	92,79	74,02	211,55	60,2	25,55
Ritmo	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Tolerância	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Fator de Tolerância	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%
Tempo Padrão (s)	176,09	110,98	30,19	69,64	106,71	85,12	243,28	69,23	29,38
Tempo Padrão (min)	2,93	1,85	0,50	1,16	1,78	1,42	4,05	1,15	0,49

QTD. CICLOS	ELEMENTOS DAS OPERAÇÕES (S)									
	ELEM 10	ELEM 11	ELEM 12	ELEM 13	ELEM 14	ELEM 15	ELEM 16	ELEM 17	ELEM 18	ELEM 19
1	70,1	53,1	220,49	109,09	38,4	23,1	73,5	62,5	27	75,5
2	65,45	48,45	212,85	102,45	33,75	19,45	68,88	57,88	22,35	70,88
3	68,72	51,72	215,72	105,32	37,02	22,32	72,22	61,22	25,62	74,22
4	66,3	49,3	219,72	108,88	34,6	20	70,1	59,1	23,9	72,1
5	70,85	53,85	214,35	103,95	39,15	24,87	74,05	63,05	27,75	76,05
6	64,8	47,8	217,6	107,2	33,4	18,8	67,5	56,5	22,7	69,5
7	68,27	51,27	212,2	101,8	36,47	21,78	71,67	60,67	25,17	73,67
8	69,43	52,43	218,95	106,65	37,63	22,53	72,83	61,83	26,5	74,83
9	65,7	48,7	221,15	110,75	34	19,25	69,4	58,4	22,6	71,4
10	70,35	53,35	222	106,9	38,65	22,2	72,25	62,35	27,45	75,35
11	66,9	48,45	218,4	107,9	35,76	18,3	67,15	56,15	22,6	69,15
12	68,5	51,9	218,55	105,4	37,3	22,05	72	60	25	74
13	67,6	49,6	219,3	109,8	35,2	19,4	70,7	59,7	24,8	72,7
14	71	54,19	219,6	106,53	39,8	21,1	74,65	63,65	28,95	76,65
15	65,3	49,3	217,72	105,1	33,01	20,11	68,22	57,22	22,07	70,22
Tempo Normal	1019,27	763,41	3268,6	1597,72	544,14	315,26	1065,12	900,22	374,46	1096,22
Média	67,95	50,89	217,9	106,51	36,27	21,01	71	60	25	73
Ritmo	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Tolerância	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Fator de Tolerância	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%
Tempo Padrão (s)	78,14	58,52	250,59	122,49	41,71	24,16	81,65	69,00	28,75	83,95
Tempo Padrão (min)	1,30	0,98	4,18	2,04	0,70	0,40	1,36	1,15	0,48	1,40

APÊNDICE D

ANÁLISE DE CAUSA RAIZ - 5 PORQUÊS	
Porquê	Resposta
1º Porquê	Por que há perda associada à movimentação do operador?
Resposta	Porque o operador precisa se deslocar constantemente para pegar os materiais.
2º Porquê	Por que o operador precisa se deslocar constantemente?
Resposta	Porque os materiais não estão dispostos de forma otimizada para o processo.
3º Porquê	Por que os materiais não estão dispostos de forma otimizada para o processo?
Resposta	Porque a bancada não é adequada para a sequência lógica definida de montagem.
4º Porquê	Por que a bancada não é adequada para a sequência lógica definida de montagem?
Resposta	Porque não há uma bancada otimizada que acompanhe a lógica de fluxo e organização do processo.
5º Porquê	Por que não há uma bancada otimizada para o processo?
Resposta	Porque não foi feito um estudo para desenvolver uma bancada específica para otimizar a organização dos materiais de acordo com a sequência de montagem.
Conclusão	A falta de uma bancada otimizada para o processo impede a organização eficiente dos materiais e dificulta a movimentação dos operadores, resultando em perdas no tempo de produção.

APÊNDICE E

QTD. CICLOS	ELEMENTOS DAS OPERAÇÕES (S)							
	ELEM 1	ELEM 2	ELEM 3	ELEM 4	ELEM 5	ELEM 6	ELEM 7	ELEM 8
1	122,09	28,1	66,98	95,3	76,5	213,21	58,51	26,1
2	0	22,45	58,1	88,22	71,88	215,33	56,88	24,45
3	125,93	26,8	62,98	91,05	75,22	211,57	62,12	27,32
4	0	25,01	61,32	91,8	73,1	207,18	60	23
5	120,58	25,97	64,9	92,75	77,05	214,02	64,7	29,87
6	0	24,6	58,69	89,12	70,5	208,61	58,25	21,8
7	130,32	23,6	61,38	90,9	74,67	216,33	61,58	26,78
8	0	24,5	62,9	94,47	75,83	210,91	62,7	28,53
9	121,14	24,9	64,42	92,98	72,4	207,68	59,4	22,25
10	0	25,2	65,94	91,3	76,35	211,34	63,05	27,95
11	124,5	23,03	67,46	93,7	70,15	209,66	57,9	21,5
12	0	25,05	57,6	91,15	75	213,15	60,45	27,05
13	125,58	23,2	58,9	95,15	73,1	209,48	60,6	25,4
14	0	22,15	60,25	96,7	77,4	206,93	62,35	27,15
15	125,8	22,1	59,96	94,12	71,2	215,89	56,57	25,1
Tempo Normal	995,94	366,66	931,78	1295,73	1110,35	3171,29	905,06	384,25
Média	66,40	24,44	62,12	92,55	74,02	211,42	60,34	25,62
Ritmo	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Tolerância	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Fator de Tolerância	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%
Tempo Padrão (s)	76,36	28,11	71,44	106,43	85,13	243,13	69,39	29,46
Tempo Padrão (min)	1,27	0,47	1,19	1,77	1,42	4,05	1,16	0,49

QTD. CICLOS	ELEMENTOS DAS OPERAÇÕES (S)									
	ELEM 9	ELEM 10	ELEM 11	ELEM 12	ELEM 13	ELEM 14	ELEM 15	ELEM 16	ELEM 17	ELEM 18
1	71,1	52,1	219,49	110,09	37,4	24,1	72,5	61,5	24,10	70,5
2	64,45	47,45	211,85	101,45	34,75	20,45	67,88	56,88	21,35	69,88
3	69,72	52,72	214,72	106,32	36,02	21,32	71,22	59,22	24,62	73,22
4	65,3	50,3	220,72	107,88	35,6	21	69,1	60,1	22,90	71,1
5	69,85	52,85	213,35	104,95	40,15	25,87	73,05	58,05	23,75	72,05
6	63,8	48,8	216,6	108,2	34,4	19,8	66,5	55,5	21,70	68,5
7	69,27	52,27	213,2	102,8	37,47	22,78	70,67	59,67	24,17	72,67
8	68,43	51,43	217,95	107,65	38,63	21,53	71,83	60,83	23,50	71,83
9	64,7	47,7	220,15	109,75	35	20,25	68,4	57,4	23,60	70,4
10	71,35	52,35	221	107,9	37,65	23,2	73,25	61,35	26,45	70,35
11	67,9	49,45	217,4	108,9	36,76	19,3	66,15	57,15	23,60	68,15
12	67,5	50,9	217,55	104,4	38,3	21,05	71	61	24,30	73
13	66,6	48,6	218,3	108,8	36,2	20,4	69,7	58,7	23,80	71,7
14	70	53,19	218,6	105,53	40,8	22,1	73,65	62,65	27,95	75,65
15	64,3	48,3	216,72	104,1	34,01	21,11	67,22	58,22	21,07	69,22
Tempo Normal	1014,27	758,41	3257,6	1598,72	553,14	324,26	1052,12	888,22	356,86	1068,22
Média	67,62	50,56	217,17	106,58	36,88	21,62	70,14	59,21	23,79	71,21
Ritmo	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1,00	100%
Tolerância	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	0,15	15%
Fator de Tolerância	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	1,15%	0,01	1,15%
Tempo Padrão (s)	77,76	58,14	249,75	122,57	42,41	24,86	80,66	68,10	27,36	81,90
Tempo Padrão (min)	1,30	0,97	4,16	2,04	0,71	0,41	1,34	1,13	0,46	1,36