

Implementação do Sistema Lean Manufacturing em uma linha de produção de uma indústria metalmeccânica na cidade de Igarassu -PE

Implementation of Lean Manufacturing System in a machining company in the city of Igarassu-PE

Mariana Lima ^{1,2}  orcid.org/0000-0002-0416-7591

Rogério Pontes de Araújo ^{2,3}  orcid.org/0000-0001-9045-6762

¹ Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil,

² Graduação em Engenharia Mecânica Industrial, Escola Politécnica de Pernambuco, Pernambuco, Brasil,

³ Doutorado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

E-mail do autor principal: Mariana Lima marianacecilia Lima@hotmail.com

Resumo

A filosofia de gestão *Lean Manufacturing*, também conhecida como “*Toyota Production System*”, apresenta ferramentas que visam agregar mais valor ao produto ou processo, obtendo maior lucratividade e menor custo possível. Este trabalho tem por objetivo realizar um estudo de caso através da implantação da Metodologia *Lean Manufacturing* em uma linha de produção de uma indústria metalmeccânica em Igarassu-PE, a fim de aumentar a produtividade e reduzir os desperdícios, propondo melhorias por meio de ferramentas do sistema *Lean*. Para este artigo foi utilizada uma metodologia de caráter descritivo e exploratório tendo como meios de investigação a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso com a apresentação de propostas de melhorias e resultados atingidos. Após a implantação do sistema *Lean Manufacturing* no setor estudado, os ganhos alcançados foram a redução de 23% da área utilizada, a redução de 58% no estoque intermediário e o aumento da produtividade em 57%, mostrando assim a importância e a aplicabilidade deste sistema para a indústria.

Palavras-Chave: *Lean Manufacturing*; Produtividade; Melhoria contínua.

Abstract

The Lean Manufacturing management philosophy, also known as "Toyota Production System", presents tools that aim to add more value to the product or process, obtaining greater profitability and the lowest possible cost. This work aims to conduct a case study through the implementation of Lean Manufacturing Methodology in a production line of a metalmechanical industry in Igarassu-PE, in order to increase productivity and reduce waste, proposing improvements through tools of the Lean system. For this article, a methodology of a descriptive and exploratory character was used, having as means of investigation the bibliographic research and the case study with the presentation of proposals for improvements and results achieved. After the implementation of the Lean Manufacturing system in the sector studied, the gains achieved were the reduction of 23% of the area used, the reduction of 58% in the intermediate stock and the increase in productivity by 57%, thus showing the importance and applicability of this system for the industry.

Key-words: *Lean Manufacturing*; Productivity; Continuous improvement.

1 Introdução

Diante de um mercado altamente globalizado observa-se uma crescente concorrência entre as empresas e corporações, sendo assim é de fundamental importância para essas organizações a aplicação de ferramentas que visem aumentar a vantagem frente aos concorrentes. Para atingir essa vantagem competitiva, o principal caminho é a eliminação de desperdícios. Existem sete desperdícios clássicos que afetam o processo de produção: espera, produtos defeituosos, transporte, movimentação, excesso de estoque, excesso de produção e mau processamento [1]. A eliminação destes desperdícios baseados em ferramentas e técnicas de redução de custos surgem como subsídios fundamentais para a sobrevivências das empresas. Dentre essas ferramentas, podemos destacar o *Lean Manufacturing* que é uma filosofia de gestão baseada em práticas do Sistema Toyota de Produção (STP).

O *Lean Manufacturing*, cujo objetivo visa à eliminação das perdas do processo produtivo, torna-se um sistema de produção completo sendo referência, trazendo redução de custos, maior produtividade e qualidade no processo, garantindo a sobrevivência das empresas [2]. Tendo seu princípio na indústria automobilística, atualmente essa filosofia é utilizada por várias empresas que têm por objetivo a eliminação dos desperdícios e a redução dos custos de produção. O intuito principal é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida [1]. Este sistema também foi definido como "um sistema sócio-técnico, cujo principal objetivo é eliminar o desperdício, reduzindo ou minimizando fornecedores, clientes e a variabilidade interna" de uma organização [3].

Desta forma, discutir sobre a implantação do Sistema *Lean Manufacturing* em um setor de usinagem em uma indústria do setor metalmeccânico em Igarassu-PE justifica-se por ser um potencial instrumento de eliminação de desperdícios e aumento de produtividade, elevando a empresa à maiores níveis de eficiência. Deste modo, para atingir o objetivo proposto foi realizado uma pesquisa bibliográfica buscando a compreensão e embasamento dos conceitos para a elaboração do estudo. Posteriormente, por meio de pesquisa documental e de campo na empresa foi possível a coleta de dados e realização do estudo de caso.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Sistema *Lean Manufacturing*

O sistema *Lean Manufacturing* teve sua origem no Japão, logo após a Segunda Guerra Mundial, quando o Japão se deparou com enormes dificuldades que se projetaram nas indústrias automobilísticas. Em 1990, o Sistema Toyota de Produção (STP) ficou conhecido como *Lean Manufacturing* ou Produção Enxuta (PE). O termo *Lean Manufacturing* popularizou-se com a publicação do livro "A máquina que mudou o mundo" de Womack, Jones e Ross (2004). A Produção Enxuta foi considerada uma alternativa ao modelo fordista [4]. A Toyota destacou-se mundialmente visto que produzia automóveis com menos estoque, esforço humano, investimentos e defeitos e, além disso, introduzia uma variedade maior de produtos [5].

Através disso, este sistema tem como abordagem identificar e eliminar desperdícios (atividades que não agregam valor ao produto) através de melhorias contínuas, otimizando os processos e produtos. Os princípios da Produção Enxuta estão relacionados à geração de valor, identificação de atividades sem valor agregado, identificação das etapas corretas para produção do produto, criar fluxo contínuo, produzir na quantidade certa e a busca pela melhoria contínua, buscando a remoção das perdas e desperdícios [6].

A implantação do *Lean Manufacturing* em uma organização se resume em três etapas: I) Pré-implantação, que considera o treinamento dos funcionários e o engajamento da empresa; II) Implantação, que leva em conta a identificação dos desperdícios; III) Pós-implantação, para uma avaliação e proposta de melhorias em forma contínua [5].

2.2 Os 7 Desperdícios no Sistema *Lean Manufacturing*

A Produção Enxuta visa aumentar a taxa que agrega valor com a eliminação das perdas. Logo, para eliminar as perdas faz-se necessária a identificação de acordo com os sete tipos de perda instituídos pelo Sistema Toyota de Produção [6]. Os 7 desperdícios são classificados em:

1. Superprodução: Produzir mais ou mais rápido que o necessário. A superprodução é caracterizada por se produzir mais do que se pode vender resultando em um aumento no estoque de

produtos acabados. A superprodução é considerada um desperdício, uma vez que estoque em excesso demanda custos de armazenagem e risco de depreciação do produto podendo se tornar obsoletos até que possam ser vendidos.

2. Transporte excessivo: A movimentação de materiais, ferramentas, pessoas, suprimentos documentos ou equipamentos de forma a não agregar valor ao produto é considerada como movimentação desnecessária. Quando qualquer recurso é movido ou transportado de um local para outro sem necessidade, é criado o desperdício de transporte.

3. Processamento em si: Processo realizado pelo homem ou máquina que não agrega valor. Este tipo de desperdício não agrega valor ao produto e são constituídos de etapas adicionais que incrementam o produto com valores que os clientes não necessitam. Também pode-se considerar desperdícios de processamento a produção em excesso de documentação.

4. Espera: Ociosidade humana ou de equipamentos. O desperdício referente ao tempo de espera que ocorre quando os recursos são obrigados a esperar desnecessariamente em virtude de atrasos na chegada de materiais ou disponibilidade de outros recursos, incluindo informações. Significa dizer que os recursos humanos ou maquinários estão disponíveis, porém não são utilizados.

5. Estoques desnecessários: Estoque excessivo de produto final, insumos ou matérias-primas. A compra e armazenamento excedentes de insumos, materiais ou outros recursos geram estoques desnecessários. Também é considerado como estoque desnecessário, o acúmulo de produtos semiacabados entre as etapas de um processo produtivo. Excesso de estoque gera manutenção do inventário, manutenção do estoque e desperdício de espaço operacional.

6. Movimentação desnecessária: Movimentação desnecessária de trabalhadores. O desperdício no movimento acontece quando ocorrem movimentos desnecessário do corpo ao executar uma tarefa ou quando ocorre o deslocamento entre áreas distintas de uma empresa. Os trabalhadores cometem este tipo de desperdício quando procuram por ferramentas ou documentos ou quando seu local de trabalho está cheio ou desorganizado.

7. Produtos defeituosos: Processamento na produção de produtos defeituosos e retrabalho em produtos defeituosos. Produtos de má qualidade ou defeitos ocasionados por erros no processamento resultam na insatisfação do cliente e danos à imagem da empresa gerando desperdícios financeiros e de tempo ao repor um produto defeituoso.

2.3 Princípios do Sistema *Lean Manufacturing*

Com o objetivo de eliminar os desperdícios a fim de tornar a empresa mais flexível e capaz de responder as necessidades dos clientes entregando produto ou serviço no menor tempo possível com qualidade e baixo custo, a Produção Enxuta apoia-se em cinco princípios [7]:

- **Valor:** O que o cliente define. A organização deve identificar e atender a necessidade do cliente.
- **Fluxo de valor:** Identificar o fluxo de valor de toda a cadeia produtiva afim de eliminar atividades que não agregam valor ao produto.
- **Fluxo Contínuo:** Criar fluxo contínuo de processo sem interrupções, desperdícios e estoques, fazendo com que os processos fluam reduzindo o tempo de produção.
- **Produção Puxada:** Permitir que o cliente puxe o valor, ou seja, introduzir um sistema de produção puxado estabelecido pela necessidade do cliente.
- **Perfeição:** É o aprimoramento contínuo. Ocorre a partir do momento em que a empresa especifica o valor com exatidão, identifica o fluxo de valor, busca o fluxo contínuo de seu processo e permite que o cliente puxe o valor.

2.4 Principais Ferramentas do *Lean Manufacturing*

A metodologia *Lean Manufacturing* carrega consigo uma vasta gama de ferramentas e técnicas que conduzem e auxiliam na implantação do pensamento enxuto nas organizações. Este subcapítulo tem o objetivo de fazer uma breve descrição destas técnicas, e algumas delas serão utilizadas no estudo de caso.

a) Mapeamento de Fluxo de Valor (*Value Stream Map -VSM*)

Entende-se por VSM, a estruturação dos fluxos de materiais e informações ao longo de toda a cadeia de suprimentos necessários para a entrega de um determinado produto ao cliente final. Essa ferramenta oferece uma visão global de todas as etapas de produção de um produto, desde o fornecedor até o cliente final, analisando todas as atividades que agregam ou não valor para propor melhorias [8].

b) *Lead Time*

É tempo total de receber a informação e/ou material até concluir a ordem do pedido, considerando que não há ação feita antes do tempo [9] ou ainda o tempo que decorre desde a criação da ordem pelo cliente até que o produto/serviço seja efetivamente recebido por ele [10]. É, portanto, a medida de tempo necessário para o produto percorrer todas as etapas descritas no Mapa de Fluxo de Valor (VSM).

c) *Takt Time*

O *Takt Time* corresponde ao ritmo de produção necessário para atender à demanda, ou seja, o tempo de produção que se tem disponível pelo número de unidades a serem produzidas em função da demanda. O *Takt Time* é definido como “o resultado da divisão do tempo diário de operação pelo número de peças requeridas por dia” [1].

d) Estudo de Tempos e Movimentos (TCO)

O balanceamento da linha constitui do processo no qual a carga de trabalho é dividida entre os operadores da linha de produção de modo a atender o *Takt time*, assim cada operação do processo produz de maneira sincronizada e na quantidade adequada mantendo um fluxo contínuo em toda a linha [11].

e) Programa 5S

A metodologia 5S é uma das ferramentas utilizadas para incutir a melhoria contínua de uma forma sequenciada e gradual nas empresas [12]. Os 5S consistem em uma metodologia que engloba cinco atividades, utilizadas para construir um espaço de trabalho organizado e adequado segundo os princípios *Lean Manufacturing* [13].

Este programa teve início no Japão, no começo da década de 1950. Seus principais objetivos são: evitar desperdícios, facilitar a execução das atividades e localização de recursos disponíveis. O programa 5S se baseia em 5 fundamentos: Seiri (Senso de utilização), Seiton (Senso de organização), Seiso (Senso de

limpeza), Seiketsu (Senso de padronização) e Shitsuke (Senso de disciplina).

f) Fluxo contínuo

É o processamento do produto movendo-o para a etapa seguinte que agrega valor, evitando que o produto fique estagnado no processo. A implementação do fluxo unitário de peças visa acabar com o desperdício de espera entre os processos produtivos.

g) Padronização do trabalho

A padronização do trabalho significa que todos os operadores devem fazer as tarefas da mesma forma, seguir a mesma sequência de operações e utilizar as mesmas ferramentas para executar cada uma das atividades [14].

3. Estudo de caso

3.1 Caracterização da empresa

A empresa utilizada como objeto de estudo para este trabalho é uma indústria do ramo de metalmeccânica localizada na cidade de Igarassu – PE. Esta organização é uma multinacional renomada, servindo de fornecedora para grandes montadoras do ramo automobilístico. O setor em estudo é responsável por realizar a usinagem e a calibração das peças.

3.2 Desenvolvimento do projeto

Nesta seção serão abordados os passos metodológicos para a execução do projeto e conseqüentemente para a coleta dos resultados atingidos. O estudo foi dividido em duas partes: coleta de dados e aplicação das ferramentas do *Lean Manufacturing*.

3.2.1 Coleta de dados

Nesta etapa foi realizada a pesquisa de campo, onde foi possível o diagnóstico da situação atual, e a elaboração de análises que auxiliaram na identificação dos pontos de melhorias do setor. Para implementar esta filosofia, o principal ponto inicia-se na necessidade de compreender perfeitamente como efetivamente opera todo o processo produtivo atualmente, pois só

assim será possível propor melhorias e alcançar bons resultados.

Em seguida, constatar o que de fato os clientes consideram como Valor no produto, tentando ir ao seu encontro. Por último, não ter medo de melhorar.

É neste sentido, que surgem as metodologias *Lean*, como ferramentas na detecção e eliminação de desperdícios [15].

Após o levantamento das informações no processo, foi possível identificar os principais pontos de desperdícios no setor em estudo. São eles:

Alto Lead Time no setor: equipamentos em áreas distantes umas das outras, o que aumentava o desperdício por transporte;

Falta de cálculo do Takt Time: indefinição da necessidade real do cliente e excesso de estoque intermediário no processo;

Ausência do trabalho padronizado: falta de regra para a execução da atividade, resultando em excesso de movimentação e alteração nos tempos de produção;

3.2.2 Aplicação de ferramentas *Lean*

Como foi dito na fundamentação teórica deste artigo, o *Lean Manufacturing* dispõe de 7 ferramentas principais para a sua implantação: Mapa de Fluxo de valor, *Lead Time*, *Takt time*, Análise de tempos e movimentos, Programa 5S e Fluxo contínuo. No estudo de caso deste trabalho serão abordadas 5 destas ferramentas, pois o Programa 5S e o Fluxo contínuo já são utilizados pela empresa em questão.

➤ Mapa de Fluxo de Valor e *Lead Time*

Para o diagnóstico da situação atual do setor foi elaborado um Mapa de Fluxo de Valor, Apêndice A. Neste mapeamento, foi possível identificar o *Lead Time* do processo e todas as informações, desde a chegada do pedido da peça até a peça ser entregue ao cliente. Através dele foi possível identificar as perdas que estavam ocorrendo, bem como as operações que não agregavam valor ao produto. O Mapa de fluxo de Valor trouxe uma visão macro de toda a cadeia produtiva da peça.

Posteriormente, iniciou-se o estudo do *layout* do setor. Através das observações foi possível identificar um espaço com 233 m² de área ocupada,

equipamentos em áreas distintas e um fluxo cruzado dentro do processo, dificultando o gerenciamento e elevando o *Lead Time* do produto. A Figura 1 mostra o fluxo cruzado do processo, onde a peça inicia seu processamento na direção contrária à sua saída do setor.

Figura 1: Fluxo do processo do setor em estudo.

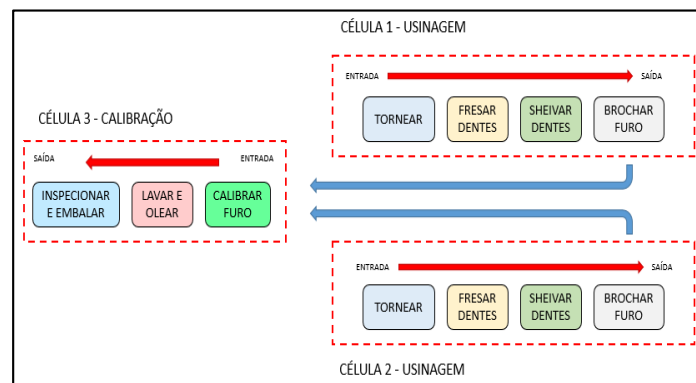
Fonte: Próprio autor (2020)

➤ Cálculo do *Takt time*

Para o cálculo do tempo *Takt* foi necessário identificar a demanda diária do cliente e a disponibilidade de tempo de produção do setor. A Equação (1) demonstra o cálculo do *Takt time* para esta peça e a Tabela 1 contém as informações necessárias para a definição do *Takt Time*.

$$\text{TEMPO TAKT} = \frac{\text{TEMPO LIQUIDO DISPONIVEL}}{\text{DEMANDA (Pçs/dia)}} \quad (1)$$

Tabela 1: Cálculo do *Takt Time*



DOI: 10.25286/repa.v6i4.1668

Produção diária	1.734 pçs/dia
Tempo disponível diário	16,98 hr/dia
Takt Time	35 segundos por peça

Fonte: Próprio autor (2020)

➤ **Análise de Tempos e Movimentos (TCO)**

Para o estudo de movimentação dos operadores do processo foi utilizado a ferramenta denominada Diagrama de Espaguete. Também conhecido como diagrama de fluxo é elaborado com base no *layout* do ambiente de trabalho e demonstra o caminho percorrido pelo produto ou cliente na medida em que ele se movimenta dentro do fluxo de valor [16].

A partir desta ferramenta foram identificados todos os tempos necessários para a execução de cada atividade no processo. O resultado médio encontrado por pessoa foi de 2,5 quilômetros percorridos durante o expediente de trabalho. Na análise de tempos foi identificado o tempo de execução das atividades de usinagem e de calibração, 7,41 segundos e 15,61 segundos, respectivamente, como mostrado na Figura 2.

Figura 2: Gráfico comparativo entre o Takt e o TCO
Fonte: Próprio autor (2020)

➤ **Trabalho Padronizado**

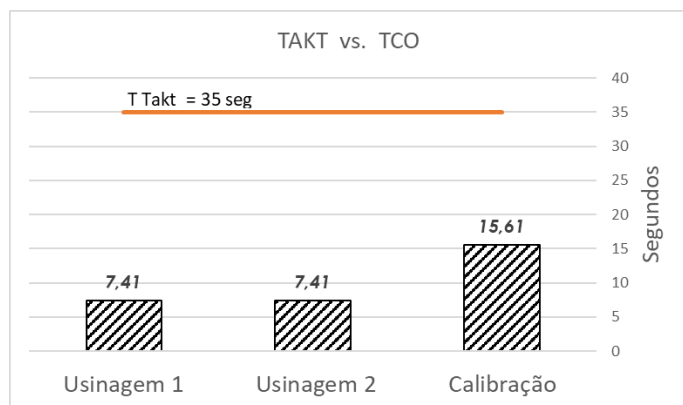
Através das análises e observações realizadas foi elaborada a Folha de Trabalho Padronizado do setor, que pode ser verificado no Apêndice B e Apêndice C. Essa ferramenta demonstra a sistemática de operação do setor e suas particularidades para que o trabalho seja executado de forma igual em todos os turnos de produção e por todos os colaboradores. Nela é possível identificar todas as ações e os seus respectivos tempos de execução, para padronizar as atividades, eliminando os desperdícios com falta de qualidade do produto e perdas operacionais. A utilização desta Folha de Trabalho Padronizado deve ser diária e a mesma deve ser atualizada sempre que houver necessidade de implementação de uma nova atividade dentro do setor.

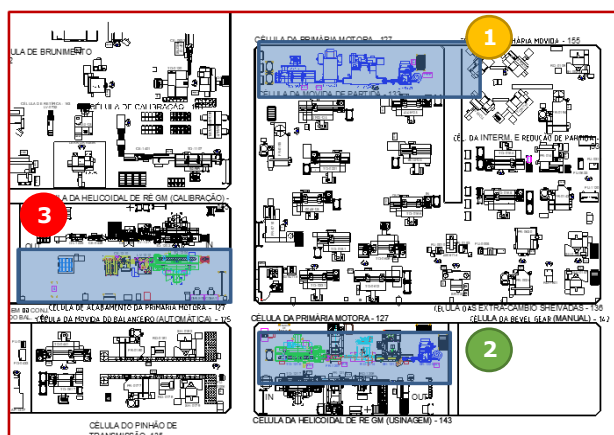
3.3 Resultados e discussão

Através da aplicação dos conceitos do *Lean Manufacturing* buscou-se melhorar a produtividade, o fluxo de material e a ergonomia da atividade. O objetivo principal era a redução dos desperdícios de superprodução, espera, transporte, processamento e movimentação. Durante os estudos constatou-se que havia uma falta de sequenciamento das atividades.

Como se observa na Figura 3, o setor era dividido em 3 células distantes entre si, gerando um excesso de operações que não agregam valor ao produto, um excesso de esforço do operador, uma baixa produtividade no setor, um alto *Lead Time* e a criação de estoques intermediários.

Figura 3: Layout anterior.





Fonte: Próprio autor (2020)

Através da reestruturação do *layout* do setor reduziu-se os desperdícios de movimentação e tempo, reduzindo de 2,5 quilômetros para 0,8 quilômetro de deslocamento diário do operador e de 9 para 3 operadores necessários para a realização do processo.

A proposta foi unificar todos os processos em uma única linha de produção, aproximando as células e diminuindo o espaço, que inicialmente era de 233 m² de área. Após a alteração, a área utilizada passou a ser de 179 m², conforme pode-se observar na Figura 4. Essa melhoria resultou em uma redução de 54 m² da área utilizada pelo setor, o que gerou um impacto positivo no *Lead Time* da peça, como é observado no Mapeamento de Fluxo de Valor após as melhorias, Apêndice D.

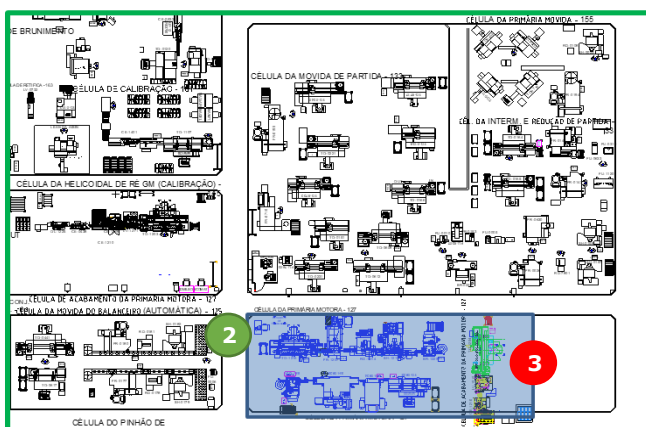


Figura 4: *Layout* proposto.

Fonte: Próprio autor (2020)

Após a redução dos desperdícios foi possível aumentar a produtividade (Peça/Homem/Hora) do setor em 57,2%. Inicialmente, cada operador produzia 368 peças por hora. Após a implementação das melhorias, a produtividade deste setor passou a ser de 578 peças por operador por hora. A redução de operadores necessários gerou outro resultado positivo, que foi a redistribuição de mão de obra para outros setores que estavam com necessidade de contratação devido a aumento de demanda do cliente, o que elevaria os custos dentro da empresa.

A partir da redução da área do setor foi possível também reduzir o estoque de peças em processo em 58%, impedindo assim a criação de estoques intermediários (WIP). Esses estoques intermediários eram prejudiciais pois gravavam um custo de armazenamento de peças que não estavam acabadas e apresentavam um risco de mistura de peças em processo com as peças finalizadas dentro do setor.

A definição do *Takt time* eliminou o desperdício de superprodução no setor, pois foi especificado a quantidade de peças necessárias de acordo com a demanda do cliente. Assim, a quantidade de peças produzidas passou a ser apenas a quantidade vendida para o cliente, o que resultou em uma redução dos custos de fabricação dentro do setor.

4.0 Conclusão

Para este projeto, a aplicação das ferramentas do Sistema *Lean Manufacturing* possibilitou a redução dos desperdícios nas etapas estudadas do processo de usinagem e calibração das peças do setor de uma empresa do ramo de metalmeccânica na cidade de Igarassu-PE. Os resultados apontam que a padronização de atividades, as melhorias de *layout* e a eliminação de atividades que não agregam valor ao produto, geraram um processo mais dinâmico e

balanceado.

As melhorias buscaram, acima de tudo, a utilização de todos os recursos disponíveis na empresa e que não envolvessem grandes investimentos. Os resultados atingidos mostram que o objetivo principal (redução de desperdícios) foi alcançado, pois após a implementação deste trabalho foram obtidos ganhos de 23% de redução da área utilizada, 58% de redução no estoque intermediário e 57% de aumento da produtividade do setor.

Sendo assim, os resultados demonstram que a implantação das ferramentas do sistema *Lean Manufacturing* gera melhorias de resultados operacionais e redução de custos de fabricação, fazendo com que a empresa se mantenha competitiva dentro do concorrido mercado atual.

5.0 Referências

- [1] OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção, além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- [2] LOPES, Tayana Ortix; FROTA, Claudio Dantas. Apilcação dos conceitos do Lean Manufacturing para melhoria do processo de produção em uma empresa de eletrodomésticos: Um estudo de caso. In: XXXV Encontro nacional de engenharia de produção: Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção. Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015. Disponível em: <https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_226_28060.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- [3] SHAH, R.; WARD, P. T. Defining and developing measures of Lean Production. *Journal of Operations Management*, vol. 25, nº 4, 2007.
- [4] WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. A Máquina que Mudou o Mundo. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- [5] BHAMU, J.; SINGH SANGWAN, K. Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 34, n. 7, p. 876–940, 2014.
- [6] HINES, P.; TAYLOR, D. Going Lean. A guide to implementation. Lean Enterprise Research Center. Cardiff, UK, 2000.
- [7] WOMACK, James, JONES, Daniel. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. 11. reimpr. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- [8] ROTHER, Mike; SHOOK, John. Aprendendo a enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- [9] TUBINO, F; SURI, R. What kind of “numbers” can a company expect after implementing Quick Response Manufacturing? Empirical data from several projects on lead time reduction. Quick Response Manufacturing Conference Proceedings, p. 943-972, 2000.
- [10] GODINHO, M.; HAYASHI, A. P. RUFO, C. R. Uso da abordagem Quick Response Manufacturing para a redução do lead time em uma empresa do setor calçadista. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador/BA, 2013.
- [11] TAPPING, D; LUYSTER, T.; SHUKER, T. Value Stream Management: eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements. New York: Productivity Press, 2002.
- [12] ABDULLAH, F. Lean Manufacturing Tools and Techniques in the Process Industry with a focus on Steel. School of Engineering. University of Pittsburgh, 2003.
- [13] MELTON, T. The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to

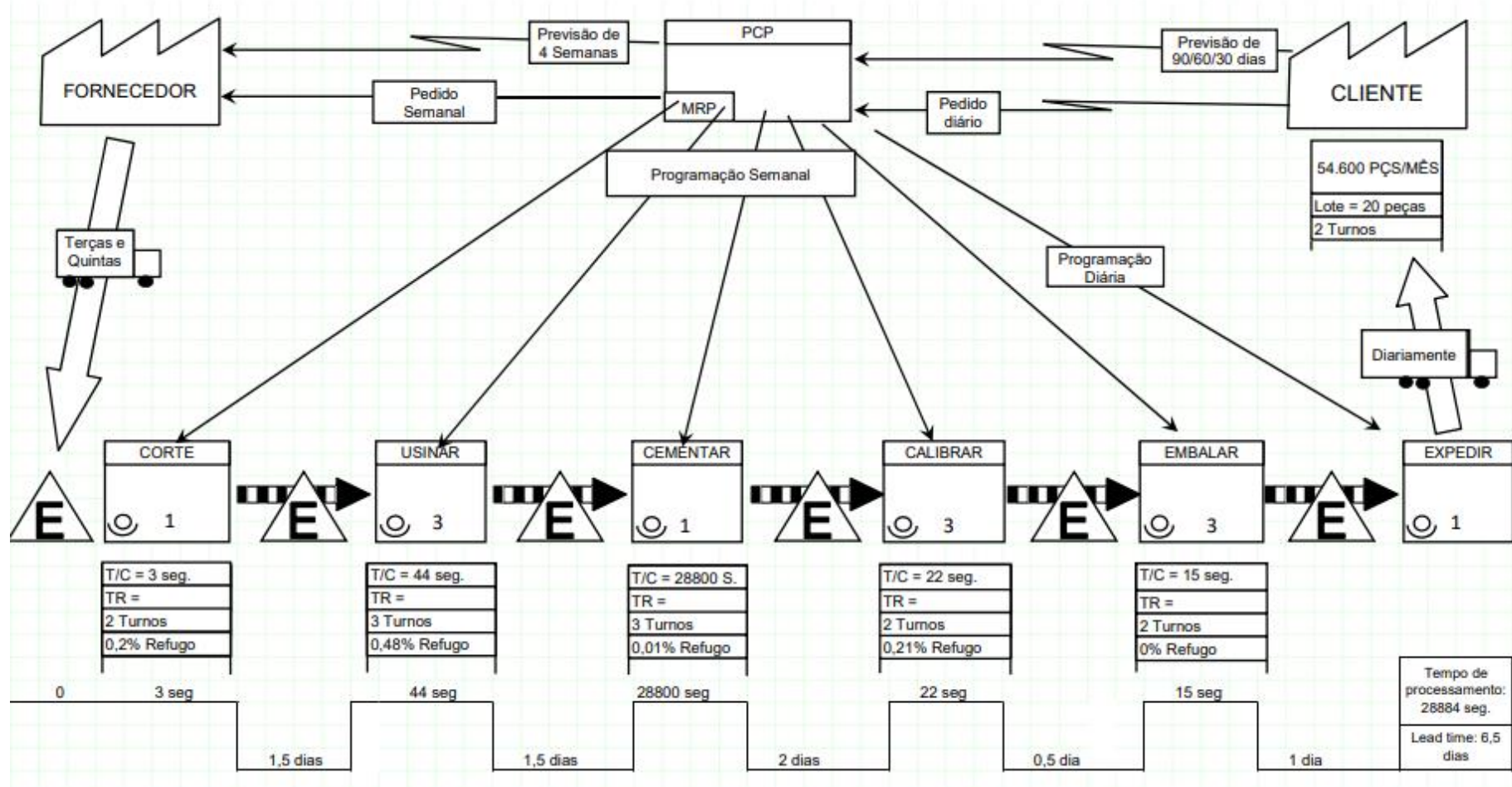
Offer the Process Industries. Chemical Engineering Research and Design , 662-673, 2005.

[14] PINTO, J. P. Lean Thinking: Introdução ao pensamento magro. Comunidade Lean Thinking, 2008.

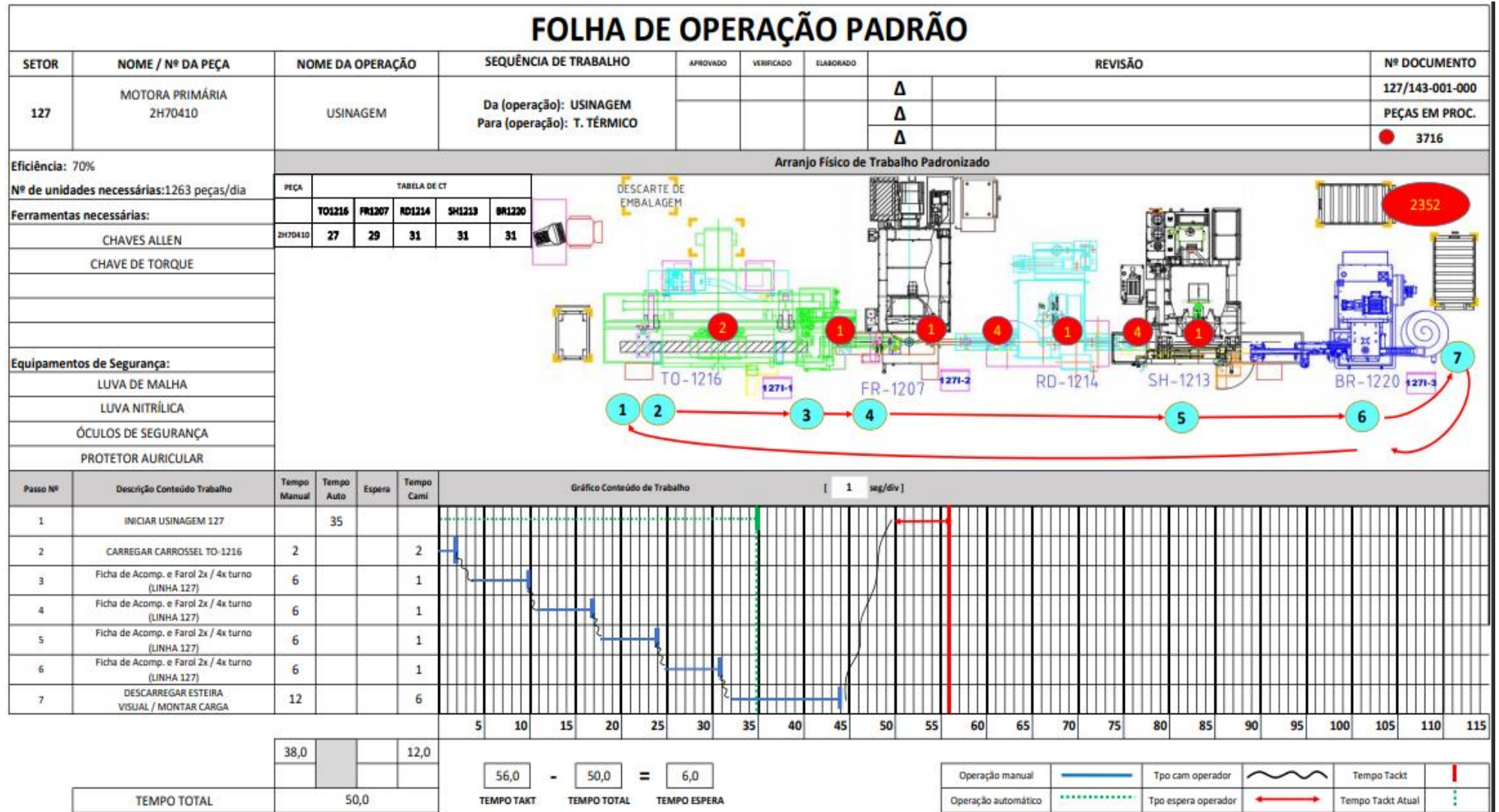
[15] BASTOS, Bernardo Campbell; CHAVES, Carlos. Aplicação de Lean Manufacturing em uma Linha de Produção de uma Empresa do Setor Automotivo. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, IX SEGeT. Anais... Resende, 2012, p. 1-15. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/42916442.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2020.

[16] WALTER, Olga Maria Formigoni Carvalho; TUBINO, Dálvio Ferrari. Mapeamento do fluxo de valor como proposta de melhoria do processo produtivo de uma fábrica de reservatório. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 1. 2011, Ponta Grossa. Disponível em: <https://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_113_17330.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2021

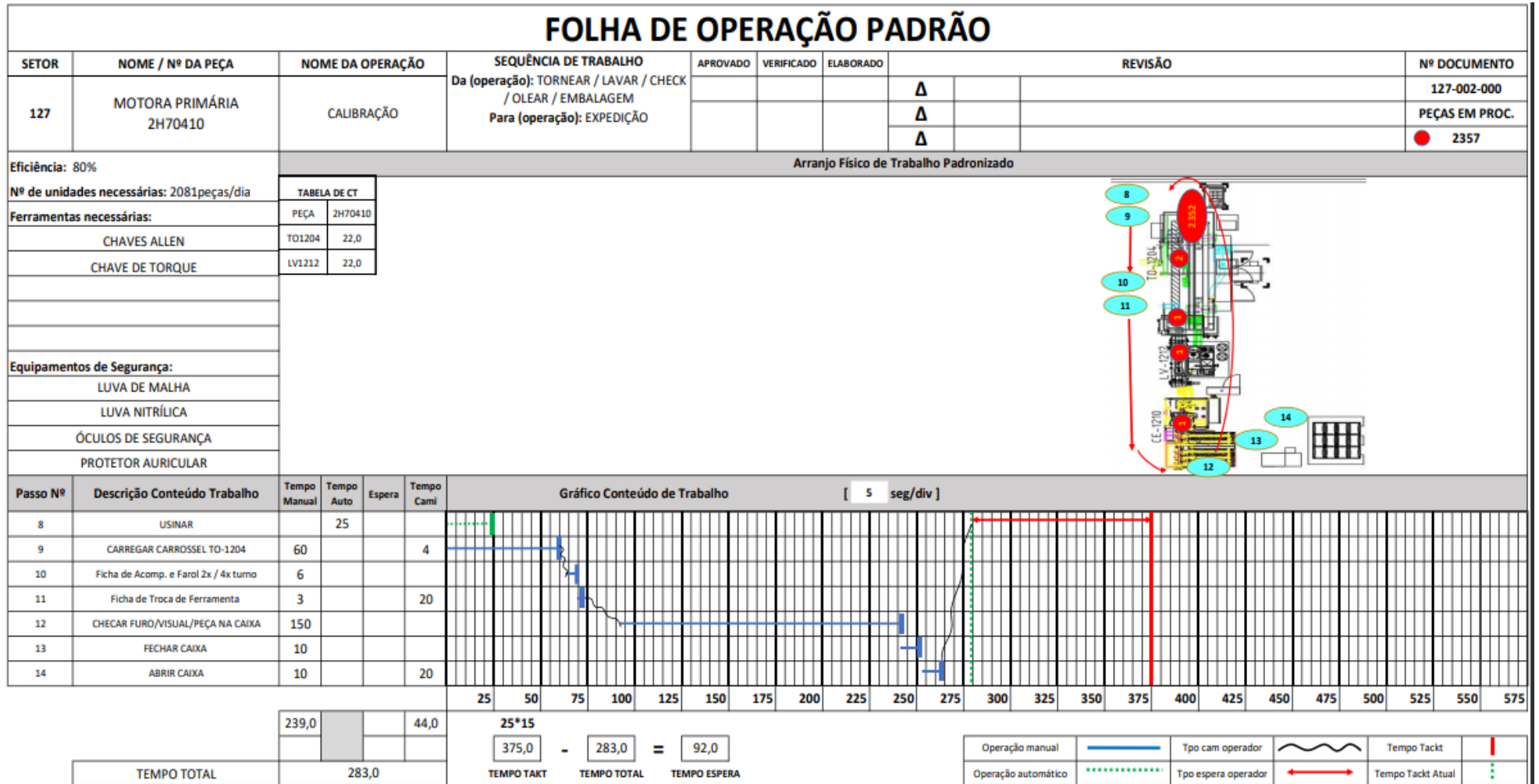
APÊNDICE A – MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR ANTES DA IMPLANTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING



APÊNDICE B: FOLHA DE TRABALHO PADRONIZADO - USINAGEM



APÊNDICE C: FOLHA DE TRABALHO PADRONIZADO - CALIBRAÇÃO



APÊNDICE D – MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR APÓS A IMPLANTAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING

