

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
UNIDADE DE PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA EM
SISTEMAS PRODUTIVOS

RONALD DE FREITAS OLIVEIRA

IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DOS CONCEITOS DE LEAN MANUFACTURING NA
INDÚSTRIA: AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DO PROGRAMA DE INCENTIVO A
COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA PAULISTA NO PERÍODO DE 2016 A 2021.

São Paulo
Junho/2022

RONALD DE FREITAS OLIVEIRA

IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DOS CONCEITOS DE LEAN MANUFACTURING NA
INDÚSTRIA: AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DO PROGRAMA DE INCENTIVO A
COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA PAULISTA NO PERÍODO DE 2016 A 2021.

Dissertação apresentada como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos, sob a orientação do Prof. Dr. Alexandre Formigoni.

São Paulo
Junho/2022

FICHA ELABORADA PELA BIBLIOTECA NELSON ALVES VIANA
FATEC-SP / CPS CRB8-8390

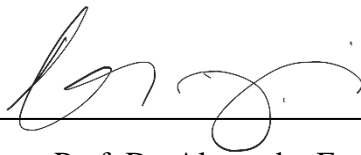
O48i Oliveira, Ronald de Freitas
Impactos da implantação dos conceitos de lean manufacturing na indústria: avaliação dos resultados do programa de incentivo a competitividade da indústria paulista no período de 2016 a 2021 / Ronald de Freitas Oliveira. – São Paulo: CPS, 2022.
163 f.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Formigoni
Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2022.

1. Lean Manufacturing. 2. Manufatura enxuta. 3. Kaizen. 4. STP. I. Formigoni, Alexandre. II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. III. Título.

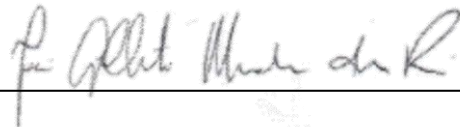
RONALD DE FREITAS OLIVEIRA

IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DOS CONCEITOS DE LEAN MANUFACTURING NA
INDÚSTRIA: AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DO PROGRAMA DE INCENTIVO A
COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA PAULISTA NO PERÍODO DE 2016 A 2021.



Prof. Dr. Alexandre Formigoni

Orientador – CEETEPS



Prof. Dr. João Gilberto Mendes dos Reis

Examinador Externo – [UNIP]



Profa. Dra. Marília Macorin de Azevedo

Examinador Interno - CEETEPS

São Paulo, 30 de junho de 2022

A Deus, que permitiu mais essa realização pessoal, e aos colegas e meu orientador, que enriqueceram essa grande experiência de vida.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores do programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Paula Souza, que superaram as grandes barreiras impostas nesses dois anos de pandemia e conseguiram cumprir com suas honradas missões de educadores.

Ao meu orientador, por me guiar nesse caminho e me desafiar nesse processo de desenvolvimento.

As empresas, que contribuíram de forma fundamental para o levantamento dos dados.

“Que os vossos esforços desafiem as
impossibilidades, lembrai-vos de que as
grandes coisas do homem foram conquistadas
do que parecia impossível.”

(Charles Chaplin)

RESUMO

OLIVEIRA, R. F. **Impactos da implantação dos conceitos de Lean Manufacturing na indústria: Avaliação dos resultados do programa de incentivo a competitividade da indústria paulista no período de 2016 a 2021.** 163 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia de Sistemas Produtivos). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2022.

Em um mundo altamente competitivo e de rápidas mudanças de cenários, os conceitos de *Lean Manufacturing* têm sido amplamente implementados por organizações de manufatura que buscam maximizar seus lucros, produzir com alta qualidade, com o menor custo possível e assim alcançar a excelência operacional. No entanto, a implantação dos conceitos do *Lean Manufacturing* normalmente demanda investimentos na contratação de consultorias especializadas e esses investimentos podem ser relativamente altos e impeditivos para muitas empresas. O presente trabalho tem por objetivo analisar os resultados alcançados em empresas que conduziram ações de eliminação de desperdícios em seus sistemas produtivos por meio de um programa de incentivo ao aumento da competitividade da indústria paulista e que utiliza como base os princípios do *Lean Manufacturing*. O trabalho expõe os resultados alcançados em 369 empresas, correlaciona as principais ferramentas e técnicas utilizadas em 32 empresas, afere a sustentação dos resultados alcançados em 8 empresas e aborda a contribuição potencial do programa para o desenvolvimento, principalmente, de micro, pequenas e médias empresas no estado de São Paulo. Quanto a abordagem, trata-se de uma pesquisa quantitativa e quanto aos objetivos este trabalho é classificado como uma pesquisa exploratória. Empregou-se dentro da pesquisa exploratória o método de estudo de casos múltiplos com inclusão de visitas a empresas e entrevistas a profissionais envolvidos diretamente em experiências práticas. A conclusão do estudo identifica a aplicação de 7 ferramentas e técnicas principais para melhoria dos sistemas produtivos bem como os resultados obtidos e evidencia a importância da implementação dos conceitos de *Lean Manufacturing* em empresas de diversos portes e setores como estratégia para ganhos de produtividade. Complementarmente, o trabalho demonstra a sustentação dos resultados obtidos em 8 empresas e discute a relevância de iniciativas de baixo custo que promovem o aumento da competitividade, principalmente para empresas de micro, pequeno e médio porte que geram aproximadamente 60% dos empregos industriais do estado de São Paulo.

Palavras-chave: Lean Manufacturing. Manufatura enxuta. Kaizen. STP.

ABSTRACT

OLIVEIRA, R. F. **Impacts of the implementation of Lean Manufacturing concepts in the industry: evaluation of the results of the program to incentive the competitiveness in the São Paulo industry in the period from 2016 to 2021.** 163 f. Dissertation (Professional Master in Management and Development of Professional Education). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2022.

In a highly competitive and rapidly changing world, Lean Manufacturing concepts have been widely implemented by manufacturing organizations that seek to maximize their profits, produce with high quality, at the lowest possible cost and thus achieve operational excellence. However, the implementation of Lean Manufacturing concepts usually requires investments in hiring specialized consultants and these investments can be relatively high and impeding for many companies. The present work aims to analyze the results achieved in companies that carried out actions to eliminate waste in their production systems through an incentive program to increase the competitiveness of the São Paulo industry and which uses the principles of Lean Manufacturing as a basis. The work presents the results achieved in 369 companies, correlates the main tools and techniques used in 32 companies, assesses the sustainability of the results achieved in 8 companies and addresses the potential contribution of the program to the development, mainly, of micro, small and medium-sized companies. in the state of Sao Paulo. Regarding the approach, it is a quantitative research and regarding the objectives this work is classified as an exploratory research. Within the exploratory research, the multiple case study method was used, including visits to companies and interviews with professionals directly involved in practical experiences. The conclusion of the study identifies the application of 7 main tools and techniques to improve production systems as well as the results obtained and highlights the importance of implementing Lean Manufacturing concepts in companies of different sizes and sectors as a strategy for productivity gains. In addition, the work demonstrates the support of the results obtained in 8 companies and discusses the relevance of low-cost initiatives that promote increased competitiveness, especially for micro, small and medium-sized companies that generate approximately 60% of industrial jobs in the state of São Paulo.

Keywords: Lean Manufacturing. Manufatura enxuta. Kaizen. STP.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Significado dos 5 S.....	24
Quadro 2: Definições para poka-yoke	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dez maiores ganhos médios de produtividade	57
Tabela 2: Relatórios disponibilizados conforme setor e porte	63
Tabela 3: Quantidade relativa de ferramentas aplicadas por porte das empresas	66
Tabela 4: Quantidade relativa de ferramentas aplicadas por setores das empresas.....	68
Tabela 5: Quantidade de empresas industriais de transformação no estado de São Paulo.....	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama Casa do STP	20
Figura 2: Exemplo de um mapa do fluxo de valor	25
Figura 3: Estágios conceituais e técnicas de implementação do TRF ou SMED.....	28
Figura 4: Produção em lotes	30
Figura 5: Produção com fluxo contínuo	31
Figura 6: Exemplo de um quadro Kanban com cartões de retirada afixados	36
Figura 7: Etapas do estudo de casos múltiplos	45
Figura 8: Porte das empresas atendidas pelo programa.....	49
Figura 9: Quantidade de empresas atendidas agrupadas conforme CNAE.....	50
Figura 10: Quantidade segmentada por setor e porte de empresas que permitiram acesso aos relatórios finais.	51
Figura 11: Empresas revisitadas para verificação da sustentação dos resultados.	52
Figura 12: Comparativo de ganhos de produtividade (%) nos setores	55
Figura 13: Comparativo de ganhos de produtividade (%) nos portes	56
Figura 14: Comparativo de Ganhos de produtividade nos setores e portes.....	58
Figura 15: Ganhos de movimentação (%)	59
Figura 16: Ganhos de qualidade	61
Figura 17: Retorno do investimento em meses	62
Figura 18: Ganhos de produtividade alcançados: Empresas segmentadas por setor e porte....	64
Figura 19: Ferramentas utilizadas conforme porte das empresas.....	65
Figura 20: Ferramentas utilizadas conforme setores das empresas	67
Figura 21: Produtividade empresa 1 - Período de 03/2016 a 12/2021	72
Figura 22: Produtividade empresa 2 - Período de 02/2020 a 11/2021	73
Figura 23: Produtividade empresa 3 - Período de 09/2018 a 12/2021	75
Figura 24: Produtividade empresa 4 - Período de 12/2020 a 02/2022	76
Figura 25: Produtividade empresa 5 - Período de 06/2017 a 02/2022	78
Figura 26: Produtividade empresa 6 - Período de 06/2017 a 03/2022	79
Figura 27: Produtividade empresa 7 - Período de 09/2018 a 04/2022	81
Figura 28: Produtividade empresa 8 - Período de 01/2017 a 05/2022	82

LISTA DE SIGLAS

CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
CONCLA	Comissão Nacional de Classificação
IMVP	International Motor Vehicle Program
MFV	Mapa de Fluxo de Valor
MFV-EP	Mapa de Fluxo de Valor do Estado Presente
MFV-EF	Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro
MIT	Massachussets Institute of Technology
3MUs	Muda, Mura e Muri
5Ms	Mão-de-obra, Máquinas, Materiais, Métodos e Medições
PDCA	Plan, Do, Check and Act (Planejar, Executar, Checar e Agir)
SDCA	Standard, Do, Check and Act (Padronizar, Executar, Checar e Agir)
SMED	Single Minute Exchange of Die
STP	Sistema Toyota de produção
TPM	Total Productive Maintenance
TRF	Troca Rápida de Ferramenta
VSM	Value Stream Map

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
1.1 Lean Manufacturing (Sistema Toyota de Produção)	18
1.2 Premissas gerenciais do Lean Manufacturing (Sistema Toyota de Produção)	19
1.2.1 Diagrama “Casa do Sistema Toyota de Produção”	20
1.2.2 Tipos de desperdícios.....	21
1.3 Princípios do Lean Manufacturing.....	22
1.4 Ferramentas e técnicas aplicadas no Lean Manufacturing.....	23
1.4.1 5 S.....	24
1.4.2 VSM – Value Stream Map ou Mapa do Fluxo de Valor.....	24
1.4.3 TRF- Troca rápida de ferramenta ou single minute exchange of die (SMED).....	27
1.4.4 Fluxo contínuo	29
1.4.5 Trabalho padronizado	31
1.4.6 Produção puxada	32
1.4.7 TPM.....	33
1.4.8 Qualidade na fonte.....	33
1.4.9 Kanban	33
1.4.10Poka-yoke.....	37
1.4.11Genchi Genbutsu	38
1.4.12Heijunka	38
1.5 Kaizen.....	39
1.5.1 Evento Kaizen.....	40
1.5.2 Preparação do evento Kaizen.....	41
1.5.3 Realização do evento Kaizen	42
1.5.4 Manutenção da melhoria contínua.....	43
2 METODOLOGIA	44
2.1 Etapa 1 do estudo de casos.....	46
2.1.1 Programa de incentivo a competitividade da indústria paulista Lean Manufacturing	46
2.1.2 Fases do programa	47
2.1.3 Método para apuração dos resultados do programa	48
2.1.4 Indicadores.....	48
2.2 Etapa 2 do estudo de casos múltiplos.....	49
2.3 Etapa 3 do estudo de casos múltiplos.....	50

2.4	Etapa 4 do estudo de casos múltiplos.....	51
2.4.1	Protocolo de visitas	52
2.4.2	Questionário de pesquisa utilizado em visita as empresas.....	53
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
3.1	Resultados alcançados pelo programa em Lean Manufacturing nas 369 empresas.....	55
3.1.1	Análise dos ganhos de produtividade obtidos.....	55
3.1.2	Ganho de movimentação.....	59
3.1.3	Ganho de qualidade.....	61
3.1.4	Retorno do investimento	62
3.2	Análise de amostra de relatórios finais de conclusão do programa em Lean Manufacturing	63
3.2.1	Ganhos de produtividade alcançados pelas empresas da amostra	63
3.2.2	Ferramentas Lean Manufacturing aplicadas nos 32 relatórios.....	64
3.2.3	Ferramentas mais aplicadas conforme porte das empresas.....	65
3.2.4	Comparação de frequência de aplicação entre ferramentas conforme porte empresas.....	66
3.2.5	Ferramentas mais aplicadas conforme setores das empresas.....	67
3.3	Considerações sobre a aplicação das ferramentas.....	69
3.4	Sustentação dos resultados alcançados	71
3.4.1	Empresa 1	71
3.4.2	Empresa 2	72
3.4.3	Empresa 3	74
3.4.4	Empresa 4	76
3.4.5	Empresa 5	77
3.4.6	Empresa 6	79
3.4.7	Empresa 7	80
3.4.8	Empresa 8	82
3.5	Considerações sobre a importância do programa para as indústrias no cenário industrial do estado de São Paulo.....	83
	CONCLUSÃO	85
	ANEXO A – FORMULÁRIO DE DIAGNÓSTICO	91
	ANEXO B – CHECK LIST AUDITORIA 5S	93
	ANEXO C – EXEMPLO DE RELATÓRIO FINAL	95
	APENDICE 1.....	124

INTRODUÇÃO

No mundo atual em que as ocorrências de mudanças rápidas de cenários criam demandas por respostas cada vez mais ágeis e desafiam a capacidade das organizações em se manterem competitivas frente a seus concorrentes internos e externos. Nesse contexto empresas buscam meios para maximizar seus lucros, produzir com alta qualidade e com o menor custo possível, e ainda melhorar sua flexibilidade e tempo de resposta ao cliente. Uma forma eficiente de atingir esses objetivos e ganhar competitividade é aplicar as premissas da filosofia *Lean Manufacturing* (HUSSIAN et al., 2019). De acordo com Garza-Reyes et al. (2018) o *Lean Manufacturing* tem sido amplamente implementado por organizações de manufatura para alcançar a excelência operacional e, desta forma, atender aos objetivos organizacionais, como lucratividade, eficiência, capacidade de resposta, qualidade e satisfação do cliente.

As constatações de Hussain et al. (2019) e Garza-Reyes (2018) são ratificadas em diversos trabalhos acadêmicos nos quais é demonstrado que diante de um mercado mundial dinâmico, instável e altamente competitivo a implantação das premissas do *Lean Manufacturing* tem sido um símbolo de eficiência e profunda transformação nos processos produtivos e que pode ser aplicada com êxito em inúmeros setores para trazer ganhos substanciais de desempenho sustentável.

Para Imai (2014), toda as empresas operam três essenciais atividades diretamente correlacionadas ao lucro: desenvolver, produzir e vender e sem essas atividades não é possível que uma empresa sobreviva. Dessa forma é razoável inferir que as empresas deveriam buscar a implementação do *Lean Manufacturing* e se beneficiarem dos potenciais resultados. No entanto, esse processo de implementação exige amplo domínio de técnicas especializadas, experiência e visão das características intrínsecas dos sistemas produtivos para que ações estratégicas sejam realizadas com foco na eliminação e redução dos desperdícios de forma a gerar o máximo de valor ao cliente.

Normalmente para este propósito, as empresas procuram por consultorias especializadas para estudo e implementação dos conceitos do *Lean Manufacturing*. Esse tipo de consultoria com duração de 88 horas em uma empresa conceituada de São Paulo e com grande experiência

no ramo tem custo aproximado de 90 mil reais¹. Este valor de investimento é relativamente alto e impeditivo para muitas microempresas e pequenas empresas.

Perante essa realidade e com a finalidade de apoiar as indústrias paulistas de diferentes portes e áreas tecnológicas a tornarem-se mais competitivas no cenário econômico atual, uma instituição de apoio ao desenvolvimento da indústria lançou um programa de incentivo para acelerar o crescimento da indústria no estado de São Paulo. Trata-se de um programa de baixo custo com duração de até 120 horas e especializado na implementação de ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* com foco em ações rápidas e eficientes de melhoria no chão de fábrica com o objetivo de reduzir ou eliminar os desperdícios relacionados a superprodução, espera, transporte, movimentação, estoques, retrabalho e processamentos desnecessários.

Dada a importância do aspecto da eficiência dos sistemas produtivos para o desenvolvimento sustentável das indústrias e do país, este trabalho é norteado pela questão de pesquisa: Quais ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* foram aplicadas e quais são os resultados gerais alcançados por empresas industriais que participaram de um programa de incentivo a competitividade com implementação de *Lean Manufacturing* no Estado de São Paulo?

Neste contexto, o objetivo geral desse estudo é analisar os resultados obtidos em um programa de incentivo a competitividade da indústria paulista com aplicação de conceitos de *Lean Manufacturing* no período de 2016 a 2021. Para o alcance do objetivo geral foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- a) Descrever o programa de incentivo a competitividade da indústria paulista;
- b) Investigar quais ferramentas e técnicas foram mais utilizadas;
- c) Comparar os resultados alcançados entre empresas de diferentes setores e portes;
- d) Aferir a sustentação dos resultados alcançados em uma amostra de 8 empresas;
- e) Discutir a importância do programa no cenário industrial do estado de São Paulo.

¹ O valor foi informado por uma empresa que contratou uma consultoria especializada em implementação de ferramentas do *Lean Manufacturing* no chão de fábrica em 2018 e corrigido pelo IPCA.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Essa seção expõe os conceitos fundamentais discutidos em artigos científicos e livros relevantes sobre *Lean Manufacturing* e que norteiam as análises apresentadas no presente trabalho.

1.1 Lean Manufacturing (Sistema Toyota de Produção)

Diante dos poucos recursos que o Japão disponibilizava após sua economia ser devastada pela derrota na segunda guerra mundial, os engenheiros da Toyota Motor Company Eiji Toyoda e Taiichi Ohno concluíram que os sistemas de produção em massa que haviam cuidadosamente estudado na fábrica da Rouge da Ford em Detroit jamais funcionaria no Japão. Desse início experimental nasceu o Sistema Toyota de Produção desenvolvido para viabilizar a produção de pequenos lotes de produtos variados e que tem como principal objetivo a otimização da economia nas operações de fabricação por meio da eliminação de diversos desperdícios (MATZKA et al., 2012).

O termo *Lean Manufacturing* tem origem no estudo sobre a indústria automobilística conduzido por James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos, pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Este estudo tinha como objetivo a revitalização das indústrias automobilísticas por meio do Programa Internacional de Veículos Automotores-*International Motor Vehicle Program* (IMVP). Segundo Womack et al. (2004), esse estudo é o maior e mais detalhado já empreendido em qualquer indústria. Orçado em 5 milhões de dólares, com duração de 5 anos e abrangendo 14 países e que por fim deu origem ao livro *A Máquina que Mudou o Mundo* que descreve como o Japão conseguiu passar à frente do resto do mundo na guerra da indústria automobilística por meio dos princípios do Sistema Toyota de Produção ou *Lean Manufacturing*.

1.2 Premissas gerenciais do Lean Manufacturing (Sistema Toyota de Produção)

Liker (2005), identifica 14 premissas gerenciais do Sistema Toyota de produção que podem ser agrupadas em 4 categorias chamadas de 4P's: *Philosophy, Process, People/Partner, Problem solving* (Filosofia, Processo, Pessoas/Parceiros, Solução de problemas). As 4 categorias e as 14 premissas gerenciais estão descritas as seguir:

a) Categoria 1 – Philosophy: Filosofia de pensamento de longo prazo que busca basear decisões administrativas no longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo. A premissa gerencial dessa categoria é:

- Promover valor aos clientes e a sociedade com o estabelecimento de uma organização de aprendizagem preparada para se adequar às transformações do mundo e manter-se produtiva.

b) Categoria 2 - Process: O processo correto produzirá os resultados esperados e o fluxo é o alicerce para ganho de qualidade e redução de custo. As premissas gerenciais dessa categoria são:

- Criar um fluxo de processos para trazer os problemas à tona;
- Utilizar sistemas puxados de produção para evitar a superprodução;
- Nivelar a carga de trabalho (produção nivelada ou Heijunka);
- Parar a produção quando houver problema de qualidade (Autonomação ou Jidoka);
- Padronizar tarefas para melhoria contínua;
- Usar controle visual para que os problemas não passem despercebidos;
- Usar somente tecnologia confiável totalmente testada.

c) Categoria 3 - People/Partner: Valorização da organização por meio do desenvolvimento de seus funcionários e parceiros. As premissas gerenciais para essa categoria são:

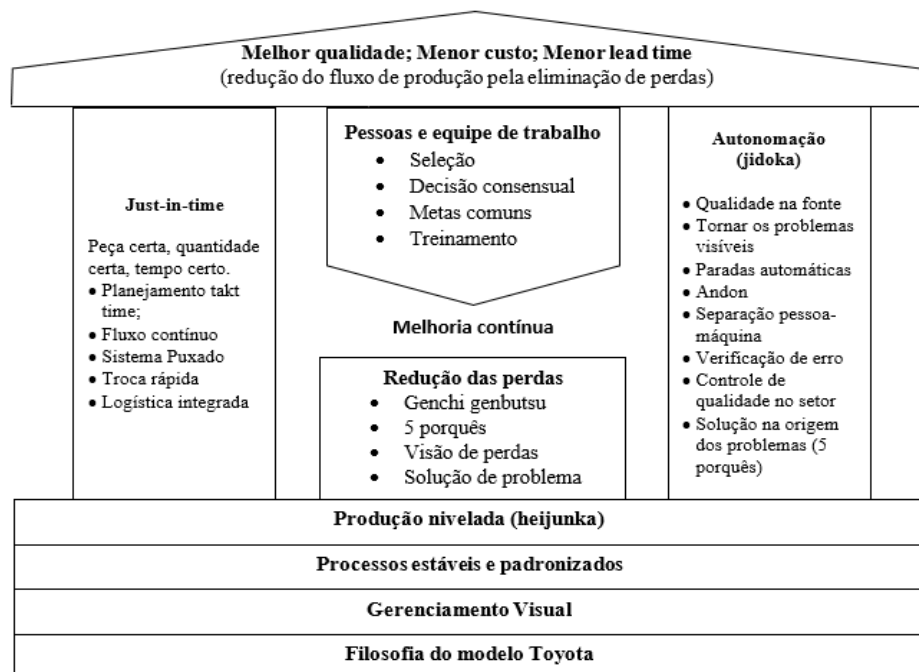
- Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, vivam a filosofia e ensinem aos outros;
- Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa;

- Respeitar, desenvolver e desafiar funcionários, parceiros e fornecedores e ao mesmo tempo ajudá-los a se desenvolverem e melhorar seus processos;
- d) Categoria 4 - Solução de problemas por meio da aprendizagem organizacional e melhoria contínua (Kaizen). As premissas gerenciais dessa categoria são:
- Ver por si mesmo para compreender a situação (Genchi Genbutsu);
 - Tomar decisões lentamente por meio de consenso (Nemawashi e Ringi de decisão) e implementar ações com rapidez;
 - Tornar-se uma organização de aprendizagem pela reflexão pela melhoria contínua.

1.2.1 Diagrama “Casa do Sistema Toyota de Produção”

O diagrama Casa do Sistema Toyota de Produção mostrado na Figura 1, é uma representação do sistema baseado em uma estrutura e não apenas em um conjunto de técnicas (Liker, 2005).

Figura 1: Diagrama Casa do STP



Fonte: Adaptado de Liker (2005)

As metas de melhor qualidade, menor custo e menor prazo de entrega são representadas pelo telhado da casa que está sustentado por dois pilares chamados de *just-in-time* e automação (*Jidoka*).

O pilar Just-in-time em um processo de fluxo contínuo, significa remover o máximo de estoque usado para amortecer ou proteger operações em relação aos problemas que podem surgir na produção.

O outro pilar de sustentação é a automação (*Jidoka*), um tipo de automação com o toque humano, que por meio de mecanismos de detecção de anormalidades de produção evita que um defeito passe para próxima estação de trabalho.

No centro da estrutura estão as pessoas envolvidas em processos de melhoria contínua.

A base da casa é composta pelos princípios que trazem a estabilidade para toda a estrutura; produção nivelada (*Heijunka*), processos estáveis e padronizados, gerenciamento visual e filosofia dos 4 P's do modelo Toyota descrita por Liker (2005).

1.2.2 Tipos de desperdícios

“*Muda*” é uma palavra japonesa que significa desperdício ou perda que é qualquer atividade que consome recursos e não cria valor. Pode-se destacar: retrabalhos, produção de produtos sem demanda, acúmulo de estoques, etapas de processamento desnecessárias, movimentação de funcionários e transporte de mercadorias sem propósito, grupos de pessoas de uma atividade posterior ociosos porque a atividade anterior atrasou e ainda bens e serviços que não atendem as necessidades do cliente (WOMACK E JONES, 2004).

De acordo com Shingo (1996), o sistema *Lean Manufacturing* tem como foco a eliminação sistemática dos 7 tipos de perda sendo elas:

- a) **Superprodução:** Perdas por superprodução são críticas, por esconderem outras perdas, como, por exemplo, as perdas por produção de produtos defeituosos e perdas decorrentes da espera do processo e espera do lote (OHNO,1997). As perdas por superprodução podem ser subdivididas em superprodução quantitativa e superprodução por antecipação e a eliminação dos dois tipos de perdas por superprodução é o primeiro objetivo das melhorias no Sistema Toyota de Produção;

- b) **Perdas por espera:** Existem dois tipos de espera: 1- Espera do processo ocorrem tanto quando um lote inteiro de itens não processados permanece esperando enquanto o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado; ou quando há acumulação de estoque excessivo a ser processado ou entregue. 2- Espera do lote ocorre quando, durante as operações ou processamento de um lote, o lote inteiro, com exceção da parte sendo processada, encontra-se em “estoque”, visto que enquanto uma peça é processada, outras se encontram esperando para serem processadas ou pelo restante do lote ser fabricado;
- c) **Perdas por transporte:** Ocorrem quando o trabalho de transportar não agrega valor ao produto gerando apenas custo. Sendo assim, deve-se procurar reduzir a movimentação de materiais o máximo possível;
- d) **Perdas por processamento:** Estas perdas são geradas na execução de atividades desnecessárias que não agregam aos produtos ou serviços características de qualidade exigidas;
- e) **Perdas nos estoques:** As perdas nos estoques são geradas pela existência desnecessária de níveis elevados de estoque de materiais no almoxarifado, de produtos acabados e de componentes entre processos;
- f) **Perdas no movimento:** As perdas no movimento ocorrem na realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução das suas atividades. São associadas diretamente aos movimentos desnecessários dos trabalhadores quando estes não estão executando as operações principais nas máquinas ou nas linhas de montagem;
- g) **Perdas no retrabalho:** Quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de projeto ocorre perda por retrabalho dos produtos não conforme.

1.3 Princípios do Lean Manufacturing

Existem cinco princípios fundamentais no *Lean Manufacturing* que devem ser implementados em um sistema produtivo para a eliminação das perdas citadas e melhoria de seu desempenho: valor, o fluxo do valor, fluxo contínuo, produção puxada e busca pela perfeição (WOMACK E JONES, 2004). Estes princípios são detalhados a seguir:

- a) Valor: Este princípio identifica o valor pela perspectiva do cliente. Apesar do valor ser criado pelo produtor, é definido pelo cliente. Dessa forma as empresas precisam entender o valor que o cliente atribui aos seus produtos e serviços;
- b) Fluxo de valor: Envolve o registro e a análise do fluxo de informações, materiais e processos necessários para produzir um produto que tem como objetivo identificar e separar os processos em três tipos: processos que efetivamente geram valor; processos que não geram valor, mas são necessários para a manutenção dos processos e da qualidade; processos que não agregam valor;
- c) Fluxo contínuo: Busca reduzir o tamanho de lote para uma única unidade. O fluxo contínuo auxilia na redução de defeitos, reduz o tempo ocioso do funcionário, reduz o tempo total de processamento do material e promove o trabalho em equipe;
- d) Produção puxada: Consiste em produzir de acordo com a demanda sem a geração excessiva de estoques intermediários e estoques produtos acabados;
- e) Busca pela perfeição: Princípio da busca pela melhoria contínua para aumento de eficiência e eficácia dos processos.

1.4 Ferramentas e técnicas aplicadas no Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* agrega diversas ferramentas e técnicas que auxiliam na busca por melhor desempenho em termos de eficiência, flexibilidade de produção, confiabilidade, qualidade e redução de custos. Não é o objetivo deste trabalho esgotar todas as ferramentas e técnicas existentes que são atualmente aplicadas nas mais diversas situações, mas abordar as ferramentas e técnicas que estão diretamente ligadas as análises delineadas neste trabalho.

Para Silva et al., (2018) e Piaia (2019) as principais ferramentas e técnicas aplicadas para a implementação dos princípios do *Lean Manufacturing* são: Trabalho padronizado, a metodologia 5S, Troca rápida de ferramenta, Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM), *Kaizen*, *Kanban*, TPM (Total Productive Maintenance), *Poka-yoke*, *Heijunka*, Fluxo contínuo, Qualidade na fonte.

1.4.1 5 S

O 5S é um acrônimo de cinco palavras japonesas *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuki*. O Quadro 1 mostra o significado de cada palavra em português e ação característica a ser promovida.

Quadro 1: Significado dos 5 S

Palavra em japonês	Significado em português	Ação característica
<i>Seiri</i>	Senso de utilização	Selecionar e descartar itens desnecessários ao local de trabalho.
<i>Seiton</i>	Senso de Organização ou arrumação	Organizar os itens necessários em boas condições para recuperação e armazenamento rápidos
<i>Seiso</i>	Senso de Limpeza	Limpar o local de trabalho
<i>Seiketsu</i>	Senso de padronização	Manter um alto padrão de arrumação, limpeza e organização do local de trabalho.
<i>Shitsuki</i>	Senso de autodisciplina	Cumprimento e comprometimento pessoal dos colaboradores em relação as iniciativas dos 4S anteriores tornando-os habituais para todos na organização.

Fonte: Adaptado de Randawa e Ahuja (2017).

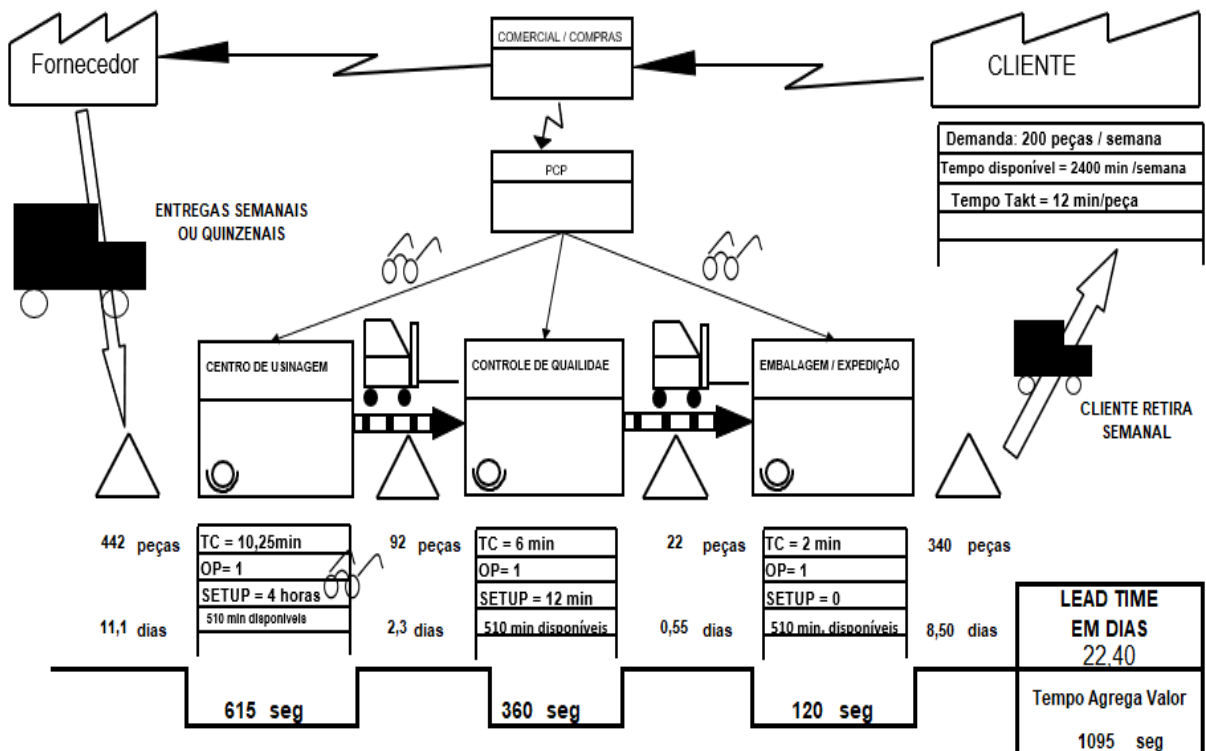
A ferramenta 5S visa a implantação de uma filosofia de promoção de limpeza, organização e padronização do local de trabalho afim de viabilizar a base para outras melhorias significativas. Um local de trabalho bem organizado oferece um ambiente de produção seguro e eficiente, o que eleva o moral do funcionário, promove o sentimento de propriedade, orgulho de seu trabalho e posse de suas responsabilidades (RANDHAWA e AHUJA, 2017).

1.4.2 VSM – Value Stream Map ou Mapa do Fluxo de Valor

Para Rother e Shook (1998), fluxo de valor é o agrupamento de todas as atividades que são realizadas desde a solicitação do cliente até a entrega do produto acabado. A construção do mapeamento do fluxo de valor (VSM) possibilita a análise da situação atual do sistema produtivo permitindo a visualização clara de gargalos e estoques intermediários indicando os principais desperdícios a serem combatidos.

O VSM é uma ferramenta que representa visualmente cada etapa do processo de produção de determinado produto desde o consumidor até o fornecedor permitindo enxergar e entender o fluxo de materiais e de informações à medida que o produto passa pelas etapas de produção (ROTHER e SHOOK, 2003). A Figura 2 mostra um exemplo de um mapa de fluxo de valor de valor.

Figura 2: Exemplo de um mapa do fluxo de valor



Fonte: Oliveira et al. (2021)

Rother e Shook (1999), sugerem que o primeiro passo para a construção do VSM é seleção de uma família de produtos que será alvo dos esforços de melhoria. O produto escolhido deve ter seu processo mapeado como está e com base em dados coletados diretamente no chão de fábrica. Esse primeiro levantamento dará origem ao mapa do fluxo de valor do estado atual.

A partir da análise do mapa do estado atual projeta-se a reformulação do processo e o desenho do mapa do fluxo de valor do estado futuro. Para isso busca-se responder as seguintes questões (SETH; SETH; DHARIWAL, 2017):

a) Qual é o tempo *takt*?

Takt é uma palavra alemã que significa ritmo ou compasso. Em um sistema produtivo tempo *takt* é o tempo teórico calculado dividindo-se o tempo líquido disponível de trabalho pelo número de peças que devem ser produzidas para atender a demanda do cliente (IMAI,2014). Em outras palavras, tempo *takt* é o ritmo de produção que deve ser seguido para não haver excedente de produção ou falta de produtos.

b) Os produtos acabados serão destinados para um estoque ou enviados diretamente ao cliente?

c) Onde o fluxo contínuo de peças pode ser implementado?

d) Há necessidade de um sistema puxado com supermercado dentro do fluxo de valor?

e) Qual será o único ponto no sistema produtivo utilizado para programar e controlar a produção?

f) Como a produção será nivelada para atender o tempo *takt*?

g) Quais melhorias serão necessárias?

Seis características fazem do VSM uma ferramenta primordial e uma das primeiras a ser utilizada para a implementação do *Lean Manufacturing* (SETH; DHARIWAL, 2017):

a) Auxilia na compreensão local de cada estação de trabalho e suas interações no cenário global abrangendo desperdícios, gargalos, tempos de ciclo, tempos de *setup*, tempo *takt* e *lead time*;

b) Auxilia na documentação dos relacionamentos entre processos de fabricação e controles como programação de produção, liberação de estoque e taxa de produção. O VSM captura o fluxo do produto e o vincula com fluxo de informações demonstrando quando e o que dispara a movimentação de materiais;

c) É flexível e adaptável para diferentes áreas de aplicação como manufatura, construção ou serviços;

- d) Oferece uma linguagem prática de fácil entendimento para discussão de processos de transformação, fabricação e montagem com dados de taxa de produção, tempos de ciclo, rastreamento, gargalos, retrabalhos e fontes de desperdícios;
- e) Reúne de maneira lógica técnicas de engenharia para análise de fluxo de processos com conceitos *Lean* e assim funcionando com um guia para a implementação do *Lean Manufacturing*;
- f) Auxilia nas ações para melhorias estratégicas por meio de análises quantitativas e qualitativas que asseguram que as decisões tomadas estão baseadas em dados objetivos e científicos.

1.4.3 TRF- Troca rápida de ferramenta ou single minute exchange of die (SMED)

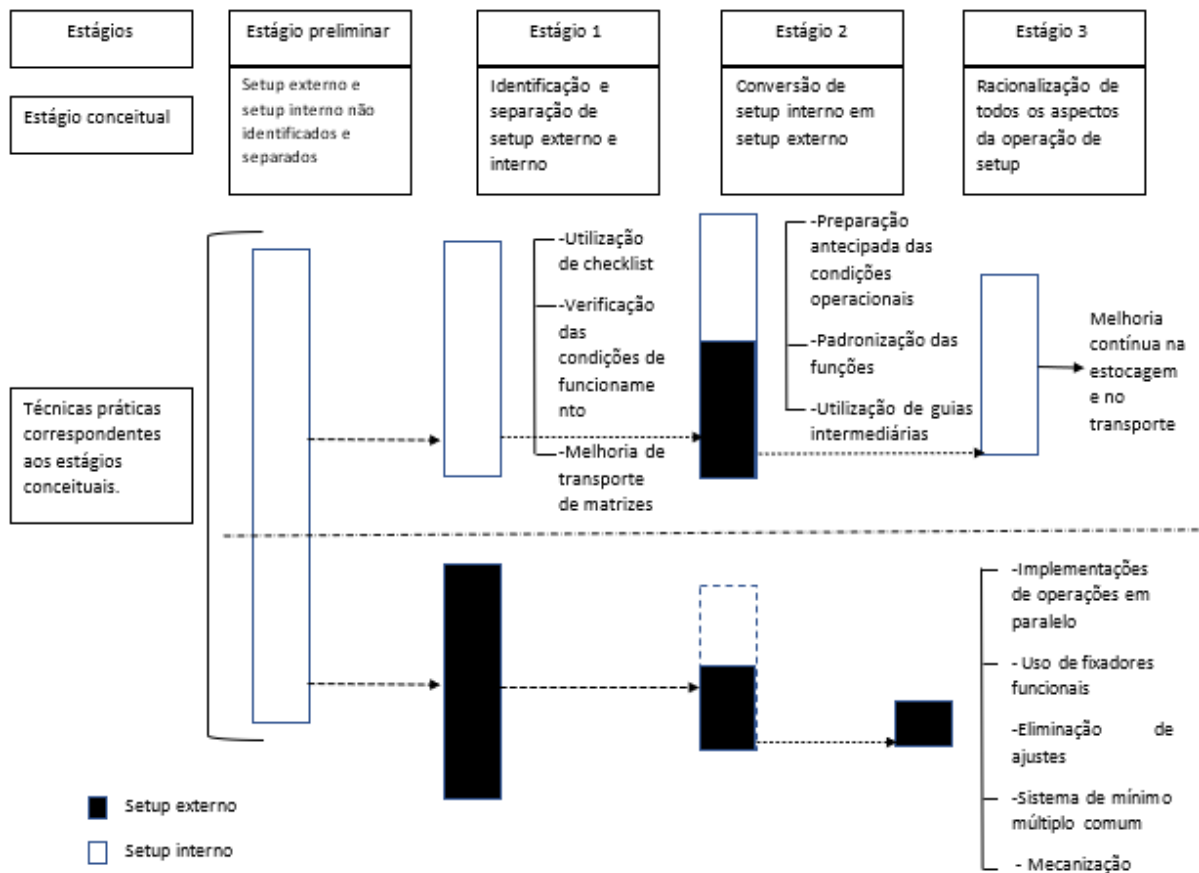
Single Minute corresponde a um único algarismo e o conceito por traz do acrônimo SMED (Single Minute Exchange of Die) é a troca de ferramentas ou *setup* em menos de 10 minutos. Shingo (1985) identificou que as equipes de gerenciamento de processos de diversas fábricas de automóveis encontravam extrema dificuldade na eliminação de gargalos em seus sistemas de produção. Para Shingo (1985), o principal motivo para a eliminação desses gargalos era a grande demora na mudança de uma série de produção para outra que exigia paradas frequentes na produção para realização de *setups*.

Tempo de *setup* é o tempo gasto para mudar de uma operação para a outra, considerando a última peça produzida aprovada do produto A até a primeira peça aprovada produzida do produto B e o objetivo da TRF (Troca Rápida de Ferramenta) é minimizar esse tempo de troca.

O *setup* é subdividido em *setup* interno e *setup* externo: Faz parte do *setup* interno todas as ações que só podem ser executadas com a máquina parada. O *setup* externo é composto pelas operações que podem ser executadas ainda enquanto a máquina está em trabalho (SHINGO, 2008). A TRF ou SMED possibilita a flexibilização do mix pela otimização do processo e redução de erros de troca de ferramenta, assegurando aumento da eficiência da máquina, melhoria na qualidade e redução dos níveis de estoque, resultando em vantagem competitiva.

Shingo (1985) descreve 4 estágios conceituais para a implantação da técnica SMED ou TRF. A Figura 3, demonstra estes estágios de forma esquemática.

Figura 3: Estágios conceituais e técnicas de implantação do TRF ou SMED



Fonte: Adaptado de Shingo (1985)

- Estágio preliminar: esta etapa tem como objetivo a realização de medição e identificação inicial dos tempos individuais de todas as operações realizadas durante o setup;
- Estágio 1: O objetivo é identificar e desmembrar as operações em setup interno e externo;
- Estágio 2: Neste estágio são feitos esforços para converter setup interno em setup externo. As operações de setup internos devem ser minimizadas e transformadas em setup externo;
- Estágio 3: Neste estágio busca-se a melhoria contínua de cada operação básica do setup interno e externo visando a otimização dos tempos.

1.4.4 Fluxo contínuo

Fluxo contínuo é o fluxo unitário e peças, onde cada peça segue uma sequência lógica de etapas de produção sem interrupções (ROTHER et al. 2002).

A falta de sincronização entre processos e o não balanceamento do volume de produção levam a interrupções no fluxo de trabalho e o aumento de estoques de produtos inacabados. A aplicação do fluxo contínuo em um sistema produtivo busca eliminar esses estoques por meio da produção unitária de itens de forma ordenada e sem interrupção entre os diversos subprocessos produtivos (WOMACK E JONES, 2004).

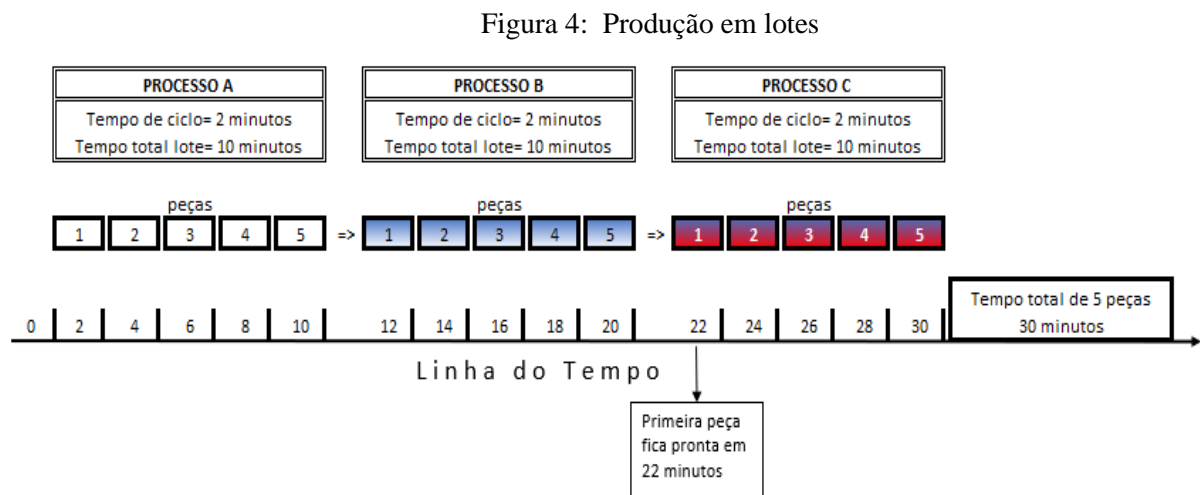
Liker (2005) afirma que a implementação do fluxo contínuo resulta nos seguintes benefícios:

- a) Aumenta qualidade: Torna-se mais fácil aumentar a qualidade no fluxo unitário porque o operador é um inspetor da qualidade e não passa peças com problemas para próxima etapa e mesmo que algum defeito não seja identificado imediatamente, será detectado na etapa seguinte e corrigido rapidamente;
- b) Cria flexibilidade real: Uma vez que o tempo de fabricação de determinado produto é reduzido, ganha-se flexibilidade para reagir as variações de demanda dos clientes;
- c) Aumenta a produtividade: Em sistema de fluxo contínuo as atividades que não agregam valor como estocagem, movimentação e transporte são facilmente identificadas e reduzidas.
- d) Libera espaço: Em contraste com o sistema de produção por lotes, onde muitos espaços são ocupados com estoques intermediários de peças, no fluxo contínuo o espaço que seria ocupado por estoques intermediários é liberado e pouco espaço será ocupado com estoque;
- e) Aumenta a segurança: O sistema de produção por lotes, exige o uso de empilhadeiras e outros equipamentos para o transporte de grandes lotes e isso é uma fonte importante de acidentes. O fluxo contínuo elimina ou reduz consideravelmente os transportes de peças resultando também na eliminação ou redução de acidentes relacionados ao transporte de lotes de peças;
- f) Estimula a motivação dos funcionários: No fluxo contínuo as pessoas executam muito mais atividades com agregação de valor e observam imediatamente os

resultados de seu trabalho. Isso induz ao senso de responsabilidade, realização e satisfação com seu trabalho;

- g) Reduz o custo de estoque: A redução de estoque impacta diretamente em alguns dos custos indiretos de produção como armazenamento, transporte, obsolescência de material e excesso de aquisição de matéria prima;
- h) O *lead time* é reduzido quando o sistema de produção por lotes é substituído por sistema de produção com fluxo contínuo (LIKER, 2005).

A Figura 4 ilustra a produção de 5 peças em um sistema de produção composto por três processos.

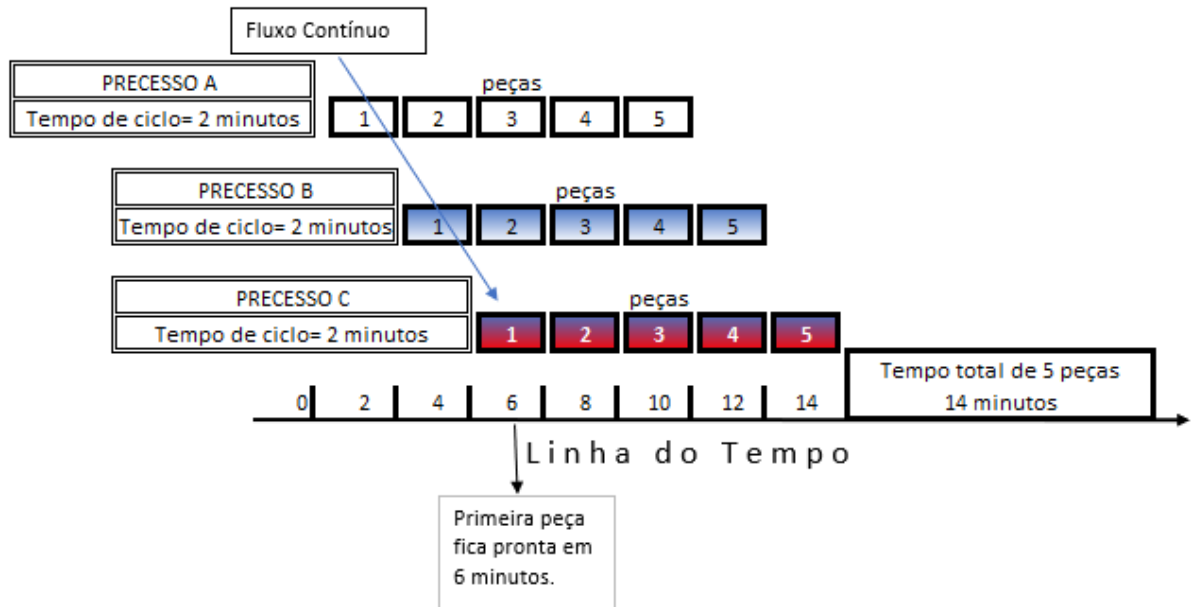


Fonte: Adaptado de Liker (2005)

Nesse sistema, as peças são produzidas em lotes de 5 unidades sendo o tempo de ciclo de cada unidade de 2 minutos. Ignorando o tempo de transporte dos lotes entre os postos, tem-se como resultado que a primeira peça completa ficaria pronta no tempo de 22 minutos e o total das 5 peças estariam prontas 30 minutos.

A Figura 5 representa a transformação do sistema de produção anterior por lotes em um sistema de produção com fluxo contínuo. Nesse sistema, as peças são produzidas de forma unitária e passam pelas etapas de agregação de forma contínua. Como resultado, a primeira peça completa ficaria pronta no tempo de 6 minutos e as 5 peças estariam prontas em 14 minutos.

Figura 5: Produção com fluxo contínuo



Fonte: Adaptado de Liker (2005)

Nesse exemplo, constata-se que com o fluxo contínuo a primeira peça disponível para o cliente ficaria pronta em menos de 1/3 do tempo gasto no sistema de produção por lotes e para a produção das 5 peças menos da metade do tempo.

1.4.5 Trabalho padronizado

A ferramenta trabalho padronizado busca a maneira mais eficiente e segura de se realizar determinado trabalho por meio do detalhamento e especificação das atividades dos operadores em um processo de produção. Como resultado o trabalho padronizado propicia a estabilidade do processo e viabiliza a busca pelas melhores práticas e o engajamento das pessoas envolvidas em uma cultura de melhoria contínua (UNGAN, 2006).

A implementação de trabalho padronizado exige organização e esforço tendo em vista que funcionários tendem a fazer o mesmo tipo de trabalho de maneira pessoal e completamente diferente um dos outros. Essas diferentes maneiras de fazer o mesmo trabalho leva a um aumento de tempo na operação e comprometimento da qualidade (RIBEIRO et al., 2013).

Ungan (2006) propôs uma metodologia composta por 7 fases para a criação processos padrões:

- a) Fase 1: Identificar o processo a ser padronizado;
- b) Fase 2: Identificar os especialistas do processo a ser padronizado, ou seja, quem conhece melhor como desenvolver as tarefas;
- c) Fase 3: Formar uma equipe composta pelo especialista e por pessoas familiarizadas com o processo;
- d) Fase 4: Detalhar todas as atividades realizadas;
- e) Fase 5: Aprendizado do processo por meio de análises que podem utilizar entrevistas com operadores, filmagens, tomadas de tempo, documentações técnicas como por exemplo manual dos equipamentos;
- f) Fase 6: Documentação de todo o conhecimento adquirido na fase 5 de modo que seja de fácil entendimento por todos e que não gere dúvidas de interpretação;
- g) Fase 7: Sintetização e organização em documento padrão de todas as informações relevantes obtidas.

1.4.6 Produção puxada

Produção puxada é o sistema de produção onde um processo não deve produzir qualquer item sem que o processo posterior tenha sinalizado a necessidade. Dessa forma o fluxo de informação relacionado a demanda de produção ocorre na direção oposta ao fluxo de material (WOMACK E JONES, 2004).

De acordo com Gayer et al (2021), o estoque mínimo de itens e a produção são definidos conforme a demanda do cliente e dessa forma a quantidade de trabalho em processo é controlado resultando em:

- a) menor tempo de espera entre os processos; redução de lead times;
- b) maior flexibilidade para reagir a situações críticas, como materiais defeituosos e variações nas demandas dos clientes, que de outra forma poderiam se propagar para uma quantidade muito maior de trabalho em processo;
- c) custos mais baixos devido aos benefícios anteriores.

1.4.7 TPM

O termo TPM é composto por três palavras que significam respectivamente: *Total* (Total)- Considerar todos os aspectos e o envolvimento de todos; *Productive* (Produtiva) - Manter a produção funcionando por meio da minimização de problemas; *Maintenance* (Manutenção) - Investir tempo para manter equipamentos em boas condições por meio de ações programadas de reparos, limpeza e lubrificação (BALUCH et al., 2012).

O TPM é um programa de gerenciamento da manutenção que enquadra a manutenção em um contexto estratégico de longo prazo e integrado a questões técnicas de produção e questões gerenciais. Tem como principal objetivo a eliminação da ocorrência de quebras inesperadas de equipamentos por meio da integração de ações de manutenção preventiva e preditiva executadas pelo setor de manutenção e ações de manutenção autônoma executadas pelos operadores no dia a dia (NAKAJIMA,1989). Para Liker (2005) o TPM está intrinsecamente relacionado ao sucesso das ações ligadas a implementação do *Lean Manufacturing* tendo em vista que sistemas puxados de produção com fluxo contínuo e baixos níveis de estoque dependem fortemente da disponibilidade de equipamentos confiáveis.

1.4.8 Qualidade na fonte

Garantir a qualidade relativa ao processo atual antes de prosseguir para a próxima etapa. Mesmo que seja possível ter garantia que um processo produza 100% de peças boas, é preciso desenvolver meios para que quando um defeito ocorra ele seja detectado na própria etapa afim de evitar desperdícios de processamento em etapas futuras (Shingo,1996).

1.4.9 Kanban

A palavra japonesa *Kanban* significa cartão. O *Kanban* é uma ferramenta de controle visual, utilizada para controlar os níveis de estoque, a produção, fornecimento de componentes e material. Funciona como um mecanismo de administração do controle de um fluxo de material regulando a quantidade adequada e o momento adequado da produção dos itens necessários. O uso do *Kanban* não é adequado para uso em situações com demanda instável, tempo de

processamento instável, operações não padronizadas, tempo longo de *setup*, grandes variedades de itens e incertezas decorrentes de suprimento de material (LAGE JUNIOR; GODINHO FILHO, 2010).

Esta ferramenta é fundamental para viabilizar a produção puxada e o fluxo contínuo de peças por meio do gerenciamento visual do abastecimento das peças necessárias à produção sem a geração de excesso de estoques intermediários e ao mesmo tempo garantindo que não haja falta de peças que podem interromper a linha de produção.

Wakode et al. (2015) lista as seguintes razões para a implementação do *Kanban* em um sistema produtivo:

- a) Induz a melhoria contínua e a busca de eficiência do processo;
- b) Reduz estoques intermediários;
- c) Identifica as fragilidades no processo;
- d) Reduz o lead time;
- e) Reduz a produção de peças defeituosas;
- f) Reduz etapas de produção;
- g) Aumenta a flexibilidade da linha de produção.

Como resultado, o *Kanban* contribui diretamente na busca pela eliminação de 6 principais desperdícios listados por Shingo (1996): superprodução, espera, transporte, estoques, movimento e retrabalho.

1.4.9.1 Conceitos básicos sobre o Kanban

A Figura 6 ilustra um Kanban com quatro diferentes tipos de produtos exemplificando como é funcionamento de acordo com os conceitos a seguir:

- a) *Cartão Kanban*: É o principal dispositivo de comunicação para correta operação de todo o sistema. No cartão estão descritas as informações necessárias para funcionamento adequada do sistema produtivo. O cartão transmite para a processo anterior a quantidade de peças específicas que foram consumidas e sinaliza quando e quanto este processo deve produzir para repor e manter o abastecimento do processo posterior sem interrupções e sem gerar estoque intermediário desnecessário (PEINADO E GRAEML,2007).
- b) *Container*: Os contêineres são recipientes padronizados para armazenamento de quantidade pré-estabelecida de peças. Em cada container é afixado um cartão Kanban correspondente (PEINADO E GRAEML,2007).
- c) *Quadro Kanban*: O quadro Kanban é onde são depositados os cartões dos contêineres na medida em que esses contêineres são retirados. Tem como função transmitir de forma visual e simples o consumo de peças e disparar o aviso de quando novas peças devem ser produzidas para reabastecer a linha de produção. O quadro contém colunas que indicam o tipo de produto ou peça e linhas que indicam o nível do estoque por meio das cores verde, amarela e vermelha. Existem variações de Kanbans onde os significados das colunas e linhas são invertidos.
- d) *Funcionamento*: Os cartões são depositados obrigatoriamente na seguinte sequência de cores: verde, amarela e vermelha. As cores indicam: - cor verde: sinaliza que há estoque suficiente e que novas peças não devem ainda ser produzidas; - cor amarela: sinaliza que novas peças devem ser produzidas normalmente; - cor vermelha: sinaliza urgência na produção e que esse item deve ser produzido com total prioridade. (PEINADO E GRAEML,2007).

Figura 6: Exemplo de um quadro Kanban com cartões de retirada afixados

PRODUTO X	PRODUTO Y	PRODUTO Z	PRODUTO W
CARTÃO	CARTÃO	CARTÃO	CARTÃO
CARTÃO	CARTÃO	CARTÃO	CARTÃO
CARTÃO	CARTÃO	CARTÃO	
	CARTÃO	CARTÃO	
		CARTÃO	
		CARTÃO	
		CARTÃO	

Fonte: Autor baseado em Peinado e Graeml (2007).

Neste exemplo o quadro Kanban com cartões afixados indica as seguintes ações:

- o produto X ainda não deve ser produzido.
- o produto Y deve ser produzido na quantidade de dois contêineres;
- o produto Z deve ser produzido imediatamente com prioridade sobre os demais e na quantidade de três contêineres para atingir o nível verde;
- o produto W deve ter um contêiner produzido.

Monden (2015) apresenta regras fundamentais para o alcance de eficiência de qualquer sistema Kanban:

- Nunca uma peça fora das especificações deve ser mandada para o processo subsequente. Somente peças que passaram por controle e aprovadas devem ser colocadas nos contêineres;
- Os responsáveis pelo posto do processo subsequente são encarregados de buscar as peças no posto anterior para reabastecimento de seus postos;
- Nunca um container deve ser produzido sem a demanda apontada por um cartão;

- d) A quantidade de cartões no sistema deve ser minimizada a medida que melhorias nos processos são implementadas e os processos se tornam mais estáveis e com pequenas variações na demanda;
- e) O sistema *Kanban* deve estar dimensionado de tal forma que seja capaz de amortecer variações mínimas na demanda.

1.4.10 Poka-yoke

O Quadro 2 mostra três definições na literatura sobre poka-yoke, porém todas convergem para o conceito de dispositivo para detecção de falhas.

Quadro 2: Definições para poka-yoke

Autor	Definição para Poka-yoke
(SHINGO, 1988).	Qualquer dispositivo destinado a inspeção de 100% das peças para a detecção de erros e defeitos e que funciona independentemente da atenção do operador
(SAURIN; RIBEIRO; VIDOR, 2012)	Dispositivo que evita ou detecta defeitos ou anomalias que podem ser prejudiciais tanto para qualidade do produto quanto para a saúde e segurança dos trabalhadores.
(FISHER, 1999)	Dispositivo à prova de falhas é qualquer dispositivo que tem como objetivo identificar facilmente um erro ou defeito ou evitar que um erro ou defeito ocorra.

Fonte: Autor

Os dispositivos poka-yoke podem ser classificados como (SAURIN et al. 2012):

- a) Dispositivo passivo: Utilizado para alertar sobre possíveis erros no processo. Em geral poka-yokes passivos utilizam sinais visuais luminosos ou sinais sonoros.

- b) Dispositivo ativo preventivo: Tem como objetivo a prevenção da ocorrência de erros. Este tipo de poka-yoke é ativo desde o início da operação e é ativado antes que a atividade que causa o erro aconteça. Garante que uma vez que a operação foi finalizada, não há a ocorrência de produtos defeituosos.
- c) Dispositivo ativo para detecção: Tem como função a detecção de produtos defeituosos onde o defeito foi resultado da execução de etapas anteriores.
- d) Dispositivo híbrido ativo e passivo: é a combinação dos dispositivos passivos e ativos e a melhor variante de um sistema para inspeção de falhas.

1.4.11 Genchi Genbutsu

Genchi significa “verdadeira localização” e genbutsu “verdadeiros materiais ou produtos”. Genchi genbutsu é interpretado como “visitar o local para verificar por si mesmo e compreender a situação verdadeira” e é o primeiro passo de qualquer processo de resolução de problema. (LIKER, 2005).

1.4.12 Heijunka

Heijunka significa nivelamento da produção que descreve o esforço para combinar a carga de trabalho e a capacidade dos processos.

Para Liker (2005), além da eliminação de “*muda*” (7 tipos de perdas), é preciso buscar a eliminação de “*muri*” (sobrecarga de pessoas e equipamentos) e “*mura*” (desnivelamento). A sobrecarga de pessoas e de equipamentos resulta em problemas de qualidade e segurança e interrupções repentinas por parada de máquinas. O desnivelamento da produção resulta em volume de produção irregular onde em determinado momento há mais carga de trabalho do que a capacidade de produção pode atender e em outro momento há falta de trabalho e ociosidade dos recursos.

O principal objetivo do *Heijunka* é a eliminação de “*muri*” e “*mura*” por meio de um fluxo constante de pequenos lotes de peças variadas resultando em uma demanda constante de peças para os processos antecessores e dessa forma minimizando a ociosidade na capacidade

produtiva e reduzindo estoques criados para atender a picos de demanda (MATZKA et al., 2012). Ao nivelar simultaneamente o volume de produção e o mix de peças a serem produzidas aumenta-se a capacidade de resposta as demandas do cliente mantendo-se baixo o nível estoque de produtos acabados e das etapas antecessoras. A implantação do *Heijunka* exige primordialmente que os *setups* para as mudanças na produção das peças sejam extremamente rápidos, do contrário a produção de pequenos lotes seria muito ineficiente.

1.5 Kaizen

Em japonês a palavra *kaizen* significa melhoria contínua. Como filosofia pessoal e de gestão de negócios, o *kaizen* pressupõe que o nosso modo de vida no trabalho, na sociedade ou em casa merece ser constantemente aprimorado para atingir as melhores práticas de trabalho e eficiência de pessoal (IMAI, 2014).

Na abordagem desse trabalho o *kaizen* é aplicado ao *gemba*, o local de trabalho ou chão de fábrica e é apresentado como um conceito guarda-chuva, que abrange a implementação da maioria das práticas de melhoramento da produtividade e gerenciamento da qualidade ligadas ao *Lean Manufacturing*.

Para Imai (2014) o *kaizen* é uma abordagem de bom senso e baixo custo para a resolução de problemas e promoção da melhoria contínua e que significa otimização dos recursos internos da empresa relacionados aos 5Ms – mão de obra, máquinas, materiais, métodos e medições. Implica necessariamente no envolvimento de equipes multifuncionais compostas por gerentes, engenheiros, supervisores e funcionários em geral. Essas equipes trabalham apoiadas nos três pilares para a prática do *kaizen* no *gemba* descritos a seguir: Limpeza (5S), eliminação de desperdícios e padronização.

- a) Limpeza (5S): Conforme detalhado na seção 1.4.1, o 5S são as cinco etapas de organização do local de trabalho e é a base para outras melhorias significativas.
- b) Eliminação de desperdícios: O objetivo da prática do *kaizen* é a busca e eliminação dos “3MUs” - muda, mura e muri.

Muda significa desperdício ou perda que é tudo aquilo que consome recursos e não agrega valor. Os desperdícios ou *muda* estão classificados em 7 tipos e estão detalhados na seção 1.2.2.

Muri significa sobrecarga de pessoas e equipamentos que resulta em problemas de qualidade e segurança e interrupções repentinas resultando em *muda*.

Mura significa variação ou desnivelamento que resulta em volume de produção irregular onde em determinado momento há mais carga de trabalho do que a capacidade de produção pode atender e em outro momento há falta de trabalho e ociosidade dos recursos.

c) Padronização: Padronização significa utilizar o processo mais fácil e mais seguro para os trabalhadores e mais rentável e produtivo para a empresa, a fim de garantir qualidade para os clientes.

Para Imai (2015), a não manutenção de ganhos obtidos após o kaizen ao longo do tempo é recorrente em muitas organizações e uma das principais causas para a não sustentação dos ganhos está relacionada a estratégias de melhorias que foram construídas a partir de uma base frágil de padrões. O estabelecimento de padrões robustos deve-se seguir o ciclo padronizar-executar-verificar-agir (SDCA) e com padrões definidos em prática e sob controle, a próxima medida é elevar os padrões a um nível superior por meio da aplicação de um novo ciclo de planejar-executar-quecar-agir (PDCA).

1.5.1 Evento Kaizen

Os eventos Kaizen se originaram com a Toyota que usava a metodologia para treinar seus fornecedores nas práticas de produção enxuta durante os anos 70 (FARRIS et al., 2008).

Um evento Kaizen é um projeto de melhoria estruturado em um determinado setor e realizado em um curto prazo de tempo por meio de uma equipe multifuncional para atingir metas específicas. Durante o período relativamente curto do evento, os membros da equipe do evento kaizen aplicam ferramentas de baixo custo de solução de problemas e eliminação de desperdícios e técnicas para planejar rapidamente e implementar as melhorias no setor escolhido.

Imai (2014), aponta seis itens que orientam a visão para a construção inicial de um evento kaizen.

a) Adequar a linha de produção ou setor para produzir de acordo com o tempo *takt*;

- b) Desenvolver uma linha de produção ou setor flexível para absorver desvios no tempo *takt*;
- c) Eliminar *muda* (desperdícios), *muri* (sobrecarga) e *mura* (desbalanceamento);
- d) Eliminar fontes que desestabilizem um ritmo regular das operações;
- e) Definir tarefas padronizadas;
- f) Minimizar a quantidade de operadores;

Em particular o evento Kaizen tem sido associado com a implementação dos conceitos de *Lean Manufacturing* (WOMACK, 2004) e é composto pelas seguintes fases: Preparação do evento, a realização do evento Kaizen e a manutenção da melhoria contínua após o término do evento (LIKER, 2005).

1.5.2 Preparação do evento Kaizen

Antes do evento é preciso tomar algumas providências para facilitar o fluxo do trabalho e utilizar de modo eficiente o tempo dos participantes (LIKER, 2005).

- a) Definir o escopo do evento: Determinar o ponto de partida e o que se espera entregar ao fim do projeto;
- b) Estabelecer objetivos: Deve-se estabelecer objetivos mensuráveis para equipe alcançar e metas que devem incluir a redução do lead time, melhoria da qualidade e redução do custo;
- c) Desenhar o mapa de fluxo de valor do estado atual: Analisar o processo existente antes do evento para registrar os passos, o tempo necessário para realizar as operações ou tarefas e os tempos de espera entre processos;
- d) Organizar todos os documentos relevantes;
- e) Disponibilizar o mapa de fluxo de valor do estado atual na sala de equipe.

1.5.3 Realização do evento Kaizen

O evento deve iniciar com uma reunião envolvendo toda a equipe para uma revisão do escopo do setor a ser melhorado e dos objetivos. Em seguida é necessário um treinamento sobre conceitos básicos de *Lean Manufacturing*, especialmente sobre o conceito de valor agregado e de não-agregação de valor.

Durante o evento as seguintes atividades são desenvolvidas:

- a) Definição de quem é o cliente;
- b) Analise o estado atual;

A análise do estado atual inicia-se com aplicação do conceito de genchi genbutsu para o claro entendimento do funcionamento do processo e coleta e validação de dados referentes a tempos, qualidade, distâncias, movimentações, níveis de estoques, etc. A partir da compreensão global do processo é essencial a identificação de atividades que agregam valor e atividades que não agregam valor.

Em um contexto de fabricação atividades de valor agregado são etapas que realmente transformam ou ajustam a forma ou a função da matéria-prima e a aproximam do produto acabado o qual o cliente está disposto pagar (WOMACK E JONES, 2004).

Atividades sem valor agregado são desperdícios que se referem aos esforços investidos em um processo que adicionam custos em termos de tempo e/ou despesas, mas não agregam valor ao resultado do ponto de vista do cliente (WOMACK E JONES, 2004).

- c) Desenvolvimento da visão do estado futuro: A visão do estado futuro deve estar baseada nos seguintes conceitos:
 - Criação de fluxo unitário de peça;
 - Organização de processos em setores sequenciados conforme o fluxo de valor para viabilizar o fluxo unitário de peças;
 - Nivelamento de produção para equilibrar as cargas de trabalho;
 - Substituição de inspeções por ações que garantam qualidade ao processo;

- Padronizar as tarefas ou operações e documentar o trabalho em folhas padronizadas;
- d) Implementação das ações planejadas para tornar a visão do estado futuro em realidade. Para isso um plano de trabalho é definido com os responsáveis pelas ações e o mapa de fluxo de valor do estado futuro é dividido em partes sendo os integrantes da equipe Kaizen distribuídos em grupos para atuar em cada parte;
- e) Avaliação dos resultados obtidos após implementação das ações. São realizadas medições dos parâmetros no processo atual e compara-se com os parâmetros do processo antes do Kaizen e com as metas estabelecidas no escopo do projeto.

1.5.4 Manutenção da melhoria contínua.

Após o evento *Kaizen*, uma equipe de manutenção continuará a promover a melhoria do estado futuro por meio de constantes verificações e ações de corretivas necessárias que incluem:

- a) Revisão da situação atual para identificação e endereçamento de ações pendentes do plano de trabalho;
- b) Revisão de medições do processo para realização de futuras melhorias;
- c) Discussão de oportunidades adicionais de melhorias;

2 METODOLOGIA

Esta seção descreve os procedimentos metodológicos empregados para construção deste trabalho e alcance dos objetivos definidos.

Quanto aos objetivos, a abordagem adotada foi a pesquisa exploratória que tem como objetivo propiciar familiaridade com o problema e retirar as ambiguidades do assunto tratado (Gil, 2017). Nesse sentido o trabalho envolve:

- a) Revisão de literatura;
- b) Análises documentais;
- c) Visitas para coletas de dados de experiências práticas.

O desenvolvimento da fundamentação teórica foi realizado por meio de uma revisão da literatura sobre os conceitos do *Lean Manufacturing* e das ferramentas e técnicas aplicadas para sua implementação e que estão relacionadas no contexto deste trabalho. A literatura referenciada está baseada em livros relevantes e reconhecidos sobre o tema e em artigos científicos que foram pesquisados nas bases do Google Scholar e Scopus com a utilização do software Publish or Perish.

Para a parte do desenvolvimento de resultados e discussão, empregou-se dentro da pesquisa exploratória o método de estudo de casos múltiplos, que consiste em uma pesquisa empírica que estuda determinado fenômeno contemporâneo em um contexto real, possibilitando a aproximação do pesquisador com as particularidades que envolvem o fenômeno, retratando-o de maneira mais abrangente, uma vez que se utilizam múltiplas fontes para coleta de dados em diferentes realidades (YIN, 2005).

Além de Yin (2005), os autores Lazzarini (1995), Chizzotti (2005) e Ventura (2007) apresentam justificativas complementares e aplicações para o método de estudo de casos que convergem para a natureza da presente pesquisa. Os parágrafos a seguir trazem uma breve revisão sobre essas justificativas e aplicações da metodologia abordada.

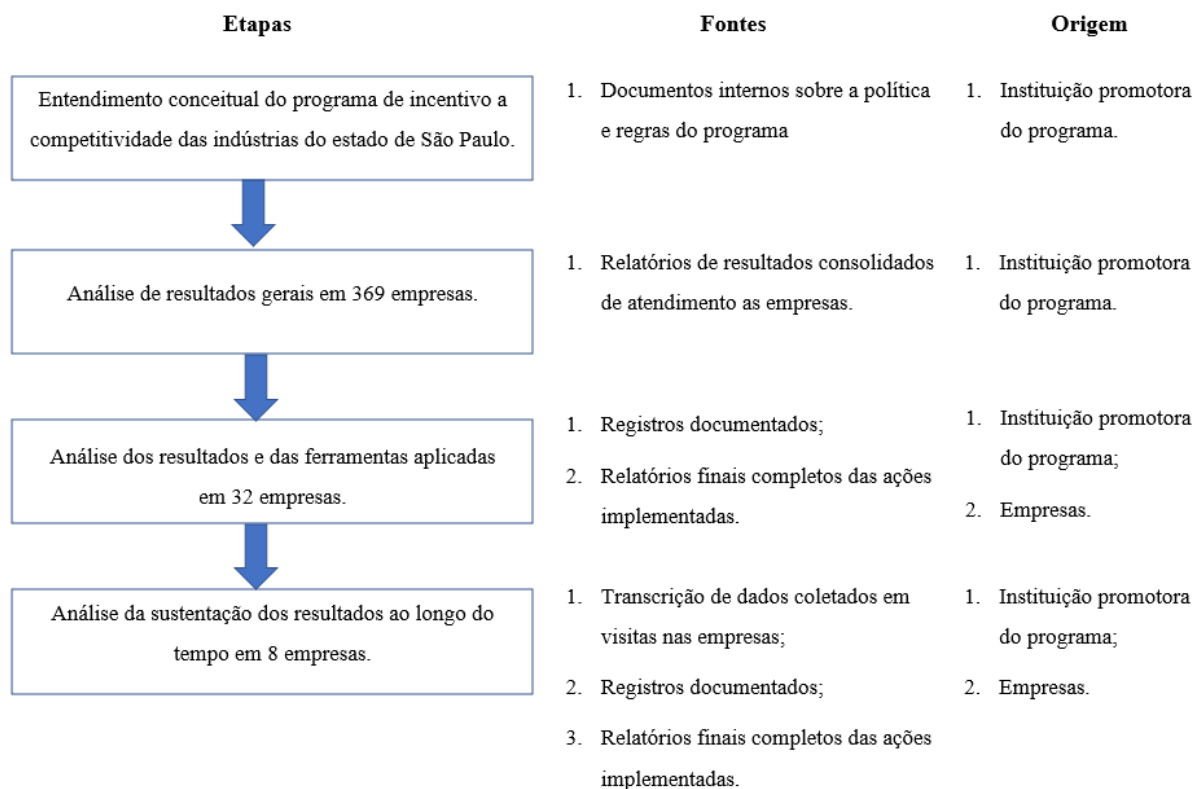
O estudo de caso é um dos métodos que melhor se enquadram quando se tem uma pesquisa com o objetivo de investigar e contextualizar fenômenos abrangentes e complexos (LAZZARINI, 1995).

Para Chizzotti (2005), o estudo de caso atribui diversas pesquisas que apuram e registram dados de um caso particular ou de vários casos, com o objetivo de desenvolver um documento organizado e crítico de uma experiência, ou avaliá-la analiticamente, visando tomar decisões a seu respeito ou propor uma ação transformadora.

Ventura (2007), aponta grande aplicabilidade dos estudos de caso em pesquisas exploratórias devido sua flexibilidade para a construção de hipóteses ou reformulação do problema. É aplicado apropriadamente nas situações em que o tema de estudo é suficientemente conhecido a ponto de ser enquadrado em determinado tipo ideal. Estudos de casos se enquadram ainda na exploração de processos ou comportamentos inéditos e novas descobertas, porque têm a importante função de gerar hipóteses e construir teorias.

O desenvolvimento desse estudo de casos múltiplos foi dividido em 4 etapas conforme demonstrado na Figura 7.

Figura 7: Etapas do estudo de casos múltiplos



Fonte: Autor

2.1 Etapa 1 do estudo de casos

A primeira etapa abrange o entendimento dos princípios e da política do programa de incentivo a competitividade da indústria paulista junto a instituição que realiza o mesmo. Para levantamento dos dados foram utilizados como fontes documentos internos sobre a política do programa de incentivo a competitividade das indústrias do estado de São Paulo.

2.1.1 Programa de incentivo a competitividade da indústria paulista em Lean Manufacturing

Trata-se de um serviço de baixo custo e especializado na implementação dos princípios do *Lean Manufacturing* e oferecido por uma instituição privada voltada ao apoio do desenvolvimento da indústria do estado de São Paulo por meio da formação de recursos humanos e prestação de serviços técnicos e tecnológicos.

O programa tem duração de até 120 horas e é realizado dentro de um período de até 4 meses, onde nesse período são replicados os princípios do Kaizen, apresentado na seção 1.5, com foco em ações rápidas e eficientes de melhoria dos processos produtivos buscando a redução ou eliminação dos 7 tipos de desperdícios abordados na seção 1.2.2 desse trabalho.

Como resultado o programa entrega os seguintes benefícios:

- a) aumento expressivo da produtividade;
- b) redução de estoques de produto acabado e/ou estoques em processo;
- c) redução do prazo de entrega;
- d) redução dos problemas de qualidade.

A proposta do programa traz alta confiabilidade de ganhos para empresa, visto que o pagamento de 50% dos valores é condicionado por um contrato de desempenho. Na contratação do serviço a empresa paga 50% do valor total do serviço de forma parcelada e os outros 50% serão pagos pela empresa somente se os resultados de desempenho acordados no contrato forem alcançados.

2.1.2 Fases do programa

O programa é composto por 5 fases denominadas de T0, T1, T2, T3, T4 que são detalhadas a seguir:

- a) Fase T0 – Diagnóstico: Antes da assinatura do contrato de prestação de serviços a empresa interessada solicita a instituição uma visita com o objetivo de se fazer um diagnóstico com o levantamento de potenciais ganhos. Nessa fase são coletados os seguintes dados: Aderência do processo produtivo às ferramentas de Lean Manufacturing; disponibilidade de pessoas para se dedicar ao projeto; variação de demanda; verificação se há estoques e desperdícios em processo; existência de gestão visual, planejamento de produção e trabalho padronizado. O formulário para levantamento de dados está disponível no apêndice A.
- b) Fase T1 – Preparação: Essa fase é composta pelas seguintes atividades: Abertura do projeto; retorno ao processo da fábrica; elaboração do cronograma de visitas; definição do setor a ser mapeado; treinamento da ferramenta mapa de fluxo de valor (MFV); execução do MFV-EP (Mapa de fluxo de valor do estado presente); desenho do MFV-EF (Mapa de fluxo de valor do estado futuro); definição das ações de melhoria para a intervenção; coleta de indicadores de produção (1ª medição).
- c) Fase T2 – Intervenção: Essa fase é composta pelas seguintes atividades: Treinamento nas ferramentas Lean Manufacturing a ser implementadas; verificação do estado presente (tempos, indicadores, produtividade); aplicação prática no setor (melhoria inicial); criação do plano de ação com toda a equipe; ajustes no processo e implantação do quadro de produção / retrabalho; verificação do estado presente (tempos, indicadores, produtividade); aplicação prática no setor (melhoria inicial).
- d) Fase T3 – Monitoramento: Essa fase é composta pelas seguintes atividades: ajustes no processo e implantação do quadro indicador de produção; monitoramento das ações realizadas com base nos indicadores; definição de novas ações para execução pela própria empresa.

- e) Fase T4 – Encerramento: Essa fase é composta pelas seguintes atividades: implementação final do quadro indicador de produção / retrabalho; validação das ferramentas Lean Manufacturing implementadas (medição final); conclusão do relatório de atendimento e apresentação final. Um exemplo de relatório de atendimento está disponível no apêndice B.

2.1.3 Método para apuração dos resultados do programa

A apuração dos resultados leva em conta o indicador de produtividade definido especificamente para o cliente, considerando a taxa de desempenho definida no contrato de prestação de serviços. A taxa de desempenho é o resultado da comparação objetiva entre a medição inicial do indicador de produtividade antes da intervenção e a medição final após a intervenção. O resultado esperado no setor ou processo crítico selecionado é o aumento do indicador de produtividade na taxa que foi acordada com o cliente durante a realização do diagnóstico inicial.

2.1.4 Indicadores

Os indicadores para avaliação dos resultados são: ganho de produtividade, ganho em movimentação, ganho em qualidade e retorno do investimento.

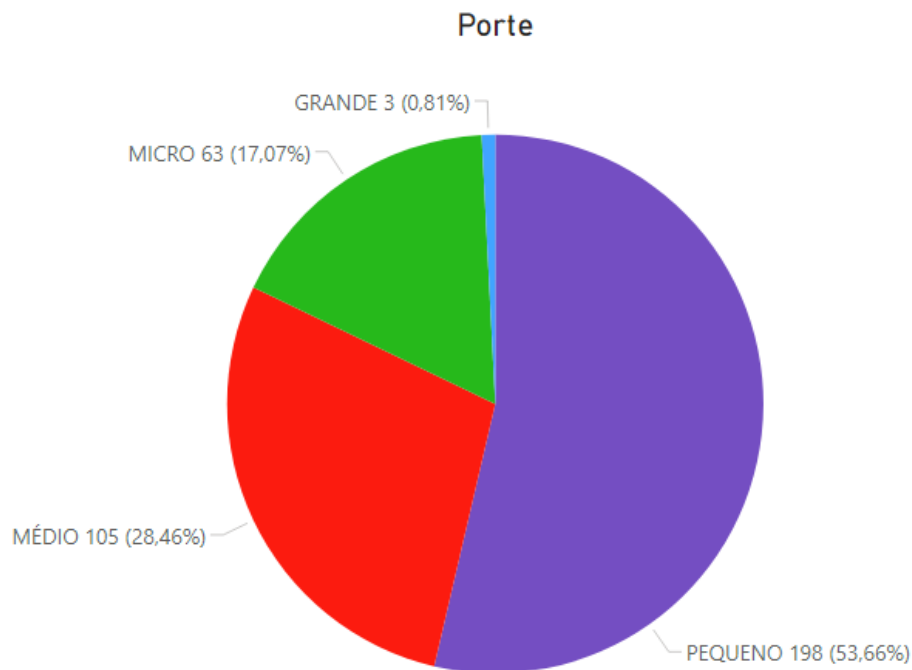
- a) Ganho de produtividade: É o principal indicador de desempenho e diferentemente dos demais, é o indicador obrigatório a ser medido em todos os casos. Medido em % (percentual) de ganho de peças produzidas por operador ou célula na unidade de tempo apurada;
- b) Ganho em movimentação de operador: Medido em % (percentual) de metros de redução de movimentação de deslocamento do operador. Em alguns casos esse indicador não é aplicável;
- c) Qualidade: Medido em % (percentual) de redução de peças refugadas ou retrabalhadas. Em alguns casos esse indicador não é aplicável;
- d) Retorno do investimento: Retorno financeiro do investimento medido em meses. Em alguns casos esse indicador não é aplicável.

2.2 Etapa 2 do estudo de casos múltiplos

A segunda etapa envolve a análise de resultados alcançados em 369 empresas de micro, pequeno, médio e grande portes e de 9 diferentes setores industriais.

A seguir são demonstradas as características dessas empresas em termos de porte e setores de atuação. A Figura 8 representa a distribuição das quantidades de empresas analisadas de acordo com o porte.

Figura 8: Porte das empresas atendidas pelo programa

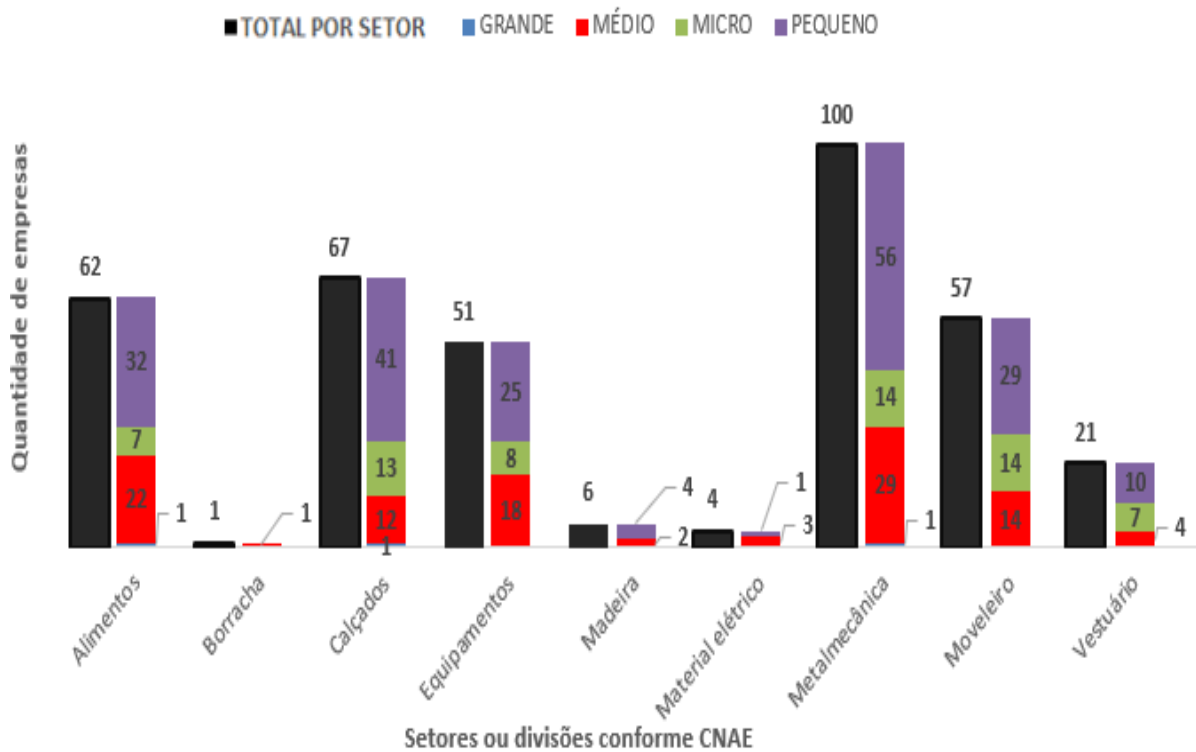


Fonte: Autor

Observa-se que as pequenas indústrias foram as que mais buscaram o programa representando 53,66% dos atendimentos com 198 empresas atendidas. Em contraposição as grandes empresas foram as que menos foram atendidas representando menos de 1% com apenas 3 empresas.

A Figura 9 mostra a classificação das empresas atendidas em 9 setores e a distribuição de atendimentos por porte de empresa em cada setor.

Figura 9: Quantidade de empresas atendidas agrupadas conforme CNAE.



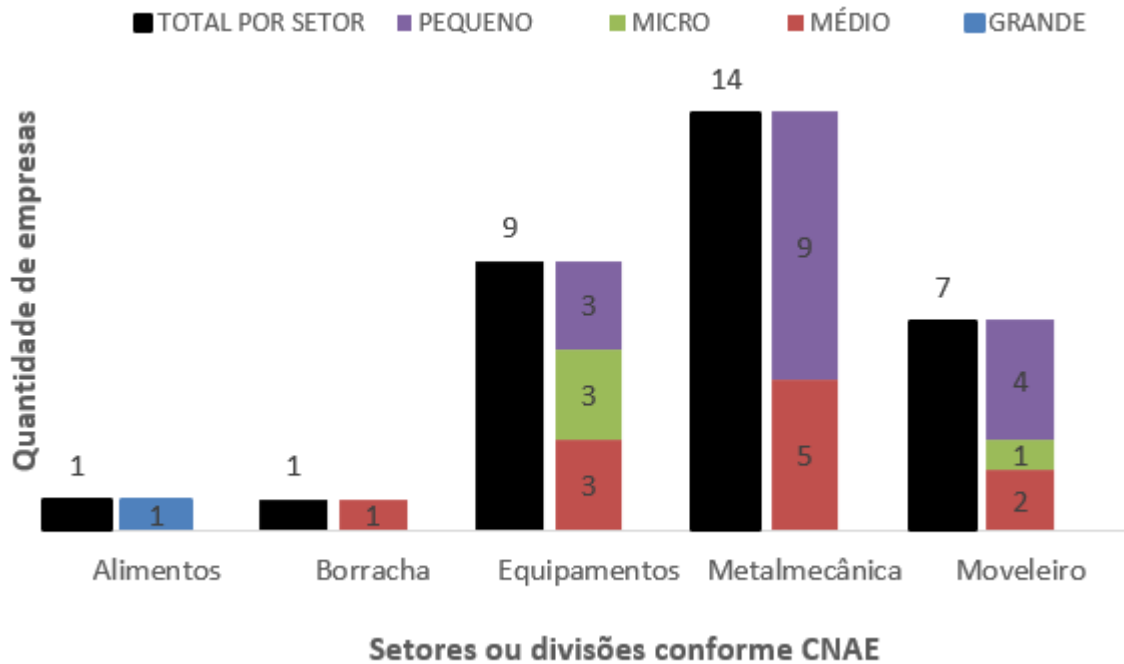
Fonte: Autor

A quantidade de empresas analisadas foi definida pela possibilidade de acesso as informações que foram disponibilizadas pela instituição durante o período de produção deste trabalho. Para coleta de dados foram utilizadas como fontes de informações documentos, registros em arquivos fornecidos pela instituição que promove o programa;

2.3 Etapa 3 do estudo de casos múltiplos

A terceira etapa detalha, em uma amostra de 32 empresas de micro, pequeno, médio e grande porte e de 5 diferentes setores industriais, quais foram as ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* empregadas e quais foram os resultados obtidos. A Figura 10 mostra as quantidades segmentadas por porte e setores.

Figura 10: Quantidade segmentada por setor e porte de empresas que permitiram acesso aos relatórios finais.



Fonte: Autor

A quantidade de empresas analisadas nesta etapa foi definida por dois aspectos limitadores:

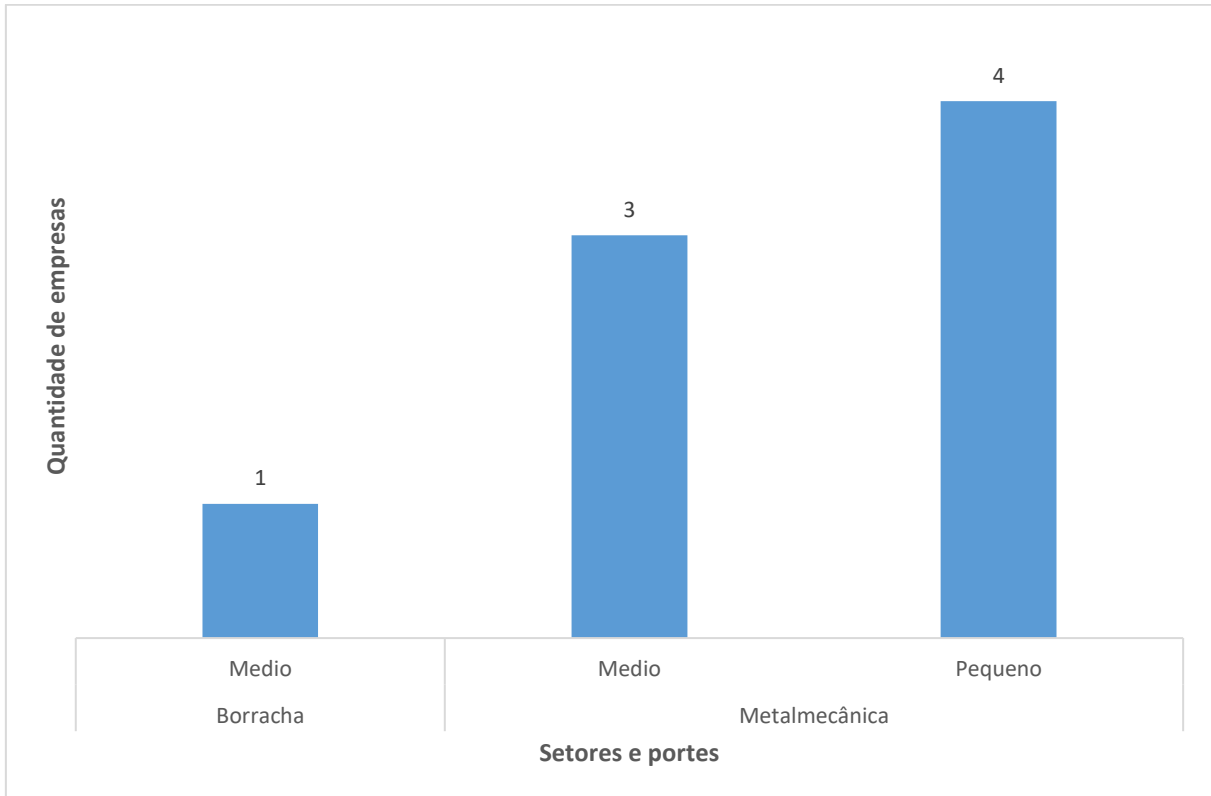
- possibilidade de acesso aos relatórios finais onde constam as informações sensíveis de processos internos das empresas;
- concordância das empresas em disponibilizar informações internas para produção deste trabalho.

Para coleta desses dados foram utilizadas como fontes de informações documentos, registros em arquivos e os relatórios finais da consultoria realizada.

2.4 Etapa 4 do estudo de casos múltiplos

A quarta etapa descreve a situação atual de 8 empresas, de pequeno e médio portes e de 2 setores que passaram pelo processo de implantação das melhorias e expõe quais ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* foram aplicadas e a sustentação dos resultados obtidos ao longo do tempo. A Figura 11 mostra a distribuição dessas empresas segmentadas em setores e portes.

Figura 11: Empresas revisitadas para verificação da sustentação dos resultados.



Fonte: Autor

A quantidade de empresas analisadas nesta etapa foi definida pela possibilidade de acesso total as informações dos relatórios finais e ainda concordância destas empresas em receber visita para acompanhamento e levantamento da situação atual do sistema produtivo que passou pelas implementações de melhorias.

Para coleta desses dados foram utilizadas como fontes de informações documentos, registros em arquivos, relatórios finais da consultoria e visitas nas empresas para observações diretas sem participação conforme protocolo descrito na subseção 2.4.1. As visitas incluíram entrevistas com profissionais que participaram ativamente da implementação das ações de melhoria.

2.4.1 Protocolo de visitas

As visitas foram realizadas juntamente com o consultor que realizou as implementações das melhorias no sistema produtivo e para tanto foi seguido o seguinte protocolo:

- a) Reunião de abertura com o gestor responsável pelo setor e que participou ativamente das atividades junto ao consultor com vistas a esclarecer o objetivo da visita e a importância para a conclusão deste trabalho;
- b) Recapitulação do relatório final de conclusão com vistas a recordar todo o processo realizado para identificação dos desperdícios e implementação das ações de melhoria;
- c) Visita pela fábrica para observação e análise dos setores;
- d) Preenchimento do questionário de pesquisa de acordo com a visão e avaliação conjunta do consultor e do gestor. O questionário está detalhado na subseção 2.4.2.

2.4.2 Questionário de pesquisa utilizado em visita as empresas

1) Qual é a produtividade atual do setor?

2) Sobre a equipe que participou da implantação das ações de melhoria, responda:

- 100% continuam na empresa com ações voltadas a manutenção dos ganhos obtidos
- 75% continuam na empresa com ações voltadas a manutenção dos ganhos obtidos
- 50% continuam na empresa com ações voltadas a manutenção dos ganhos obtidos
- 25% continuam na empresa com ações voltadas a manutenção dos ganhos obtidos
- 0% continuam na empresa com ações voltadas a manutenção dos ganhos obtidos

3) Sobre os níveis de estoques intermediários. Em relação a situação deixada logo após as implantações das ferramentas Lean, como estão hoje os estoques intermediários?

- Diminuíram significativamente
- Mantiveram os níveis
- Aumentaram moderadamente
- Aumentaram significativamente

4) Sobre a manutenção da organização dos setores. O padrão de organização foi mantido?

100% Mantido

75% Mantido Necessita passar por nova reorganização? Não Sim

50% Mantido

25% Mantido

0% Mantido

5) Sobre os processos padronizados, continuam a ser seguidos?

100% Mantido

75% Mantido

50% Mantido

25% Mantido

0% Mantido

6) Existência de ações e ou treinamentos para manutenção da cultura de melhoria contínua?

Empresa possui ações, divulga e mantém orientações sobre a cultura de melhoria contínua. Que tipo de práticas?

Empresa possui ações pontuais. Que tipo de ações?

Não há ações voltadas a melhoria contínua

7) Existência de apoio da alta gestão as práticas de manutenção e promoção de eventos Kaizen.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção aborda os detalhes e os resultados alcançados de um programa de implementação dos princípios de *Lean Manufacturing* como forma de incentivo a competitividade da indústria no estado de São Paulo.

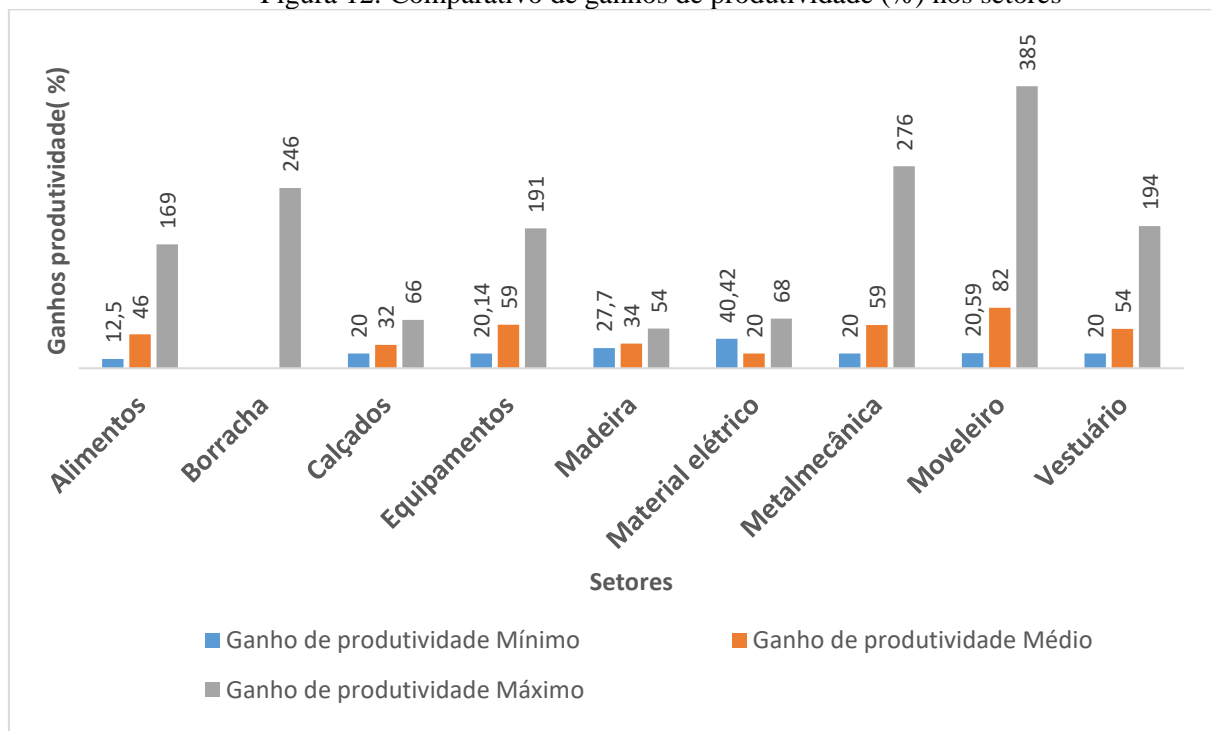
3.1 Resultados alcançados pelo programa em Lean Manufacturing nas 369 empresas

Nesta seção são demonstrados os resultados alcançados nas 369 empresas. O números mostram resultados significativos nos indicadores de ganho de produtividade, ganho de movimentação, ganhos de qualidade e retorno do investimento.

3.1.1 Análise dos ganhos de produtividade obtidos

O indicador mais importante do programa é o indicador que mede os ganhos de produtividade. A Figura 12 demonstra os ganhos mínimos, médios e máximos auferidos em cada setor.

Figura 12: Comparativo de ganhos de produtividade (%) nos setores



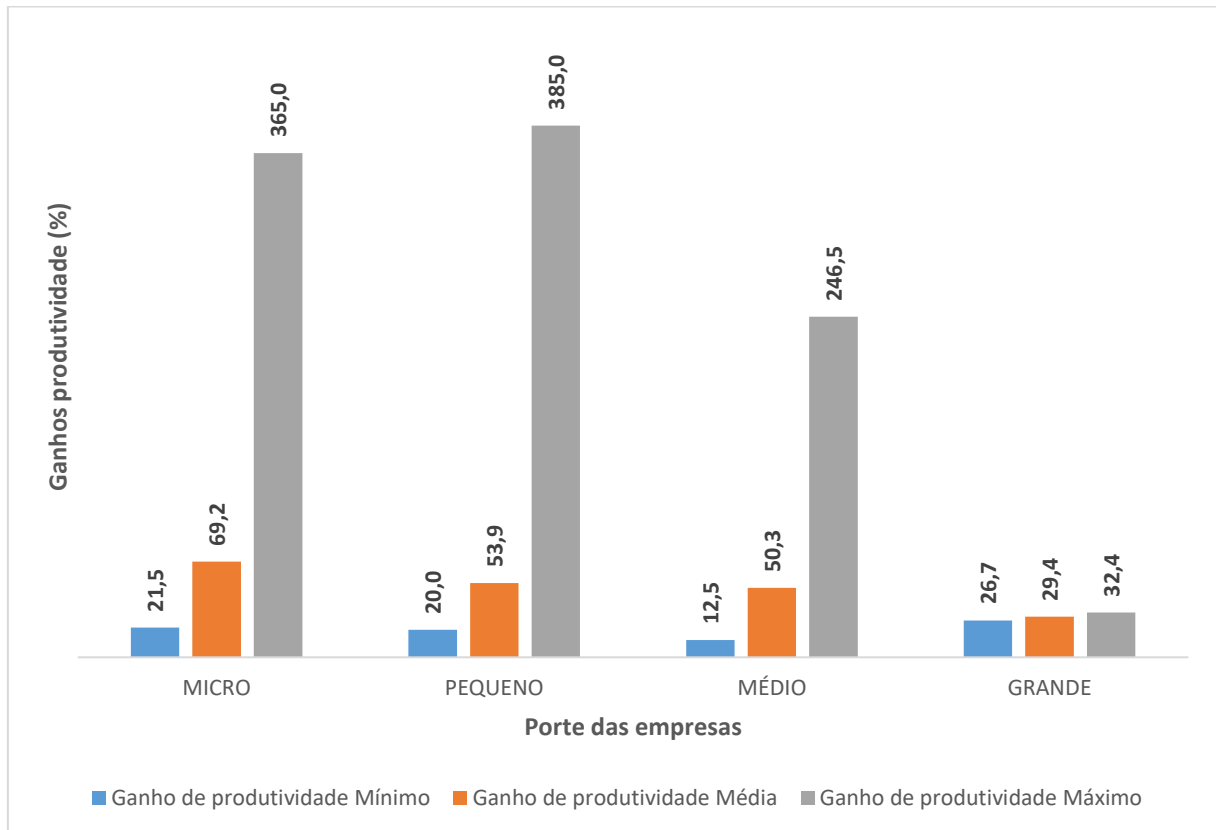
Fonte: autor

Observa-se que em todos os 9 setores se obteve ganhos de produtividade significativos que variaram de 12,5%, alcançado no setor de alimentos, a 385%, alcançado no setor moveleiro.

Os quatro setores com melhores ganhos médios de produtividade foram os setores moveleiro, metalmeccânica, equipamentos e vestuário respectivamente.

A Figura 13 demonstra os ganhos mínimos, médios e máximos alcançados e compilados por porte das empresas.

Figura 13: Comparativo de ganhos de produtividade (%) nos portes



Fonte: Autor

Constata-se que, em todos os portes de empresa, os ganhos de produtividade máximos foram expressivos e variaram entre 32,4% nas grandes empresas e 385% nas pequenas empresas. Os maiores ganhos médios de produtividade foram alcançados nas micro, pequenas e médias empresas respectivamente.

A

Tabela 1 traz uma classificação dos dez maiores ganhos médios de produtividade alcançados.

Tabela 1: Dez maiores ganhos médios de produtividade

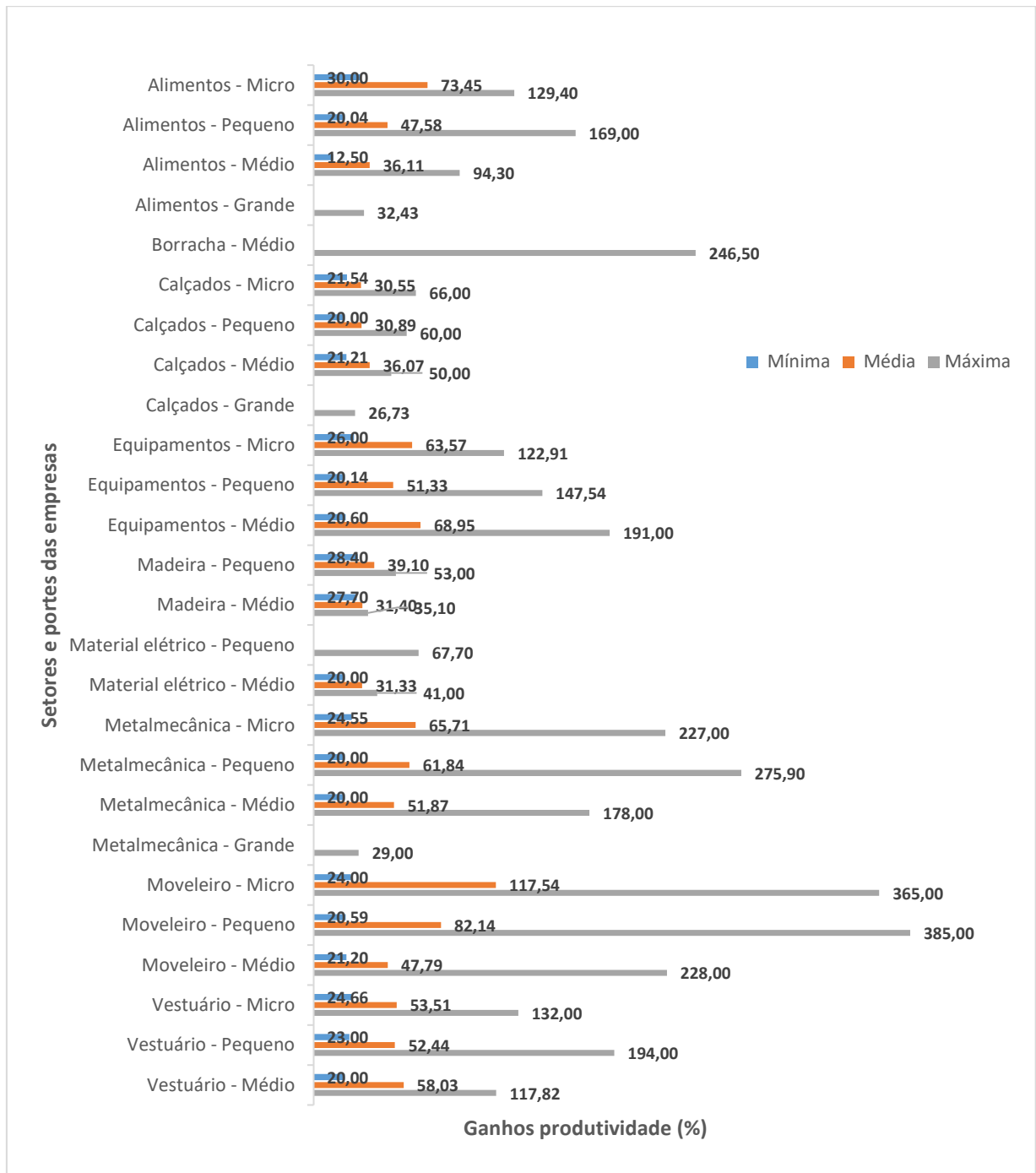
Classificação	Porte	Setor	Média%	Mínima%	Máxima%
1	Micro	Moveleiro	117,54	24,00	365,00
2	Pequeno	Moveleiro	82,14	20,59	385,00
3	Micro	Alimentos	73,45	30,00	129,40
4	Médio	Equipamentos	68,95	20,60	191,00
5	Micro	Metalmecânica	65,71	24,55	227,00
6	Micro	Equipamentos	63,57	26,00	122,91
7	Pequeno	Metalmecânica	61,84	20,00	275,90
8	Médio	Vestuário	58,03	20,00	117,82
9	Micro	Vestuário	53,51	24,66	132,00
10	Pequeno	Vestuário	52,44	23,00	194,00

Fonte: Autor

Ao analisar a frequência de aparição por porte, verifica-se que 50% são micro empresas, 30% são pequenas empresas e 20% são médias empresas.

A Figura 14 demonstra uma classificação dos ganhos de produtividade integrando os setores aos portes das empresas.

Figura 14: Comparativo de Ganhos de produtividade nos setores e portes



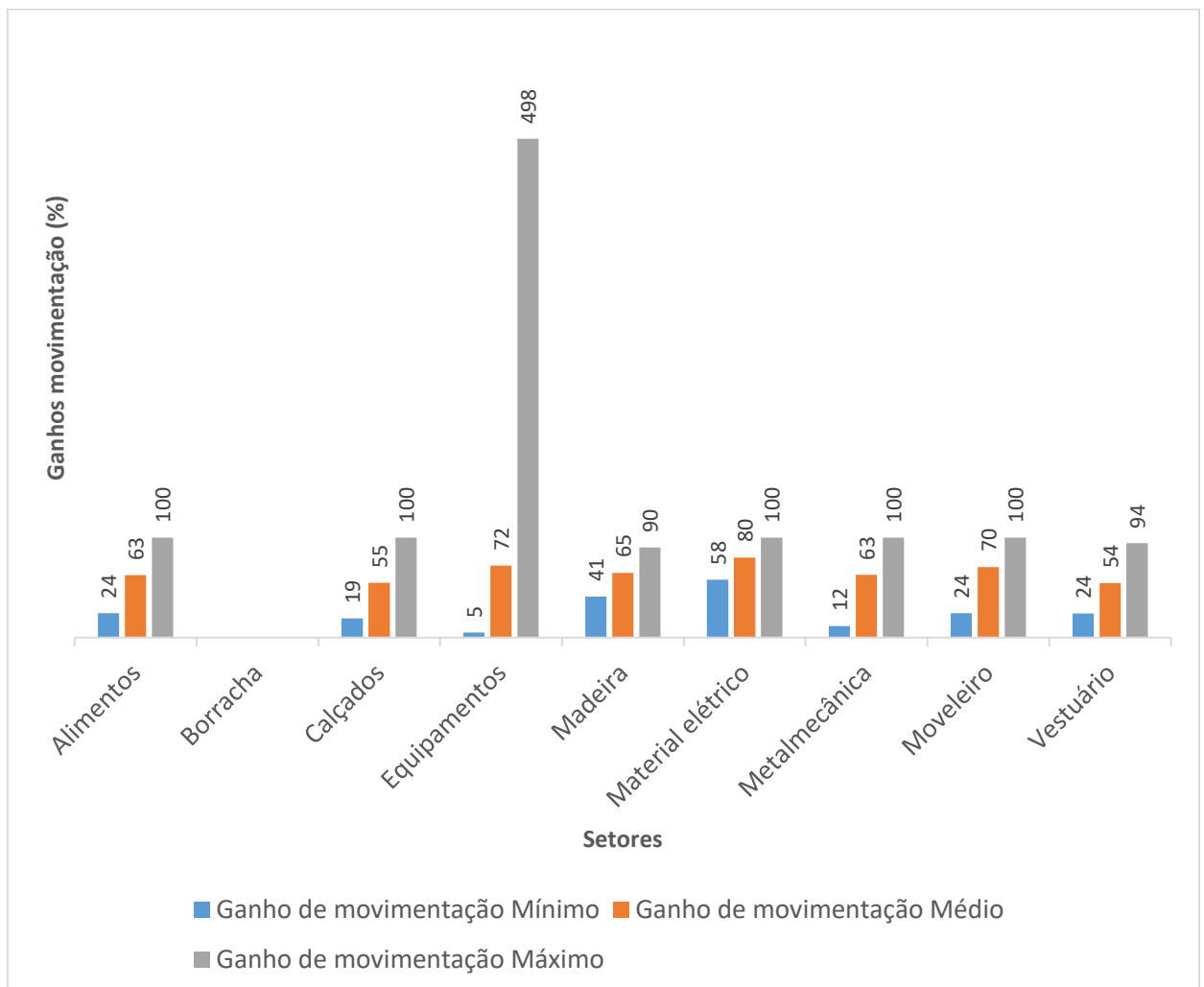
Fonte: Autor

Verifica-se que os 10 maiores ganhos médios foram obtidos por micro, pequenas e médias empresas dos setores moveleiro, alimentos, equipamentos, metalmecânica e vestuário.

3.1.2 Ganho de movimentação

Com exceção da única empresa do setor de borracha, a Figura 15 mostra que houve grande redução na movimentação de todas as empresas.

Figura 15: Ganhos de movimentação (%)

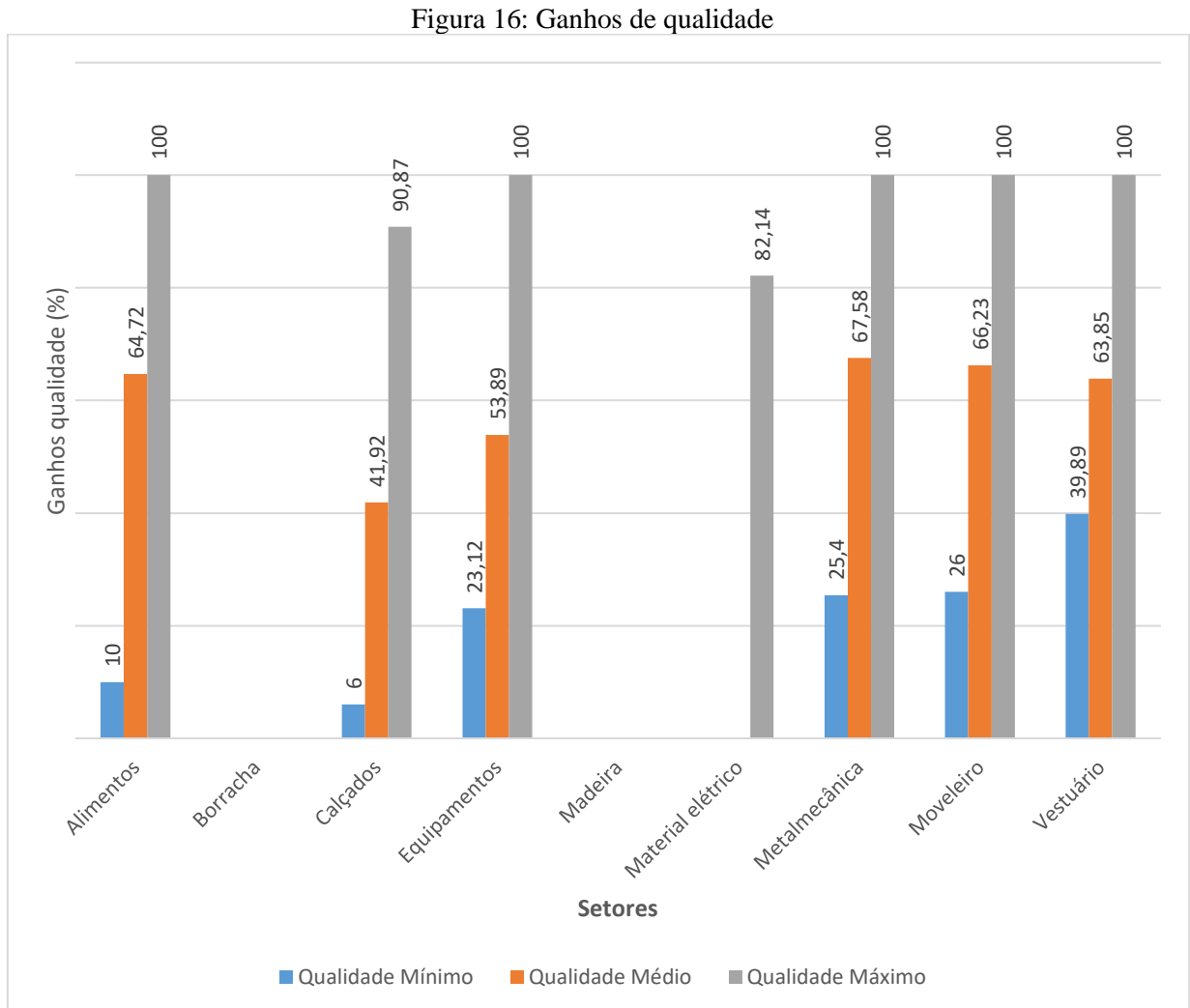


Fonte: Autor

A redução na movimentação variou de 5% em uma empresa do setor de equipamentos a 498% em outra empresa do mesmo setor.

3.1.3 Ganho de qualidade

A Figura 16 mostra que as empresas melhoraram seus processos e reduziram os índices de refugo de peças de forma acentuada.



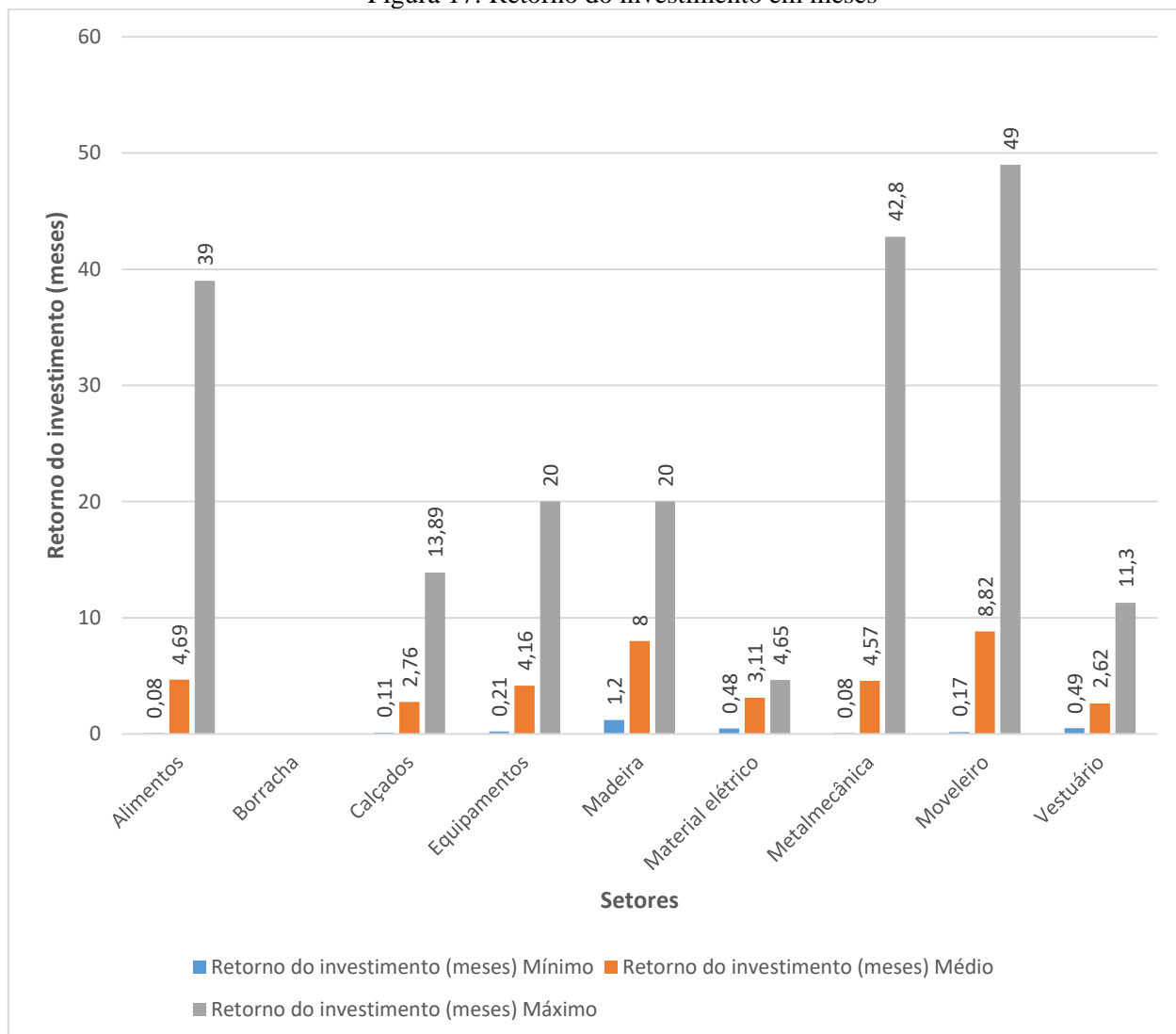
Fonte: Autor

O ganho de qualidade nas empresas variou de 6% a 100%. As empresas do setor de borracha e de mobiliário não mediram a diferença na quantidade de refugo antes e após a implementação do programa.

3.1.4 Retorno do investimento

A Figura 17 mostra que o retorno do investimento na maioria dos setores foi inferior a 2 anos e em alguns casos inferior a 1 mês.

Figura 17: Retorno do investimento em meses



Fonte: Autor

O retorno do investimento mais demorado foi de 49 meses em uma empresa do setor moveleiro e o retorno mais rápido foi de 0,08 meses (2,4 dias) em duas empresas sendo uma do setor de alimentos e outra do setor da metalmeccânica.

3.2 Análise de amostra de relatórios finais de conclusão do programa em Lean Manufacturing

Na seção 3.1 deste trabalho foram apresentados os resultados globais alcançados em 369 empresas que participaram do programa em Lean Manufacturing. Nesta seção é apresentada a análise de uma amostra composta por 32 relatórios de empresas de 5 diferentes setores industriais onde são detalhadas as ferramentas utilizadas para o alcance dos resultados. O tamanho da amostra foi limitado pela possibilidade de acesso à documentação completa das empresas e que dependia de autorizações, visto que estas documentações contêm informações sigilosas de processos internos.

A Tabela 2 mostra a distribuição da quantidade de relatórios analisados conforme setores e portes.

Tabela 2: Relatórios disponibilizados conforme setor e porte

Setores	Grande	Médio	Micro	Pequeno	Total Setor
Alimentos	1				1
Borracha		1			1
Equipamentos		3	3	3	9
Metalmecânica		5		9	14
Moveleiro		2	1	4	7
Total Geral	1	11	4	16	32

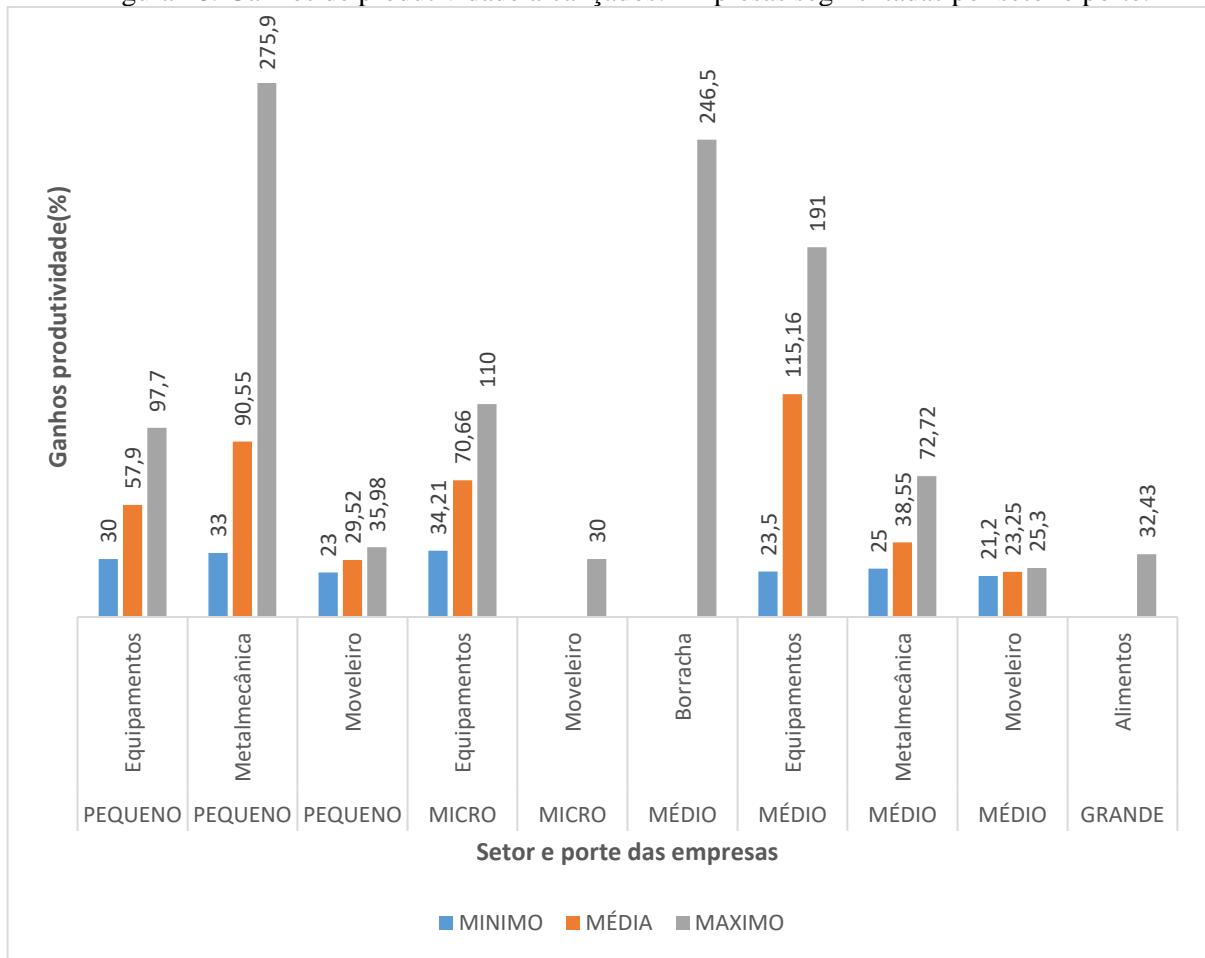
Fonte: Autor

A maior parte dos relatórios analisados são de empresas de pequeno e médio porte e pertencentes aos setores metalmecânica, equipamentos e moveleiro, respectivamente.

3.2.1 Ganhos de produtividade alcançados pelas empresas da amostra

A figura 18 apresenta os resultados na amostra analisada. Os ganhos máximos variaram entre 25,3%, auferido em uma empresa de médio porte do setor moveleiro, e 275,9% em empresa de pequeno porte do setor metalmecânica.

Figura 18: Ganhos de produtividade alcançados: Empresas segmentadas por setor e porte.



Fonte: Autor

Os ganhos médios variaram entre 23,25%, auferido em uma empresa de médio porte do setor moveleiro, e 115,16% em empresa de médio porte do setor de equipamentos.

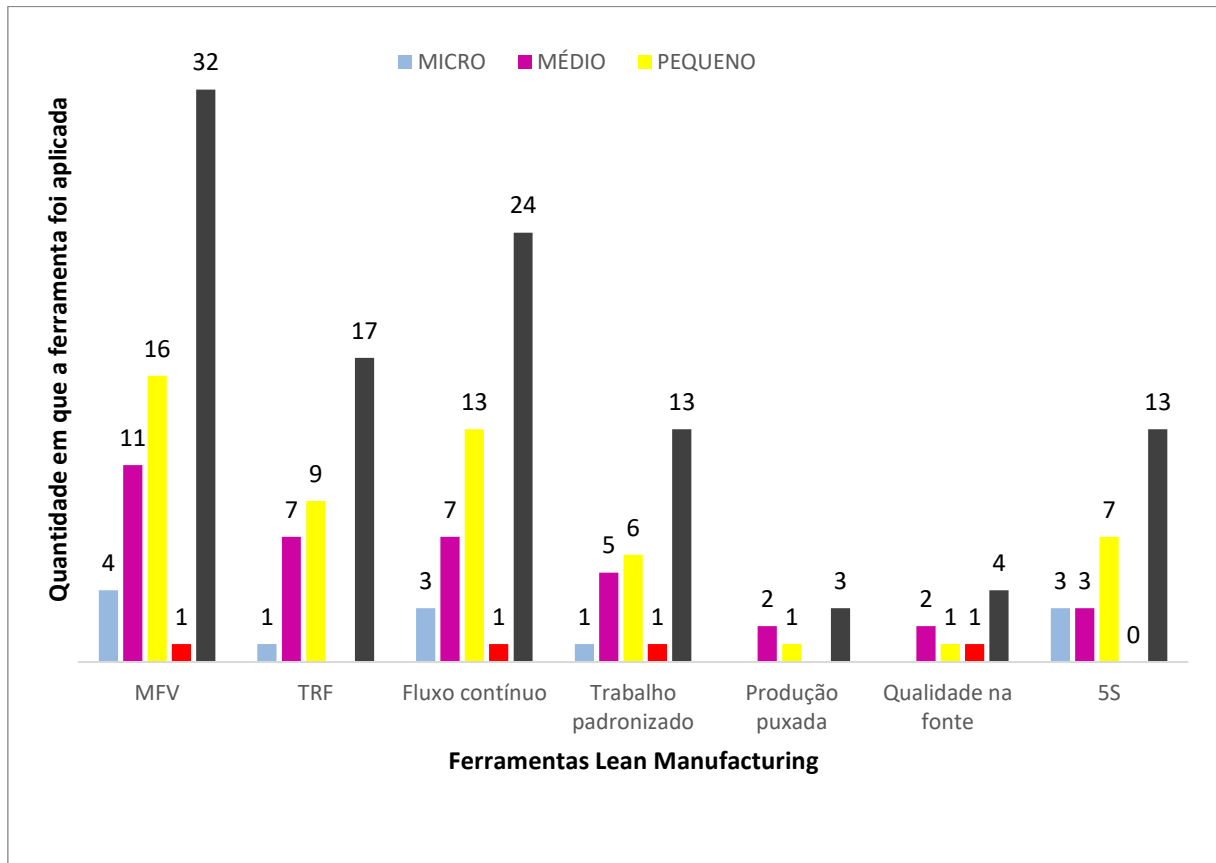
3.2.2 Ferramentas Lean Manufacturing aplicadas nos 32 relatórios

Os relatórios finais emitidos para cada empresa ao final do programa resumem o evento *Kaizen* de forma sucinta destacando apenas 7 ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* abordadas na seção 1.4. As 7 ferramentas que aparecem em destaque nos relatórios são: Mapa de fluxo de valor, troca rápida de ferramenta, fluxo contínuo, trabalho padronizado, produção puxada, qualidade na fonte e 5S. As ferramentas *Heijunka*, *Genchi Genbutsu*, *Kanban*, *Poka-yoke*, TPM são aplicadas como ferramentas de suporte às ferramentas destacadas, porém não são mencionadas explicitamente.

3.2.3 Ferramentas mais aplicadas conforme porte das empresas

A Figura 19 traz uma compilação dos 32 relatórios analisados e demonstra a frequência de utilização de cada ferramenta ou técnica do Lean Manufacturing conforme porte das empresas.

Figura 19: Ferramentas utilizadas conforme porte das empresas



Fonte: Autor

Constata-se na Figura 19 que as ferramentas mais utilizadas foram respectivamente: Mapa de fluxo de valor, fluxo contínuo, troca rápida de ferramenta, 5S, trabalho padronizado, qualidade na fonte e produção puxada.

3.2.4 Comparação de frequência de aplicação entre ferramentas conforme porte das empresas

Para se estabelecer um parâmetro comparativo e indicar um *ranking* das ferramentas mais utilizadas nos portes das empresas, foi desconsiderado o único relatório de empresa de grande porte e então calculado a quantidade relativa de uso de cada ferramenta em relação a quantidade de empresas de cada porte. As quantidades relativas do uso das ferramentas estão indicadas na Tabela 3.

Tabela 3: Quantidade relativa de ferramentas aplicadas por porte das empresas

Ferramentas	Grande	Médio	Micro	Pequeno
MFV	100%	100%	100%	100%
Fluxo contínuo	100%	64%	75%	81%
Trabalho padronizado	100%	45%	25%	38%
5S	0%	27%	75%	44%
TRF	0%	64%	25%	56%
Qualidade na fonte	100%	18%	0%	6%
Produção puxada	0%	18%	0%	6%

Fonte: Autor

Considerando os dados da Tabela 3, pode-se verificar quais ferramentas tiveram maior destaque em determinados portes de empresa:

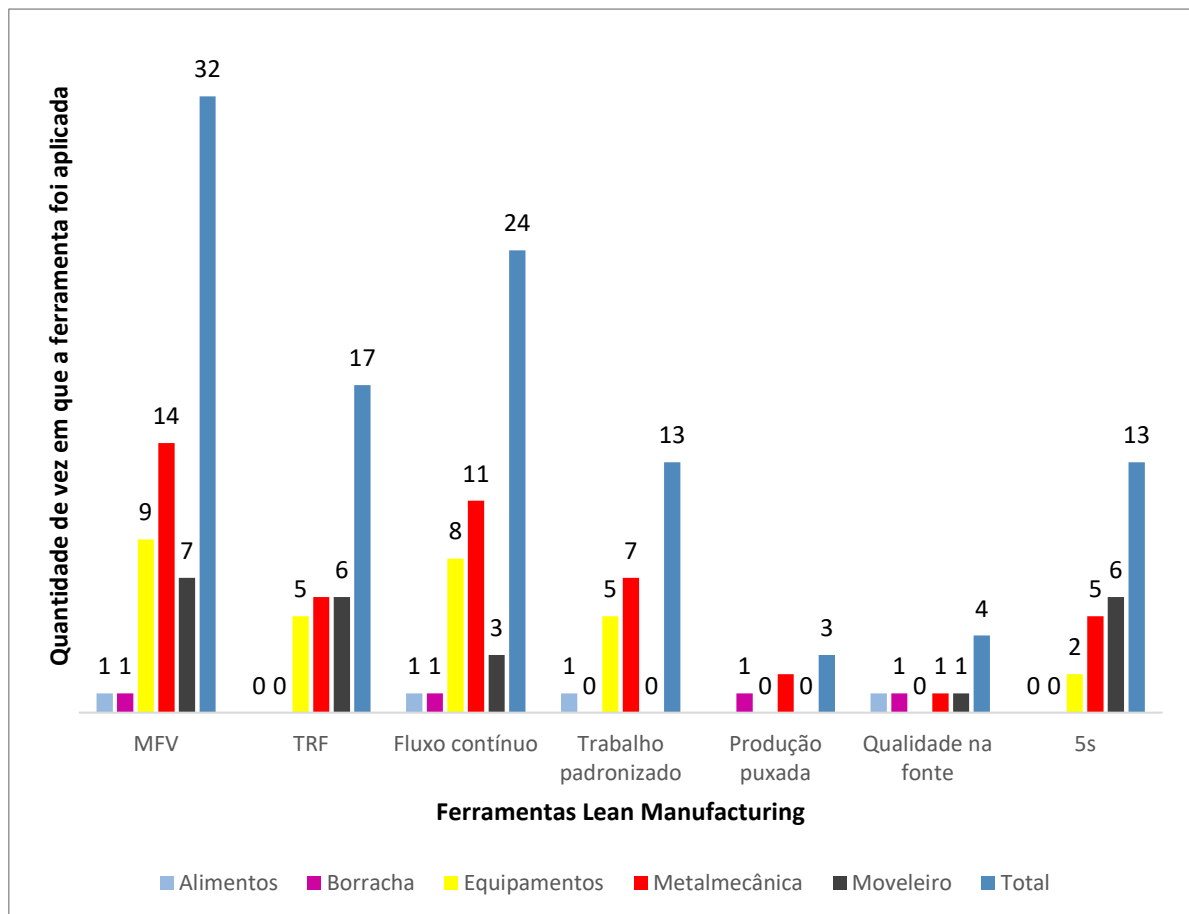
- Mapa de fluxo de valor: Utilizado em todas as empresas de todos os portes;
- Fluxo contínuo: Aplicado com mais frequência em empresas de pequeno porte (81%), microempresas (75%) e médio porte (64%), respectivamente;
- TRF: Aplicado com mais frequência em empresas de médio porte (64%) pequeno porte (56%) e microempresas (25%), respectivamente;
- 5S: Aplicado com mais frequência em microempresas (75%), pequeno porte (44%) e médio (27%), respectivamente;

- Trabalho padronizado: Aplicado com mais frequência em empresas médio porte (45%), pequeno porte (38%) e microempresas (25%), respectivamente;
- Qualidade na fonte: aplicado com mais frequência em empresas de médio porte (18%) e pequeno porte 6%), respectivamente;
- Produção puxada: aplicado com mais frequência em empresas de médio porte (18%) e pequeno porte 6%), respectivamente;

3.2.5 Ferramentas mais aplicadas conforme setores das empresas

A Figura 20 segmenta em setores os 32 relatórios e mostra a distribuição de ferramentas e técnicas aplicadas.

Figura 20: Ferramentas utilizadas conforme setores das empresas



Fonte: Autor

Conforme já demonstrado na seção 3.2.3 as ferramentas mais utilizadas foram respectivamente: Mapa de fluxo de valor, fluxo contínuo, troca rápida de ferramenta, 5S, trabalho padronizado, qualidade na fonte e produção puxada.

A Tabela 4 mostra a frequência relativa de uso de cada ferramenta em relação a quantidade de empresas de cada setor. Tendo em vista que para os setores de alimentos e borracha apenas um relatório foi analisado, estes não estão considerados nessa análise.

Tabela 4: Quantidade relativa de ferramentas aplicadas por setores das empresas

Setor	Alimentos	Borracha	Equipamentos	Metalmecânica	Moveleiro
MFV	100%	100%	100%	100%	100%
Fluxo contínuo	100%	100%	89%	79%	43%
Trabalho padronizado	100%	0%	56%	50%	0%
5S	0%	0%	22%	36%	86%
TRF	0%	0%	56%	43%	86%
Qualidade na fonte	100%	100%	0%	7%	14%
Produção puxada	100%	0%	22%	0%	43%

Fonte: Autor

Considerando os dados da Tabela 4, pode-se verificar quais ferramentas tiveram maior destaque em determinados setores industriais:

- Mapa de fluxo de valor: Utilizado em todas as empresas de todos os setores;
- Fluxo contínuo: Aplicado com mais frequência em empresas dos setores de equipamentos (89%), metalmecânica (79%) e moveleiro (43%), respectivamente;
- TRF: Aplicado com mais frequência em empresas dos setores moveleiro (86%), equipamentos (56%) e metalmecânica (43%), respectivamente;
- 5S: Aplicado com mais frequência em empresas dos setores moveleiro (86%), metalmecânica (36%) e equipamentos (22%), respectivamente;
- Trabalho padronizado Aplicado com mais frequência em empresas dos setores de equipamentos (56%) e metalmecânica (50%), respectivamente;

- Qualidade na fonte: Aplicado com mais frequência em empresas dos setores moveleiro (14%), metalmeccânica (7%), respectivamente;
- Produção puxada: Aplicado com mais frequência em empresas dos setores moveleiro (43%) e equipamentos (22%), respectivamente.

3.3 Considerações sobre a aplicação das ferramentas

Diante da análise dos relatórios e da compreensão do programa é possível afirmar que o programa é uma aplicação da ferramenta Kaizen descrito na seção 1.5 e que é apoiado por outras 7 ferramentas e técnicas que aparecem em destaque utilizadas em conjunto com outras ferramentas e técnicas que são utilizadas, porém não são destacadas, mas são intrínsecas e indispensáveis para aplicação das 7 ferramentas em destaque. As ferramentas não destacadas são: Genchi Genbutsu, Heijunka, poka-yoke e Kanban.

O mapa de fluxo de valor foi aplicado em todos os 32 casos. Isto mostra na prática a importância que esta ferramenta tem para o levantamento das condições do processo produtivo e para identificar onde deverão ser tomadas as ações para redução de desperdícios. Essa constatação ratifica as ideias de Rother & Shook (2012) no sentido de que o mapeamento permite visualizar mais do que simplesmente os processos individuais, permite enxergar o fluxo como um todo, identificar fontes dos desperdícios, tornar visíveis as decisões sobre o fluxo, de modo que possam ser discutidas e mostrar a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material. Ressalta-se que é imprescindível para a construção do mapa de fluxo de valor ter aplicação conjunta com o conceito de genchi genbutsu.

O fluxo contínuo, aplicado em 24 casos, foi a segunda técnica mais utilizada o que leva a inferir que a falta de sincronização entre processos e desbalanceamento da produção é uma situação recorrente especialmente nas empresas de pequeno porte e microempresas dos setores da metalmeccânica e equipamentos da amostra analisada. A aplicação da técnica fluxo contínuo está intrinsecamente ligada a aplicação da técnica Heijunka.

A Troca Rápida de Ferramenta (TRF ou SMED) foi aplicada em 17 casos analisados sinalizando o tempo de *setup* de máquinas como uma das principais fontes de atividades que não agregam valor nas empresas de médio porte e pequeno porte dos setores moveleiro,

equipamentos e metalmecânica. Inerente a aplicação da TRF são aplicadas as ferramentas 5S e trabalho padronizado.

A ferramenta 5S foi aplicada em 13 casos, apontando que organização, padronização e limpeza são fatores de relevância diretamente ligados a produtividade. A aplicação dessa ferramenta se concentrou em micro e pequenas empresas do setor moveleiro e metalmecânica. Cabe ressaltar que a ferramenta 5S é usada de forma conjunta com a ferramenta TRF, uma vez que os sensores de utilização, organização ou arrumação, limpeza e padronização são intrínsecos a aplicação da ferramenta TRF. O *Check List* utilizado para avaliação da situação da organização segundo os padrões 5S encontra-se no Anexo B.

O trabalho padronizado foi utilizado em 13 empresas de médio e pequeno porte dos setores equipamentos e metalmecânica, apontando a necessidade do estabelecimento de procedimentos operacionais padronizados para minimizar desperdícios e melhorar o rendimento de homens e máquinas. Vale destacar que a ferramenta trabalho padronizado faz parte do procedimento para aplicação da ferramenta TRF.

A ferramenta qualidade na fonte foi aplicada em 4 empresas de médio e pequeno porte dos setores moveleiro e metalmecânica. Mesmo sendo um número bem inferior em relação as outras ferramentas aplicadas, ainda é representativo, visto que o problema com qualidade implica em perdas para todos os outros processos subsequentes.

A produção puxada foi implementada em 3 empresas de médio e pequeno porte do setor moveleiro e equipamentos para viabilizar a diminuição de estoques intermediários e minimizar perdas por superprodução. Destaca-se aqui o ponto que para a implementação de uma produção puxada demanda-se obrigatoriamente a aplicação conjunta das ferramentas e técnicas Heijunka, Kanban e fluxo contínuo.

3.4 Sustentação dos resultados alcançados

Essa seção faz uma análise comparativa do indicador de produtividade de 8 empresas que participaram do programa, tendo como base de tempo três datas: antes da intervenção do programa com aplicação do evento *kaizen*, pós implementação das melhorias e uma data recente durante a produção deste trabalho.

Os dados atuais foram levantados em visitas realizadas nas empresas onde os responsáveis diretos pelos processos foram entrevistados.

3.4.1 Empresa 1

Empresa nacional de pequeno porte, do setor metalmeccânico, fundada em 1957 e localizada no bairro da Vila Alpina, São Paulo - SP. A empresa fabrica fechaduras e cadeados para diversos segmentos como movelaria, construção civil, automotiva e elétrica.

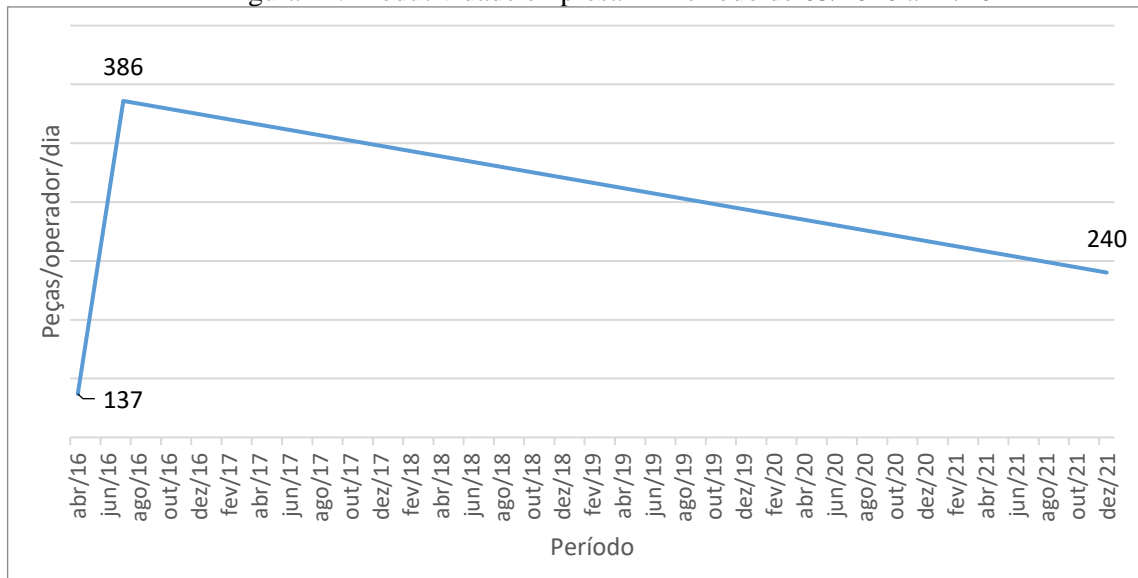
Esta empresa realizou o programa no período de março de 2016 a julho de 2016 e o aumento de produtividade alcançado foi de 181,7%. A quantidade de peças passou de 137 peças/operador/dia para 386 peças/operador/dia.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento Kaizen:

- Mapa de fluxo de valor – VSM
- Fluxo contínuo
- Trabalho padronizado
- 5s

Em dezembro de 2021, a empresa reporta produtividade de 240 peças/operador/dia o que equivale a uma perda de produtividade de 60,8% em relação ao melhor resultado atingido e um ganho de 75,2% em relação ao resultado antes da intervenção do evento *Kaizen*. Ver Figura 21.

Figura 21: Produtividade empresa 1 - Período de 03/2016 a 12/2021



Fonte: autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Das seis pessoas da equipe que trabalhou no *Kaizen*, apenas uma continua na empresa envolvida com pequenas ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários aumentaram moderadamente;
- A organização dos setores não foi mantida sinalizando a necessidade de nova reorganização;
- Os processos que foram padronizados não foram mantidos;
- Não existem ações e ou treinamentos para manutenção da cultura de melhoria contínua;
- Não há apoio da alta gestão para a manutenção e promoção de eventos Kaizen.

3.4.2 Empresa 2

Empresa nacional de pequeno porte, do setor metalmeccânico, fundada em 1999 e localizada no bairro da Mooca, São Paulo - SP. A empresa trabalha com fabricação de calhas, rufos, telhas metálicas e tapumes metálicos.

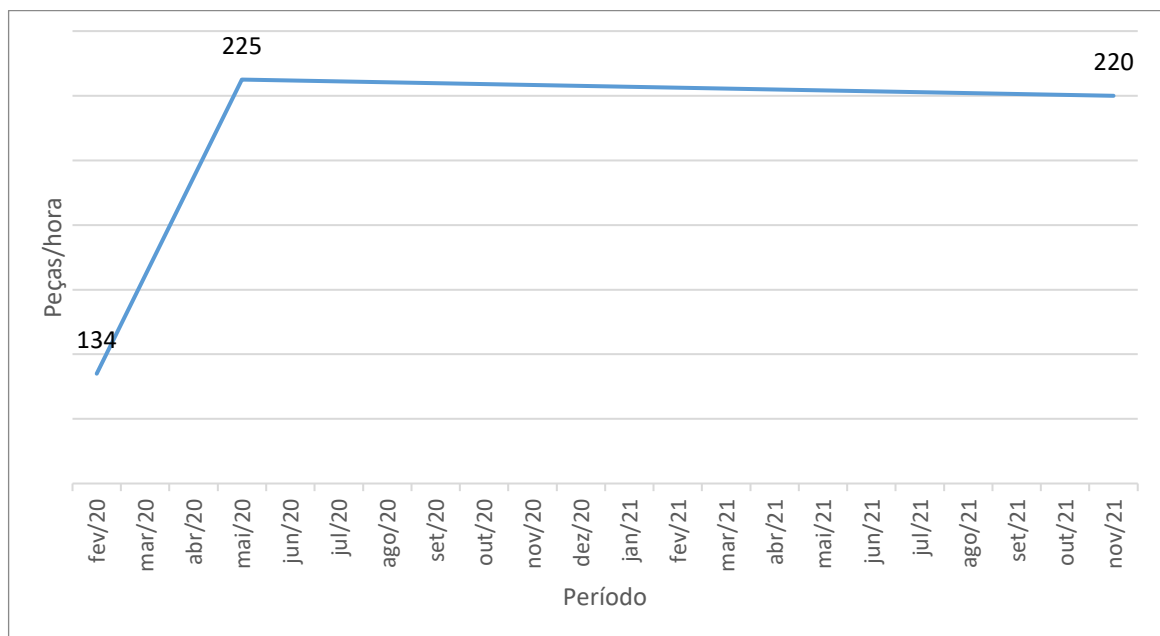
Esta empresa realizou o programa no período de fevereiro de 2020 a maio de 2020 e o aumento de produtividade alcançado foi de 67,91%. A quantidade de peças produzidas passou de 134 peças/dias para 225 peças/dia.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento *Kaizen*:

- Mapa de fluxo de valor – VSM
- Fluxo contínuo
- Trabalho padronizado
- 5s

Em novembro de 2021 a empresa reporta produtividade de 220 peças/dia o que equivale a uma pequena perda de produtividade de 2,2% em relação ao melhor resultado atingido e um ganho de 64,2% em relação ao resultado antes da intervenção do evento *Kaizen*. Ver Figura 22.

Figura 22: Produtividade empresa 2 - Período de 02/2020 a 11/2021



Fonte: Autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Das quatro pessoas da equipe que trabalhou no *Kaizen*, três continuam na empresa envolvidas com ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;

- Os níveis de estoques intermediários mantiveram-se nos níveis após realização do Kaizen;
- A organização dos setores foi mantida;
- Os processos que foram padronizados foram mantidos;
- Existem ações e treinamentos para manutenção da cultura de melhoria contínua. Essas ações incluem auditorias internas, comunicações visuais sobre qualidade e política de desenvolvimento profissional funcionários;
- Alta gestão apoia a manutenção e promoção de eventos *Kaizen*.

3.4.3 Empresa 3

Empresa nacional de médio porte, do setor metalmeccânico, fundada em 1972 e localizada no bairro Vila Independência, São Paulo - SP. A empresa trabalha com trefilação de tubos de precisão, com e sem costura nos diâmetros de 10 a 75 mm, espessuras de 1 a 5,5 mm e comprimentos de 3 metros a 7 metros.

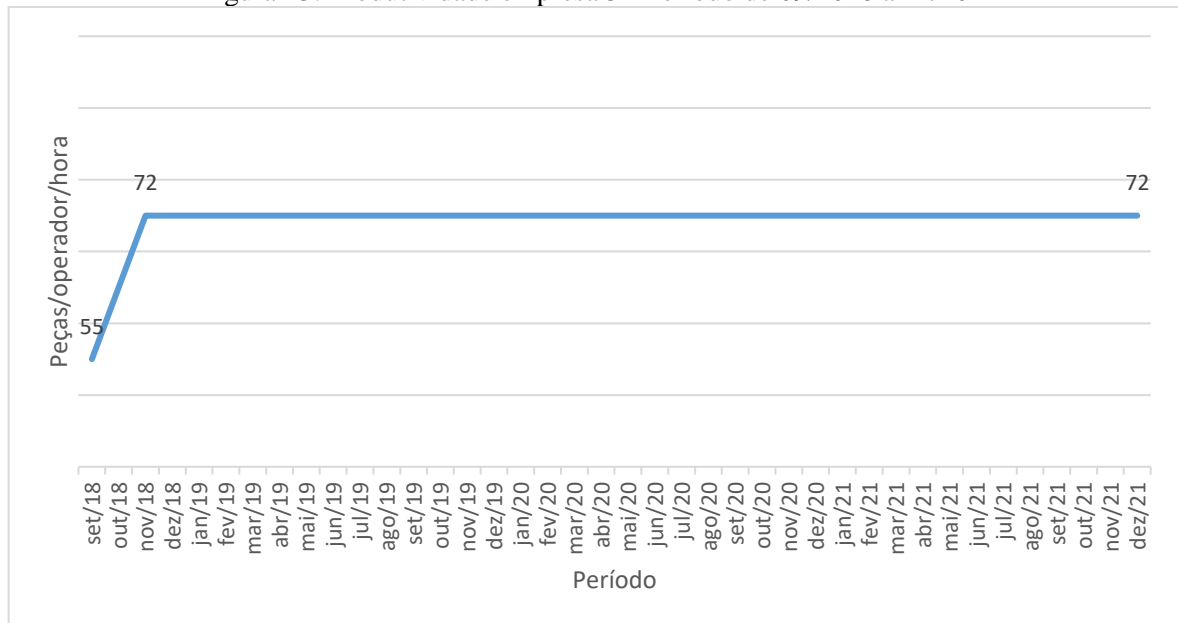
Esta empresa realizou o programa no período de setembro de 2018 a dezembro de 2018 e o aumento de produtividade alcançado foi de 31,54%. A produção passou de 55 peças/homem/hora para 72 peças/homem/hora.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento Kaizen:

- Mapa de fluxo de valor – VSM
- Troca Rápida de Ferramenta - TRF
- Trabalho padronizado

Em dezembro de 2021 a empresa reporta produtividade de 72 peças/homem/hora, mantendo o resultado alcançado logo após o Kaizen. Ver Figura 23.

Figura 23: Produtividade empresa 3 - Período de 09/2018 a 12/2021



Fonte: Autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Todas as seis pessoas da equipe que trabalhou no *Kaizen* continuam na empresa envolvidas com ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários mantiveram-se nos níveis após realização do *Kaizen*;
- A organização dos setores foi mantida;
- Os processos que foram padronizados foram mantidos;
- Existem ações e ou treinamentos para manutenção da cultura de melhoria contínua. Essas ações incluem auditorias internas, monitoramento de produtividade e comunicações visuais sobre melhoria contínua.
- Alta gestão apoia a manutenção e promoção de eventos *Kaizen*.

3.4.4 Empresa 4

Empresa nacional de médio porte, do setor de borracha, fundada em 1952 e localizada na cidade de São Bernardo do Campo - SP. A empresa trabalha com a fabricação de artefatos de borracha para atender os segmentos de saneamento, bombas, irrigação, mineração, tratamento de água e efluentes, petróleo e gás, máquinas e equipamentos e setor automotivo.

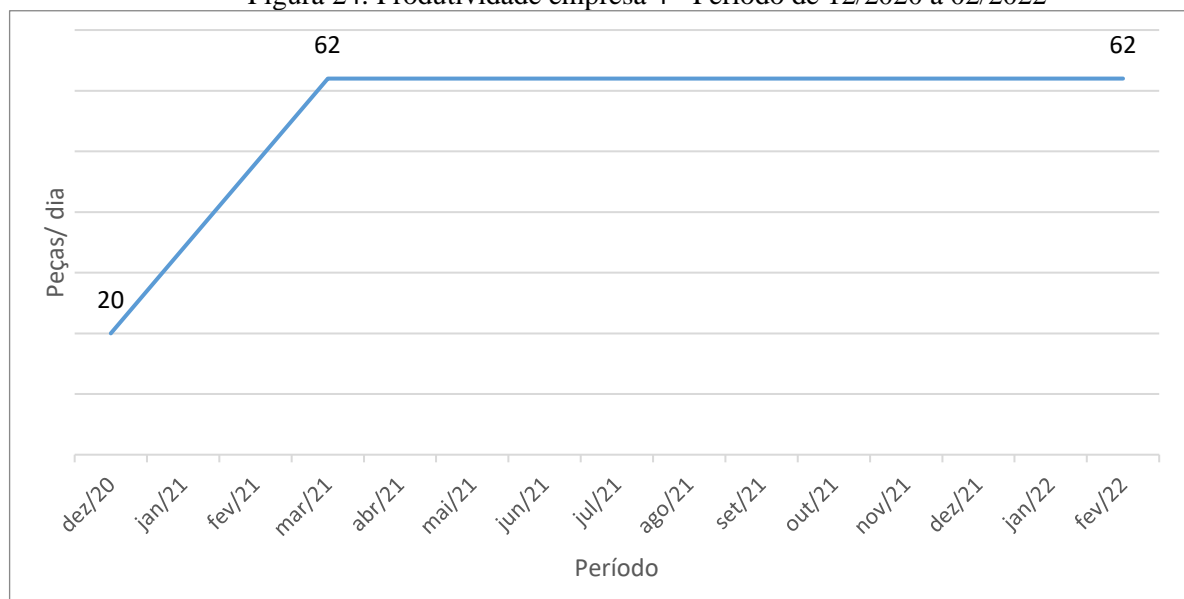
Esta empresa realizou o programa no período de dezembro de 2020 a março de 2021 e o aumento de produtividade alcançado foi de 210%. A produção passou de 20 peças/dia para 62 peças/dia.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento *Kaizen*:

- Mapa de fluxo de valor – VSM
- Fluxo contínuo
- Produção Puxada
- Trabalho padronizado
- Qualidade na fonte

Em fevereiro de 2022 a empresa reporta produtividade de 62 peças/dia, mantendo o resultado alcançado logo após o do evento *Kaizen*. Ver Figura 24.

Figura 24: Produtividade empresa 4 - Período de 12/2020 a 02/2022



Fonte: Autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Todas as três pessoas da equipe que trabalhou no *Kaizen* continuam na empresa envolvidas com ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários mantiveram-se nos níveis após realização do *Kaizen*;
- A organização dos setores foi mantida;
- Os processos que foram padronizados foram mantidos;
- Existem ações e ou treinamentos para manutenção da cultura de melhoria contínua. A empresa está realizando outro evento *Kaizen* no setor de rebarbação.
- Alta gestão apoia a manutenção e promoção de eventos *Kaizen*.

3.4.5 Empresa 5

Empresa nacional de pequeno porte, do setor metalmeccânico, fundada em 1994 e localizada na cidade de Mogi das Cruzes-SP. A empresa é especializada na fabricação de baterias de grande porte para tração de veículos elétricos com capacidades e medidas variadas.

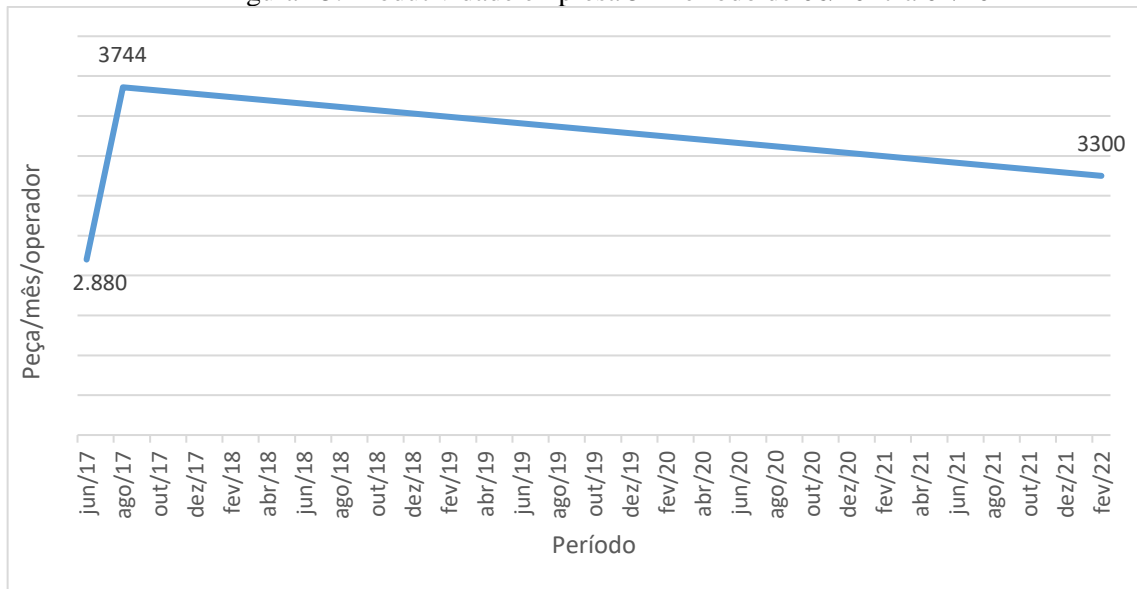
Esta empresa realizou o programa no período de junho de 2017 a agosto de 2017 e o aumento de produtividade alcançado foi de 30%. A produção passou de 2880 peças/mês/operador para 3744 peças/mês/operador.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento *Kaizen*:

- Mapa de fluxo de valor – VSM
- Fluxo contínuo
- Trabalho padronizado

Em fevereiro de 2022 a empresa reporta produtividade de 3300 peças/mês/operador o que equivale a uma diminuição na produção de 13,5% em relação ao melhor resultado atingido e um ganho de 14,6% em relação ao resultado antes do evento *Kaizen*. A empresa esclarece que a diminuição da produção é resultado de ajuste na demanda e não devido a perda de produtividade. Ver Figura 25.

Figura 25: Produtividade empresa 5 - Período de 06/2017 a 02/2022



Fonte: Autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Das quatro pessoas da equipe que trabalhou no *Kaizen* duas continuam na empresa envolvidas com ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários mantiveram-se nos níveis após realização do *Kaizen*;
- A organização dos setores não manteve os mesmos níveis do pós-kaizen, mas está em nível aceitável não caracterizando ainda perda de organização;
- A maioria dos processos que foram padronizados foram mantidos;
- Existem ações pontuais de manutenção da cultura de melhoria contínua. Essas ações incluem indicadores de produção e ajustes da produção conforme variação de demanda com vistas a não aumento de estoque de produtos acabados;
- Alta gestão apoia ações para manutenção das melhorias obtidas com o evento *Kaizen*.

3.4.6 Empresa 6

Empresa nacional de pequeno porte, do setor metalmecânico, fundada em 2002 e localizada na cidade de Mogi das Cruzes-SP. A empresa fabrica itens para escoamento de água como grelhas, portas-grelhas, ralos, tampas e outros produtos em alumínio fundido, nos acabamentos martelado, polido, escovado, cromado e coloridos com pintura eletroestática.

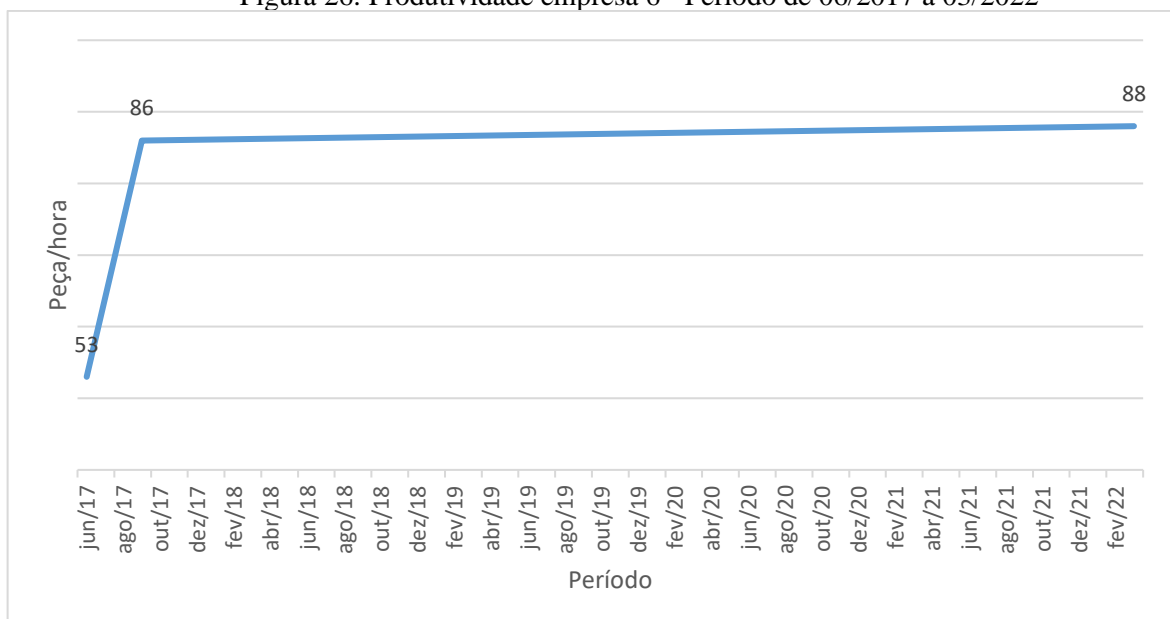
Esta empresa realizou o programa no período de junho de 2017 a setembro de 2017 e o aumento de produtividade alcançado foi de 62,3%. A produção passou de 53 peças/hora para 86 peças/hora.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento *Kaizen*:

- Mapa de fluxo de valor – VSM
- Fluxo contínuo
- Produção Puxada

Em março de 2022 a empresa reporta produtividade de 88 peças/hora o que equivale a um pequeno aumento de produtividade de 2,3% em relação ao melhor resultado atingido e um ganho de 66% em relação ao resultado antes do evento *Kaizen*. Ver Figura 26.

Figura 26: Produtividade empresa 6 - Período de 06/2017 a 03/2022



Fonte: Autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Das quatro pessoas da equipe que trabalhou no *Kaizen* três continuam na empresa envolvidas com ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários mantiveram-se nos níveis após realização do *Kaizen*;
- O nível de organização dos setores caiu apontando para uma necessidade breve de reorganização;
- Os maioria dos processos que foram padronizados foram mantidos;
- Existem ações pontuais de manutenção da cultura de melhoria contínua como controle do fluxo contínuo para manter estoques intermediários em níveis baixos;
- Alta gestão apoia ações para melhoria dos processos e controle de produção e estimula ações pontuais que não acarretem em gastos.

3.4.7 Empresa 7

Empresa nacional de médio porte, do setor metalmeccânico, fundada em 1956 e localizada no bairro de Itaquera, São Paulo - SP. A empresa fabrica produtos sanitários, de metal e plástico, destinados às instalações hidráulicas para construção civil como torneiras, sifões, duchas, válvulas, grelhas e demais acessórios para o segmento.

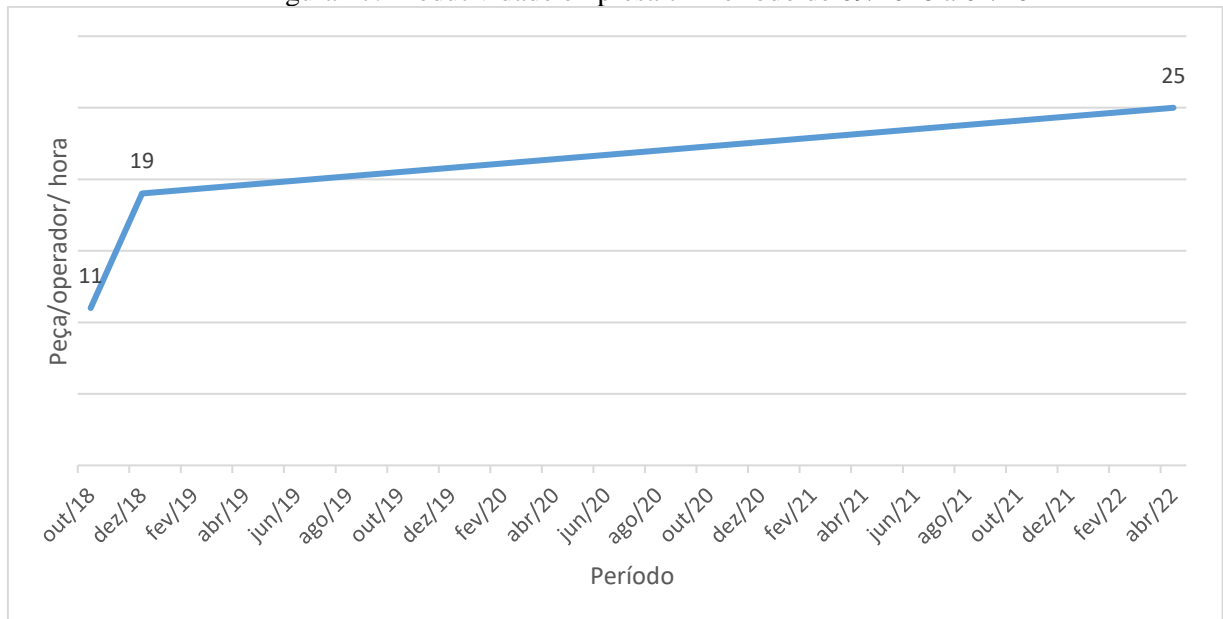
Esta empresa realizou o programa no período de outubro de 2018 a dezembro de 2018 e o aumento de produtividade alcançado foi de 72,7%. A produção passou de 11 peças/operador/hora para 19 peças/operador/hora.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento *Kaizen*:

- Mapa de fluxo de valor – VSM
- Fluxo contínuo
- Produção puxada

Em abril de 2022 a empresa reporta produtividade de 25 peças/operadora/hora o que equivale a um aumento de produtividade de 24% em relação ao resultado atingido pós-kaizen e um ganho de 127,3% em relação ao resultado antes do evento *Kaizen*. Ver Figura 27.

Figura 27: Produtividade empresa 7 - Período de 09/2018 a 04/2022



Fonte: Autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Das quatro pessoas da equipe que trabalhou no Kaizen, as quatro continuam na empresa envolvidas com ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários diminuíram significativamente em relação aos níveis após realização do Kaizen;
- O nível de organização foi melhorado;
- Os processos que foram padronizados foram mantidos;
- Existem ações para manutenção da cultura de melhoria contínua como: kaizens em outros setores, monitoramento de produtividade, 5S periódicos e aplicação de ciclo PDCA.
- Alta gestão está diretamente envolvida em ações para melhoria e combate a desperdícios.

3.4.8 Empresa 8

Empresa nacional de médio porte, do setor metalmeccânico, fundada em 1991 e localizada na cidade de Mogi das Cruzes - SP. A empresa é especializada na fabricação de peças metálicas estampadas e peças termoplásticas injetadas para o mercado em geral e para o setor automotivo.

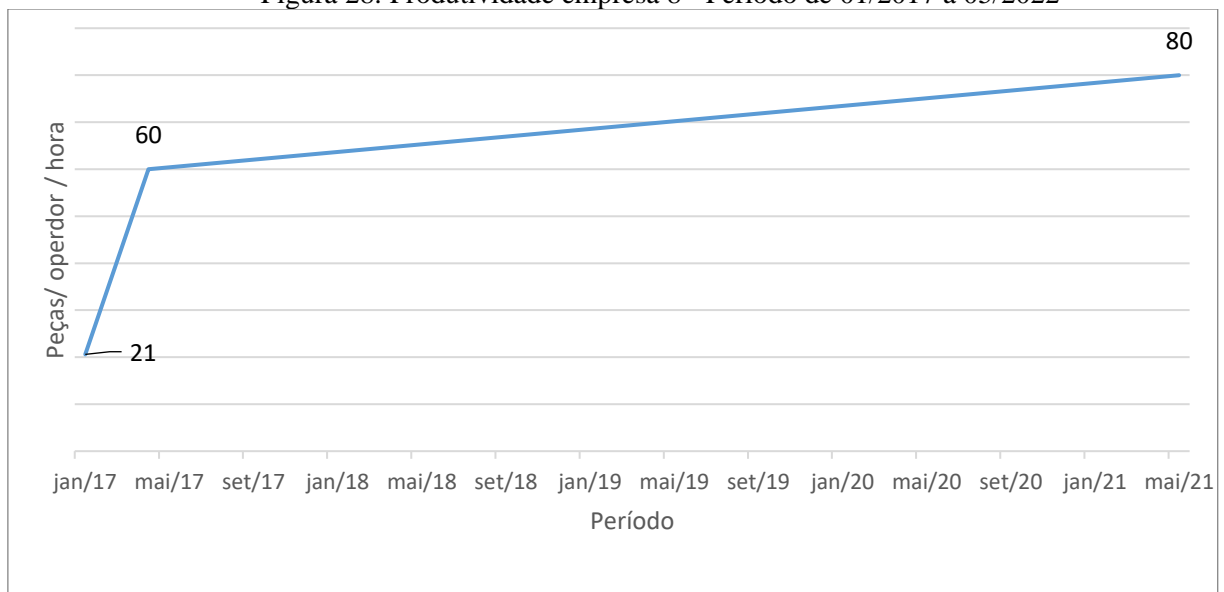
Esta empresa realizou o programa no período de janeiro de 2017 a abril de 2017 e o aumento de produtividade alcançado foi de 191,3%. A produção passou de 21 peças/operador/hora para 60 peças/operador/hora.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento *Kaizen*:

- Mapa de fluxo de valor – VSM
- Troca Rápida de Ferramenta - TRF
- Fluxo contínuo
- Trabalho padronizado

Em maio de 2022 a empresa reporta produtividade de 80 peças/operadora/hora o que equivale a um aumento de produtividade de 33,3% em relação ao resultado atingido pós-kaizen e um ganho de 288,3% em relação ao resultado antes do evento *Kaizen*. Ver Figura 28.

Figura 28: Produtividade empresa 8 - Período de 01/2017 a 05/2022



Fonte: Autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Das cinco pessoas da equipe que trabalhou no Kaizen, três continuam na empresa envolvidas com ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários foram reduzidos em relação aos níveis após realização do Kaizen;
- O nível de organização foi melhorado;
- Os processos que foram padronizados foram mantidos;
- Existem ações para manutenção da cultura de melhoria contínua como: kaizens em outros setores, monitoramento de produtividade, auditorias 5S e aplicação de ciclo PDCA.
- Alta gestão incentiva fortemente e acompanha ações para melhoria contínua e combate a desperdícios.

3.5 Considerações sobre a importância do programa para as indústrias no cenário industrial do estado de São Paulo

De acordo com a Confederação Nacional das Indústrias (2021), o estado de São Paulo possui 121.898 empresas industriais de transformação, que representam 25,6% do total de empresas industriais do Brasil. As indústrias paulistas empregam 2.922.404 trabalhadores e geram um PIB industrial de R\$ 440,9 bilhões o que equivale 28,9% de participação no PIB industrial nacional. Ver Tabela 5.

Tabela 5: Quantidade de empresas industriais de transformação no estado de São Paulo

Porte das empresas	⁽¹⁾ Micro empresas	⁽²⁾ Pequenas empresas	⁽³⁾ Médias empresas	⁽⁴⁾ Grandes Empresas	Total
Quantidade	81428	31450	7436	1585	121.898
Participação no estado	66,80%	25,80%	6,10%	1,30%	100,00%
Emprego Industrial	280559	680941	797841	1163153	2.922.494
Participação no estado	9,6%	23,3%	27,3%	39,8%	100,0%

Fonte: CNI – Confederação Nacional das Indústrias (2021): (1) até 9 empregados; (2) 10 a 49 empregados; (3) de 50 a 249 empregados; (4) com de 250 ou mais empregados;

De modo geral, os ganhos expressivos apresentados na seção 3.1 alcançados em 369 empresas atendidas pelo programa de incentivo a competitividade com aplicação dos princípios do Lean Manufacturing demonstram, em uma experimentação prática, que a aplicação de 7 ferramentas de Lean Manufacturing básicas contribui efetivamente para ampliar a competitividade da indústria.

Nos casos apresentados, o programa comprovou ser um instrumento de grande importância para aumentar a competitividade da indústria paulista e conforme demonstrado na seção 3.1.1 aparenta ser especialmente viável no contexto de micros, pequenas e médias empresas, visto que as principais características do programa são:

- O investimento do programa com pagamento facilitado: A empresa paga 50% do valor no início de forma parcelada e o restante após o término da implantação das ações;
- Especificação prévia de ganhos de desempenho firmada em contrato: O contrato prevê o ganho mínimo nos indicadores acordados. O pagamento do valor equivalente aos 50% restantes ao término da implantação das ações está condicionado ao alcance dos resultados;
- Rápido retorno do investimento: Nos casos analisados o valor investido retornou no prazo de 0,08 e 49 meses e na média entre 2,62 e 8,82 meses;
- Concepção com abordagem simples fundamentada em melhorias rápidas no chão de fábrica: Nesse aspecto, é interessante constatar que não há extrema complexidade nas ações do programa, visto que nos casos das 32 empresas analisadas neste trabalho, o uso de 7 ferramentas principais de Lean Manufacturing resultou em ganhos de produtividade notáveis que alcançaram 385%, conforme apontado na seção 3.2.1.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados relevantes alcançados pelo programa de incentivo a competitividade da indústria paulista com aplicação do Lean Manufacturing associados ao cenário industrial do estado de São Paulo com vultosa quantidade de empresas industriais em operação, é possível inferir que iniciativas de baixo custo como a exposta neste trabalho, resultam em um importante impacto positivo para aumento da competitividade dessas empresas.

Ao considerarmos que as empresas de micro, pequeno e médio porte, foram as mais beneficiadas pelo programa e que estas empresas, quando agregadas, geram 1.759.341 empregos diretos conforme mostrado na Tabela 5, é crível ponderar que o programa traz ainda um impacto social importante ao refletir diretamente no desenvolvimento econômico local.

Ainda que a amostra de 369 empresas analisadas seja relativamente pequena diante do número total de indústrias do estado de São Paulo, os exemplos e as constatações deste trabalho quanto aos ganhos obtidos e a relativa simplicidade das ações implantadas indicam um possível caminho a ser explorado para promover ganhos de competitividade expressivos que se traduzem rapidamente em resultados financeiros e com retorno do investimento em curto prazo.

Quanto sustentação dos resultados alcançados nas 8 empresas visitadas verificou-se que apenas uma das empresas reportou uma perda de produtividade considerável de 60,8% em relação ao melhor resultado atingido após as intervenções no sistema produtivo. Esse exemplo chama atenção para a necessidade de ações que fomentem o comprometimento de todos envolvidos no combate aos desperdícios, dado que aparentemente a perda de produtividade reportada pode estar correlacionada com as seguintes questões apontadas na visita de acompanhamento: Dissolução da equipe que participou do Kaizen e ausência de ações para manutenção da cultura de melhoria contínua além de falta de apoio da alta administração.

Essa dissertação atendeu os objetivos propostos por meio da descrição de dados e análise de situações em empresas que colocaram em prática as bases do Lean Manufacturing. Dessa forma, o trabalho contribui para reforçar a correlação direta entre ganhos de produtividade e implementação de ações de baixo custo no chão de fábrica ligadas aos conceitos do Lean Manufacturing.

O estudo sobre a sustentação dos resultados em 8 empresas apresentado nesse trabalho traz à tona a seguinte questão que pode ser abordada em pesquisas futuras: Quais estratégias são necessárias para manter a cultura de melhoria contínua ao longo do tempo após eventos Kaizen?

REFERÊNCIAS

A. HUSSAIN, Z.R. TAHIR , F.A. SIDDIQUI , M. Asim , Q.W. Ahmad. Improving Cost Competitiveness of Small and Medium Enterprises by Using Participatory Lean Approach - A Case Study. **Technical Journal, University of Engineering and Technology** (UET) Taxila, Pakistan Vol. 24 No. 3-2019 ISSN:1813-1786 (Print) 2313-7770 (Online)

BRASIL. CONCLA. IBGE (org.). **Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE. 2020.** Disponível em: <https://cnae.ibge.gov.br/classificacoes/portema/atividades-economicas/classificacao-nacional-de-ati>. Acesso em: 17 jun. 2020.

BALUCH, N.; ABDULLAH, C. S.; MOHTAR, S. TPM and Lean Maintenance critical review. **Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business**, v. 4, p. 850–857, 1 jan. 2012.

CNI (Brasil). Confederação Nacional da Indústria (org.). **Perfil da indústria no estado de São Paulo.** 2020. Disponível em: <http://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/sp>. Acesso em: 01 mar. 2022.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais.** 2. ed. Petrópolis, Rio de Janeiro. Editora Vozes, 2008

FARRIS, J. A. et al. Learning From Less Successful Kaizen Events: A Case Study. **Engineering Management Journal**, v. 20, n. 3, p. 10–20, 1 set. 2008.

FISHER, M. Process improvement by poka-yoke. **Work Study**, v. 48, n. 7, p. 264–266, 1 jan. 1999.

GAYER, B. D.; SAURIN, T. A.; WACHS, P. A method for assessing pull production systems: a study of manufacturing, healthcare, and construction. **Production Planning & Control**, v. 32, n. 13, p. 1063–1083, 3 out. 2021.

GARZA-REYES, J. A. et al. The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. **International Journal of Production Economics**, V.200, n. , p.170 -180, 30 jun. 2018.

GRAÇA, A. J. D. **Just-in-time**: uma ferramenta de sucesso no processo produtivo. São Paulo: Publifolha, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª Ed. Brasil: Atlas, 2017

IMAI, M. **Gemba Kaizen**: uma abordagem de bom senso à estratégia de melhoria contínua. Porto Alegre: Bookman, 2014.

LAGE JUNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. Variations of the kanban system:Literature review and classification. **International Journal of Production Economics**, v. 125, n. 1, p. 13–21, 1 maio 2010.

LAZZARINI, S. G. Estudo de caso: aplicabilidade e limitações do método para fins de pesquisa. **Economia & Empresa**, v. 2, n. 4, p. 17-26, out./dez. 1995.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Léxico Lean**: glossário ilustrado para praticantes do pensamento Lean. Tradução de Lean Institute Brasil. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota**: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo. São Paulo: Bookman, 2005.

MATZKA, J.; DI MASCOLO, M.; FURMANS, K. Buffer sizing of a Heijunka Kanban system. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 23, n. 1, p. 49–60, fev. 2012.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**. Uma Abordagem Integrada ao Just in Time. Bookman: São Paulo, 2015.

NAKAJIMA, S. **Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)**, Productivity Press, Cambridge, MA, 1989.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, R. DE F. et al. Estudo de caso: identificação de desperdícios em um sistema produtivo e proposta de melhorias com aplicação dos conceitos de Lean Manufacturing em uma empresa de usinagem. **Anais do XVI Simpósio dos Programas de Mestrado Profissional**, v. 1, n. 16, p. 712–725, 25 nov. 2021.

PEINADO J.; GRAEML A. R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Unicesp: Curitiba, 2007.

PIAIA, M. L. Modelo de avaliação da maturidade da implementação do Lean Manufacturing com utilização de uma abordagem multicritério linguística. 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, 2019.

RANDHAWA, J. S.; AHUJA, I. S. 5S – A quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 34, n. 3, p. 334–361, 1 jan. 2017.

RIBEIRO, L. et al. Applying standard work in a paint shop of wood furniture plant: A case study. 22nd **International Conference on Production Research, ICPR 2013**, 1 jan. 2013.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta**. Rio de Janeiro. Lean Institute Brasil, 2003.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando o Fluxo Contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

SAURIN, T. A.; RIBEIRO, J. L. D.; VIDOR, G. A framework for assessing poka-yoke devices. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 31, n. 3, p. 358–366, jul. 2012.

SETH, D.; SETH, N.; DHARIWAL, P. Application of value stream mapping (VSM) for lean and cycle time reduction in complex production environments: a case study. **Production Planning & Control**, v. 28, n. 5, p. 398–419, 4 abr. 2017.

SHINGO, S. Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: Uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 1ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Zero quality control**: Source inspection and the poka-yoke system. Productivity Press; 1988.

SILVA, C.C.M. et al. Aplicação de ferramentas da manufatura enxuta: um estudo de caso em uma fábrica de colchões. **JOURNAL OF LEAN SYSTEMS**, 2019, Vol. 4, Nº 1, pp. 87-104, 06 mar. 2019

UNGAN, M. C. Standardization through process documentation. **Business Process Management Journal**, v. 12, n. 2, p. 135–148, 1 jan. 2006.

VENTURA, M. M. **O estudo de caso como modalidade de pesquisa**. Revista SOCERJ, v.20,n.5, p. 383-386 Setembro/outubro. 2007.

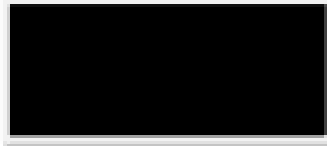
WAKODE, R. B.; RAUT, L. P.; TALMALE, P. Overview on Kanban Methodology and its Implementation. **International Journal for Scientific Research & Development**, v. 3, n. 02, p. 5, fev. 2015.

WOMACK, J. P. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Gulf Professional Publishing, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2004.

YIN, R.K. **Estudo de Caso**. Planejamento e Métodos. 3ª Ed. Tradução Daniel Grassi. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2005

ANEXO A – FORMULÁRIO DE DIAGNÓSTICO



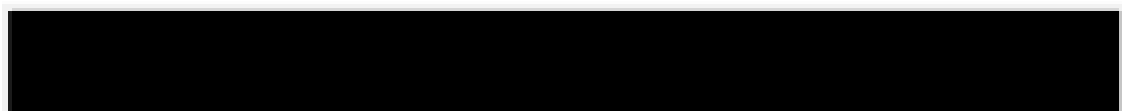
Diagnóstico do Processo Produtivo (T0)

Dados da Empresa	
Razão Social: Setor: Contato: Exportadora:	CNPJ: Endereço: Cidade:
Porte	
<input type="checkbox"/> Micro empresa - Abaixo de 11 funcionários <input type="checkbox"/> Pequena empresa - Entre 11 e 40 funcionários <input type="checkbox"/> Média empresa - Entre 41 e 200 funcionários <input type="checkbox"/> Grande empresa - Acima de 200 funcionários	Faturamento: <input type="checkbox"/> Receita Bruta anual igual ou inferior a R\$ 3.600.000,00 <input type="checkbox"/> Receita bruta anual superior a R\$ 3.600.001,00
Aderência do processo produtivo às ferramentas da Manufatura Enxuta (Descrever)	
(Trabalha por Projeto? Produtos seriados?)	
Disponibilidade de pessoas para se dedicar ao projeto	
(Equipe)	
Variação de Demanda (processo em operação)	
(Analisar junto a empresa se no período de 2 meses garantirá a produção para a execução do programa)	
Verificar se há estoques em processo (Especificar)	
(no registro fotográfico mostrar este estoque)	
Gestão visual (organização, indicadores, quadro de produção)	
(no registro fotográfico mostrar este estoque)	
Planejamento de produção (Existe? É seguido?)	














Há trabalho padronizado (Tem instruções, Manuais)	
Registro Fotográfico	
<p>(Processo Produtivo , Desperdícios, Estoque...)</p>	
Informações Gerais:	
<input type="checkbox"/> Há oportunidade para Projetos de Inovação: <input type="checkbox"/> Há oportunidade de outras consultorias? Qual (is): <input type="checkbox"/> Observações:	
Data:	
	Local:
<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> Assinatura	<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> Assinatura Representante da Empresa



ANEXO B – CHECK LIST AUDITORIA 5S

CHECKLIST DE AUDITORIA - PROGRAMA 5S (Produção)					Pag 1/2					
Setor Auditado:	Representante do Setor Auditado:									
Auditor (es):										
Pontuação:	1 ponto - RUIM 	2 pontos - REGULAR 	3 pontos - BOM 	0 pontos - Não aplicável						
1º S – UTILIZAÇÃO (SEIRI) - PONTOS DE AVALIAÇÃO								N/A	OBSERVAÇÕES	
1- Existem materiais e/ou equipamentos que não estão sendo utilizados sobre as bancadas?										
2- Existem objetos desnecessários debaixo das bancadas (caixas de papelão, etc.)										
3- Os dados ou informações disponíveis no quadro de aviso e/ou na parede estão atualizados ou estão a mais de 2 meses ?										
4- Verificar se há fios de eletricidade, telefônicos espalhados pelo chão ou mesmo mal fixados nas paredes, proporcionando risco de acidentes ou demonstrando desorganização.										
5- Existem objetos pessoais no local de trabalho?										
Pontuação = Soma das notas dividido pela quantidade de itens aplicáveis.										
2º S – ORDENAÇÃO (SEITON) - PONTOS DE AVALIAÇÃO								N/A	OBSERVAÇÕES	
1- Os materiais/objetos/equipamentos estão em locais adequados e organizados?										
2- Os locais onde os materiais são guardados/alocados estão identificados corretamente?										
3- Uso das lixeiras corretamente para papéis, plásticos, metais, orgânicos etc?										
4- Os produtos químicos estão devidamente identificados e guardados em local apropriado quando não estão em uso?										
5- Os equipamentos de combate à incêndios estão em boas condições e prontos para o uso?										
6- De modo geral o setor, encontra-se organizado?										
Pontuação										

CHECKLIST DE AUDITORIA - PROGRAMA 5S (Produção)					Pag 2/2
3º S – LIMPEZA (SEISOU) - PONTOS DE AVALIAÇÃO					OBSERVAÇÕES
				N/A	
1- Os móveis, materiais, máquinas e equipamentos estão em boas condições de limpeza?					
2- O chão está limpo? Há materiais jogados no chão?					
3- No geral o setor está limpo?					
Pontuação					
4º S – SEIKETSU (SAÚDE) - PONTOS DE AVALIAÇÃO					OBSERVAÇÕES
				N/A	
1- As lâmpadas, luminárias estão limpas e em funcionamento?					
2- Os banheiros encontram-se em bom estado de conservação por parte dos usuários?					
3- Os colaboradores zelam pela limpeza do seu ambiente de trabalho?					
Pontuação					
5º S – SHITSUK (AUTO-DISCIPLINA) - PONTOS DE AVALIAÇÃO					OBSERVAÇÕES
				N/A	
1- As iluminações desnecessárias estão sendo apagadas após a saída do local?					
2- Os equipamentos estão sendo desligados nos horários em que não há atividades?					
3- São deixadas portas de armários e gavetas abertas?					
4- Os materiais de uso comum, quando não estão sendo mais utilizados, são colocados nos locais determinados?					
5- Todos estão utilizando crachá?					
6- Todos estão utilizando uniforme?					
7- Os colaboradores demonstram se importar com o cumprimento dos requisitos do programa 5S?					
Pontuação					
PONTUAÇÃO GERAL					

ANEXO C – EXEMPLO DE RELATÓRIO FINAL

Nas próximas páginas é apresentado um relatório final real de atendimento do programa a uma empresa nacional de médio porte, do setor metalmeccânico, fundada em 1972 e localizada no bairro do Ipiranga, São Paulo - SP. A empresa trabalha com trefilação de tubos de precisão, com e sem costura nos diâmetros de 10 a 75 mm, espessuras de 1 a 5,5 mm e comprimentos de 3 metros a 7 metros.

Cabe ressaltar os seguintes pontos:

- Algumas informações sobre a instituição que promove o programa e a identificação da empresa estão omitidas por questões particulares dessas organizações;
- A formatação do relatório foi mantida da forma original, não se aplicando ao mesmo as regras que foram seguidas para construção do trabalho até esta seção.

XXXXXXXXXXXX



PROGRAMA XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

O Programa XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX é uma ação do XXXXX - XXXXXXXXXXXX, cujo objetivo é aumentar a produtividade das Indústrias Paulistas de diferentes portes e áreas tecnológicas, tornando-as mais competitivas no cenário econômico atual. A metodologia usada é a Manufatura Enxuta (Lean Manufacturing), baseada na redução dos oito tipos de desperdícios mais comuns no processo produtivo: superprodução, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, inventário, movimento, defeitos e intelectual.

1 – OBJETIVO

O objetivo deste documento é apresentar os resultados da consultoria especializada em Manufatura Enxuta – do Programa XXXXXXXXXXXX, realizada nas áreas **de Ponteadeiras e Serras Automáticas**, linha **Tubos Incodisel**, da empresa **XXXXX LTDA**, para contribuir com aumento da produtividade da empresa em questão.

2 - ESCOPO

Para cumprimento do objetivo deste serviço de consultoria, o escopo do projeto foi dividido em etapas de trabalho conforme programação abaixo:

- Visita de diagnóstico;
- Mapeamento do fluxo de valor – Estado presente;
- Aplicação da ferramenta de Manufatura Enxuta;
- Análise e documentação dos resultados.

3 - ESTADO PRESENTE

A XXXXX é uma Indústria metalúrgica que atua no segmento de manufatura de tubos trefilados. Sua unidade fabril está instalada no Bairro Vila Independência, São Paulo -SP.

A empresa está no mercado de tubos trefilados a mais de 50 anos, sendo referência no fornecimento de tubos de precisão com e sem costura, peças semiacabadas e tratamento térmico.



Figura 2 - Tubos de aço trefilado.



Figura 3 – Peças semi-acabadas.



Figura 4 – Tratamento térmico.

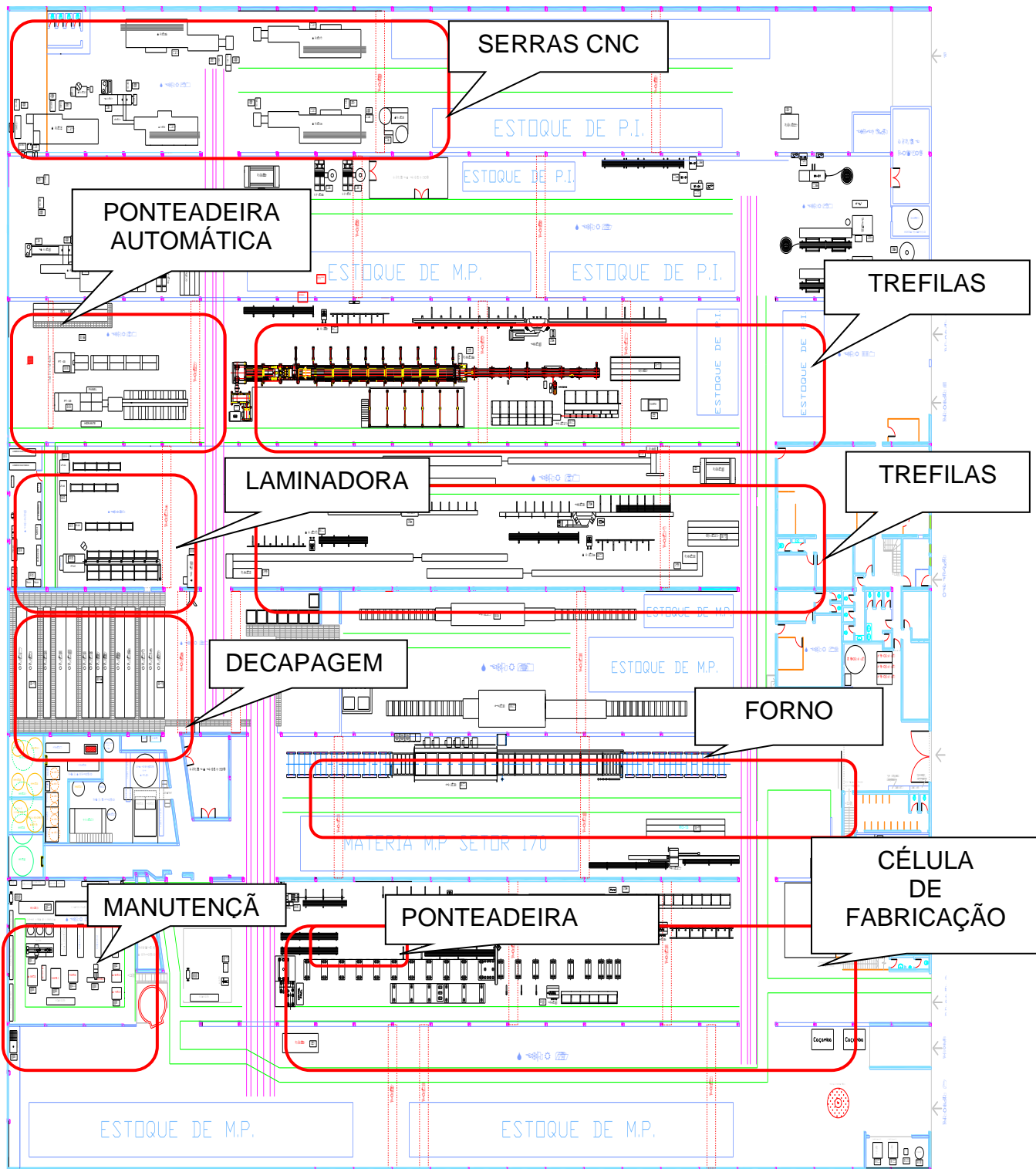


Figura 5 - Layout XXXXX.

A figura 6 demonstra o arranjo físico do estoque de matéria prima, o valor estimado de material em estoque gira em torno de 1000 toneladas.



Figura 6 - Estoque de Matéria Prima.

A figura 7 demonstra a realização do processo de trefilação, onde o elemento o carro efetua a fixação da ponta do tubo e realiza o movimento de translação, forçando a passagem do tubo pelo diâmetro interno da matriz, promovendo dessa maneira a obtenção do diâmetro requerido.

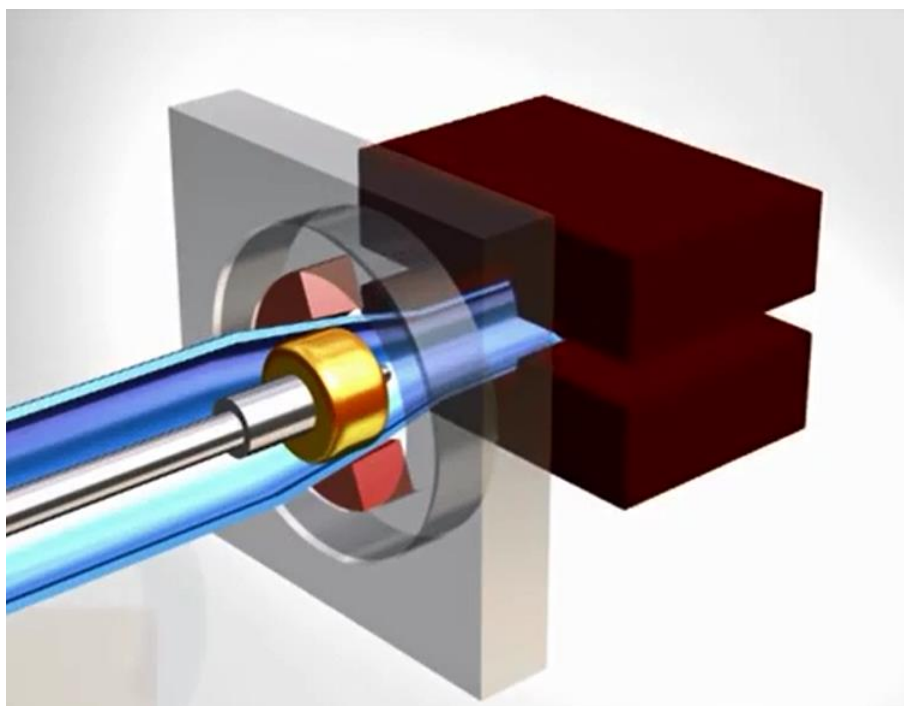


Figura 7 - Trefilação de Tubos.

Equipe Lean XXXXX	
Nome	Função
Sérgio	Supervisor de Produção
Alexandre	Qualidade
Flávio	PCP
Marcos	Supervisor de Manutenção
Luciano	Líder de Produção
Ronaldo	Líder de Produção

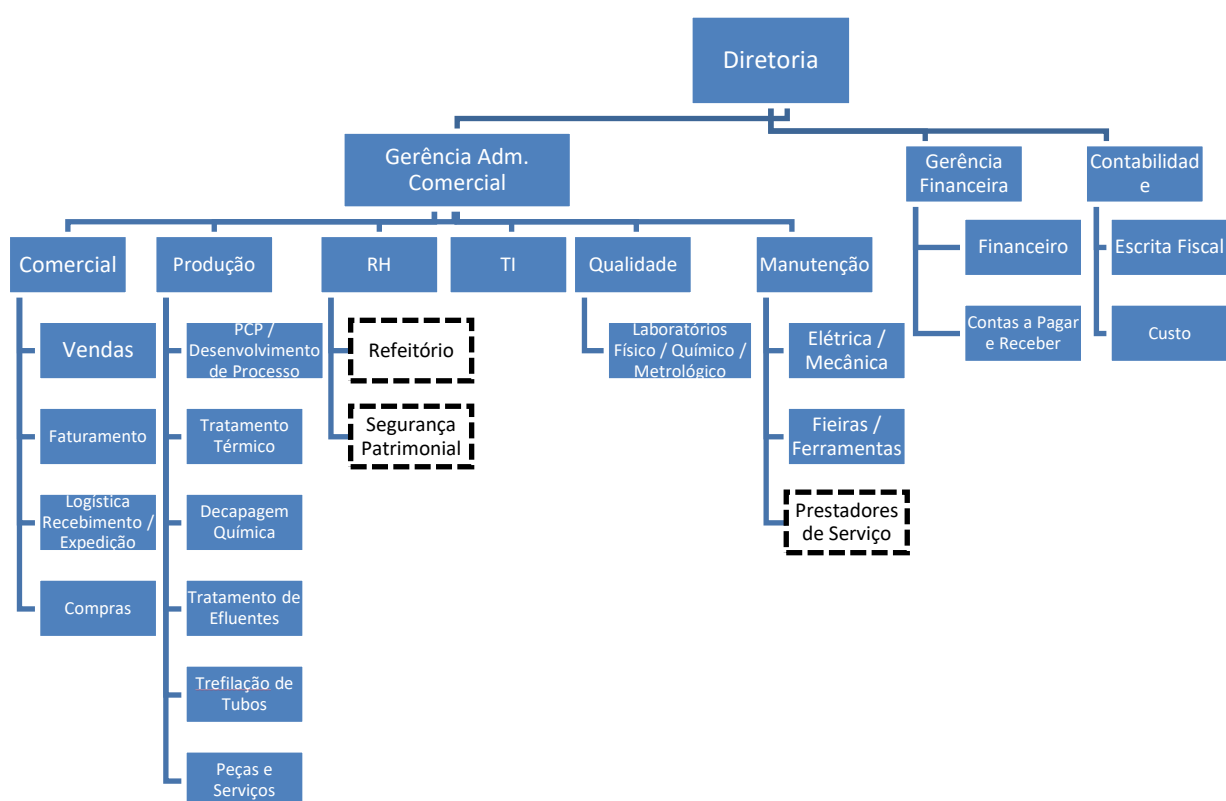


Figura 8 - Organograma XXXXX.

3.1 - MAPA DE FLUXO DE VALOR

Com o objetivo de realizar a transferência de tecnologia para a Equipe Lean, efetuou-se a simulação de uma Fábrica de Canetas. Onde os dados de entrada foram:

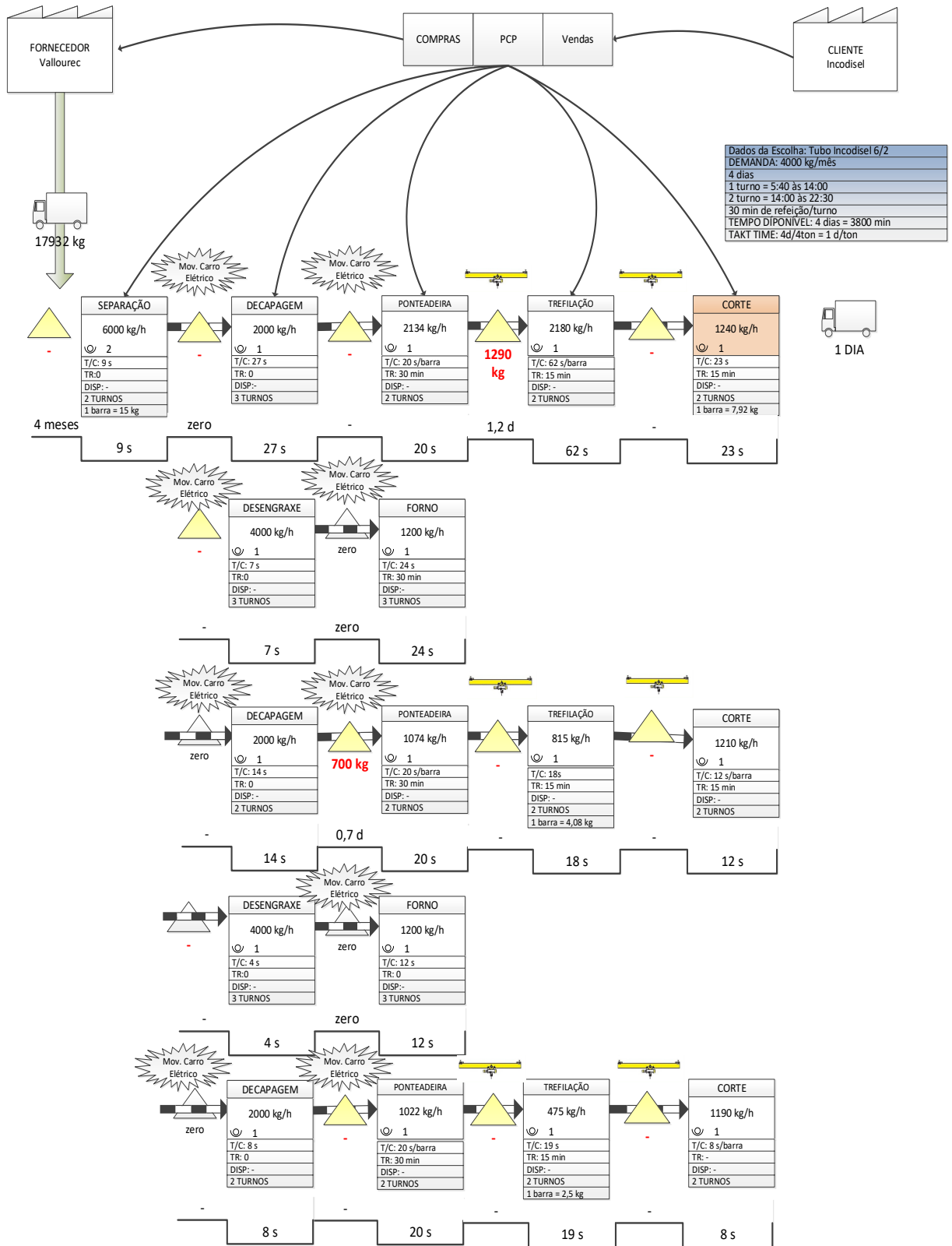
Demanda = 75 canetas

Tempo disponível = 4 min

Foi aplicado os conceitos de cálculo do takt time. A importância da aproximação dos processos e a criação de células de trabalho reduzindo a movimentação do material e eliminando a incidência de estoques em processo. Demonstrou-se também a funcionalidade do gráfico de balanceamento de operações, desta forma a equipe propôs soluções eficazes ao processo aplicando os conceitos inerentes à Manufatura Enxuta.



Figura 9 - Dinâmica Canetas, treinamento elaboração do Mapa Fluxo de Valor.



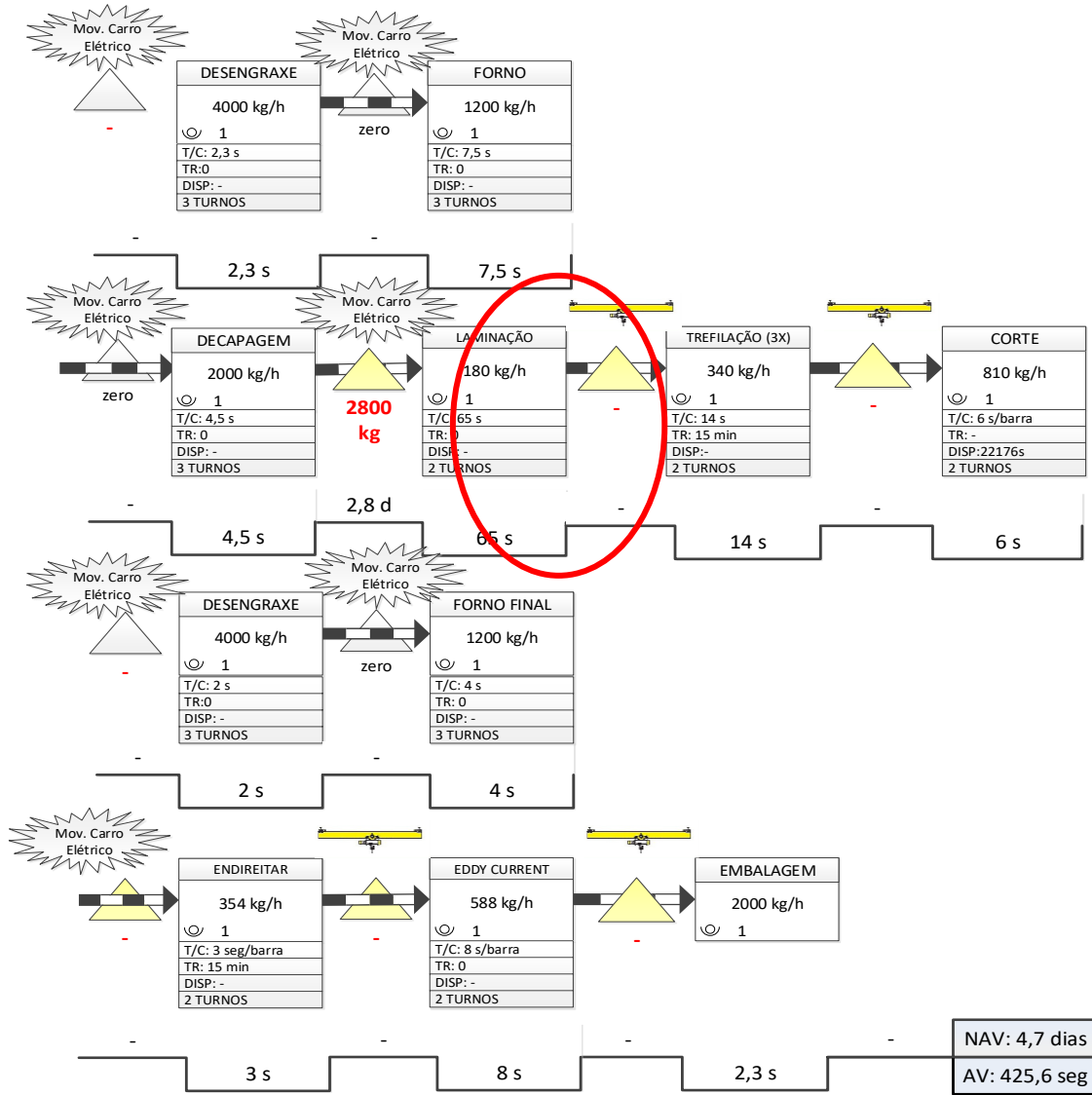


Figura 10 - Mapa Fluxo de Valor

3.1.1 - DESCRIÇÃO DO ESTADO PRESENTE

A empresa possui o sistema que permite o gerenciamento da produção PCPMASTER (EGA), que por meio de sua interface coleta dados e gera informações dos índices de: disponibilidade, produtividade e qualidade (eficiência global do processo).

De acordo com o processo produção e disposição do arranjo físico observa-se que a empresa não trabalha com fluxo contínuo. A produção está dividida da seguinte maneira:

- Separação: Atividade que tem a finalidade de segregar o lote de tubos que irá entrar na produção.

- Decapagem Química: elimina as impurezas da superfície do material.

- Trefilação: Processo de Conformação mecânica onde o tubo é puxado, passando pelo diâmetro interno de uma matriz (fieira).

- Tratamento térmico: realiza a normalização da estrutura cristalina do material.

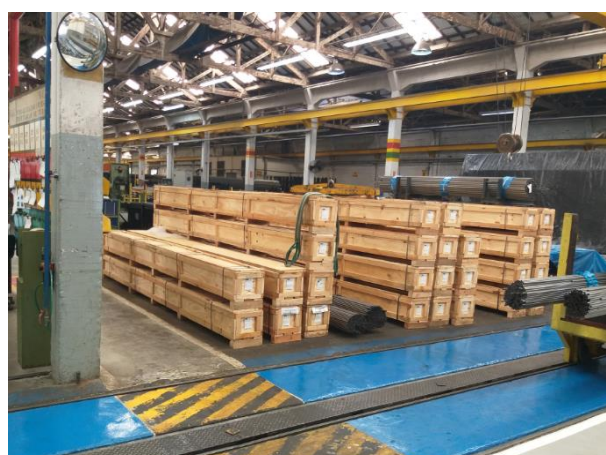
- Usinagem: processo de transformação que realiza a remoção do sobremetal, objetivando conferir à peça dimensões conforme especificação do desenho técnico.

Nos processos de decapagem e tratamento térmico, por exemplo, se faz necessário que a entrada dos materiais seja feita por meio de lotes.

Os tempos de ciclos dos processos são muito diferentes, dificultando o balanceamento da produção e dessa forma geram altos níveis de estoques entre os processos.

O produto INCODIESEL demanda maior tempo de produção, em função da necessidade de repassar os tubos pelos mesmos processos 4 vezes, em alguns casos, até que se obtenha o diâmetro desejado. É produzido em média 4 toneladas deste produto por mês.



**3 Trefilação****4 Corte****5 Tratamento Térmico****6 Endireitar****6 Eddy current****Inspeção e Embalagem**

3.2 - TABELA DE INDICADORES, MEDIÇÃO INICIAL E META

Indicadores de desempenho		
Indicador	Medição Inicial	Meta
Produtividade (pç/op/hora)	55	20%
Movimentação (metros)	-	%
Qualidade – Retrabalho/Refugo	-	%
Retorno do Programa	Não se aplica	Não se aplica

4 - FERRAMENTAS LEAN MANUFACTURING

Ferramentas Lean Manufacturing Aplicadas
<input checked="" type="checkbox"/> MFV
<input checked="" type="checkbox"/> TRF
<input type="checkbox"/> Fluxo Contínuo
<input checked="" type="checkbox"/> Trabalho Padronizado
<input type="checkbox"/> Produção Puxada
<input type="checkbox"/> Qualidade na Fonte
<input type="checkbox"/> 5S

4.1 - TRABALHO PADRONIZADO

Na primeira semana de setembro realizou uma reunião com a equipe Lean para discutir qual seria o andamento das ações, focando nos pontos de alerta levantados pelos integrantes da equipe e na visão dos consultores, dessa maneira gerou-se um a matriz de priorização.

A ponta gerada no tubo Incodisel na passagem de 9 mm para 6 mm, era realizada pelo processo laminação de pontas. Que consiste na inserção manual da barra entre os rolos laminadores, que permanecem em constante rotação e realizam movimento pressão e descompressão. Essa atividade além de improdutiva (180 kg/hora) também exigia um esforço demasiado e repetitivo para o colaborador.



Figura 11 - Operador efetuando o teste com o padrão no processo de laminação.

Com o projeto de matrizes compatíveis com o diâmetro nominal de 5,9mm, com a redução do comprimento da ponta e com a utilização do fluido específico para conformação mecânica a equipe Lean obteve êxito na realização da ponta na PT06 (Ponteadeira 06).

4.2 - TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA

O gráfico de Yamazumi, demonstra os tempos de ciclo de cada atividade realizada pelo operador, cada atividade foi classificada de acordo com a avaliação do observador, em atividade que agrega valor, que não agrega valor e atividade incidente.

NAV = Não Agrega Valor.

AV = Agrega Valor

I = Incidente

Tabela 1 - Detalhamento das atividades do setup.

Unidade de Tempo	seg	Processo
Atividade	Status	SETUP
Limpeza da máquina	I	126,00
Liberção do Lote	NVA	54,00
Limpeza da máquina	I	34,00
Buscar OS	I	22,00
Alimentar Sistema EGA	I	30,00
Buscar mangueira pneumática	NVA	20,00
Buscar parafusadeira	NVA	27,00
Engatar mangueira na parafusadeira	NVA	21,00
Acionar AR comprimido	NVA	19,00
Verificar o funcionamento da parafusadeira	NVA	8,00
Ajustar alimentador	VA	17,00
Ajustar o alimentador	VA	82,00
Ajustar programa	VA	12,00
Ida p/ trás da máquina	NVA	70,00
Limpeza da máquina	NVA	15,00
Buscar chave allen	NVA	11,00
Desmontar cabeçote	VA	30,00
Desmontar 2° cabeçote	VA	36,00
Ajuste do mordente	VA	86,00
Soltar mangueira de óleo	VA	6,00
Soltar parafuso da pinça 1	VA	16,00
Limpeza das pinças e suporte	I	21,00
Retirar e guardar pinças no suporte	VA	8,00
Limpeza	I	5,00
Montagem da pinça	VA	47,00
Aperto da mangueira de óleo	VA	5,00
Rotacionar magazine de pinças	VA	22,00
Limpeza	I	5,00
Soltar mangueira de óleo	VA	5,00
Soltar parafuso da pinça 2	VA	13,00
Limpeza das pinças e suporte	I	22,00
Retirar e guardar pinças no suporte	VA	3,00
Limpeza	I	10,00
Montagem da 2° pinça	VA	67,00
Rotacionar magazine de peças	VA	31,00
Limpeza	I	5,00
Soltar mangueira de óleo	VA	7,00
Soltar parafuso da pinça 3	VA	12,00
Limpeza das pinças e suporte	I	2,00
Retirar e guardar pinças no suporte	VA	18,00
Limpeza	I	7,00
Montagem da 3° pinça	VA	50,00

Unidade de Tempo	seg	Processo
Atividade	Status	SETUP
Aperto da mangueira de óleo	VA	7,00
Rotacionar magazine de peças	VA	26,00
Limpeza	I	8,00
Soltar mangueira de óleo	VA	8,00
Soltar parafuso da pinça 4	VA	14,00
Limpeza das pinças e suporte	I	20,00
Retirar e guardar as pinças no suporte	VA	5,00
Limpeza	I	18,00
Montagem da 4° pinça	VA	42,00
Aperto da mangueira de óleo	VA	11,00
Configuração no PC	I	16,00
Fechar ar, atrás da máquina	NVA	21,00
Guardar mangueira	NVA	40,00
Acionar mordente PC	VA	30,00
Recuar barra manualmente	VA	17,00
Edição no PC	VA	19,00
Ida p/ trás da máquina	NVA	45,00
Abrir e fechar mordente, no PC.	VA	12,00
Ida p/ trás da máquina	NVA	34,00
Abrir e fechar mordente, no PC.	VA	16,00
Ajustar pressão do mordente com papel	VA	13,00
Fixar mordentes	VA	73,00
Abrir e fechar mordente, no PC.	VA	10,00
Verificar a pressão do mordente	I	59,00
Ajuste do mordente	I	66,00
Conferir pressão do mordente	I	18,00
Ajuste no PC	VA	11,00
Ida p/ trás da máquina	NVA	31,00
Ajuste no PC	VA	20,00
Ajuste pressão do mordente	I	16,00
Ajuste do alimentador (Diâmetro)	VA	41,00
Limpeza	I	10,00
1 Montagem do cabeçote	VA	28,00
2 Montagem do cabeçote	VA	42,00
Buscar proteção e fechar porta	NVA	16,00
Ajuste no PC (com ordem de produção)	VA	66,00
Usinagem das primeiras peças	VA	115,00
Analisar ferramenta (Abrir e fechar porta)	I	49,00
Usinagem de peças testes + Config. PC	I	55,00
Analise da ovalização (Mordente) medir com paquímetro marcar com pincel a peça ajuste no PC	I	124,00

Unidade de Tempo	seg	Processo
Atividade	Status	SETUP
Usinar peça teste	I	44,00
Inspeção com anotações na O.P.	I	22,00
Ajuste no PC	I	23,00
Usinagem peça teste	NVA	54,00
Inspeção visual	I	62,00
Medição com paquímetro	I	27,00
Usinagem peça teste	NVA	112,00
Ajuste no PC	I	15,00
Limpeza da máquina	I	18,00
Ajuste na máquina	I	53,00
Ajuste no PC (Tombar torre)	I	31,00
Ajuste na máquina	I	27,00
Correção de ovalização	I	43,00
Ajuste no PC (Tombar torre)	I	43,00
Inspeção visual	I	34,00
Ajuste no PC	I	45,00
Ajuste na máquina (Regulagem do mordente)	I	196,00
Usinagem peça teste	I	354,00
Montagem da última proteção	VA	87,00
Fim do SETUP no EGA	I	14,00
Inspeção (máquina parada)	NVA	149,00
Preenchimento da folha O.S.	NVA	109,00
Buscar instrumento de medição (Imicro)	NVA	33,00
Medir a peça	I	32,00
Preenchimento da folha O.S.	NVA	23,00
Preenchimento de etiqueta	NVA	188,00
Marcar peça com caneta	NVA	30,00
Organizar instrumentos limpeza do recipiente organizar ferramentas guardar pinças.	NVA	111,00

■ Total VA ■ Incidente ■ Total NVA

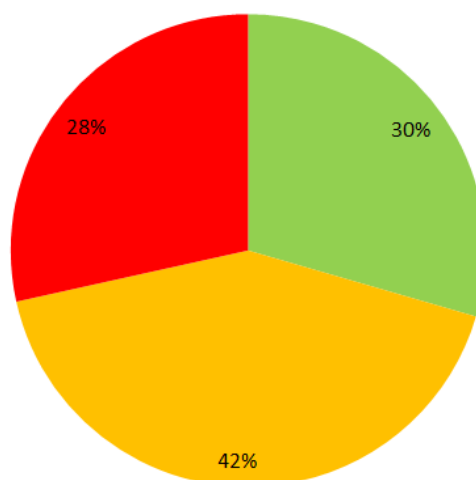


Figura 12 - Distribuição das atividades durante o setup.

Gráfico pizza gerado apresenta a classificação das atividades do operador na preparação da Serra automática. As oportunidades de otimização estão nas zonas vermelha e amarela, desta maneira com as informações extraídas realizou-se implementações com o objetivo de diminuir o tempo de máquina parada, são elas:

- Redução do número de ferramentas de aperto.
- Construção de tapete flexível (EVA) com silhuetas.
- Redução do número de atividades no setup interno.
- Preparação com antecedência das ferramentas de corte (figura 13), ferramentas de aperto (parafusadeira), pinças, instrumentos de medição, dispositivos de controle e matéria prima.
- Construção de nichos para apoiar os cabeçotes no armário e também no carrinho de ferramentas.



Figura 13 - Sugestão para o Setup Externo do cabeçote (Tryout no torno universal).

As figuras 14, 15 e 16 evidenciam alguns pontos de atenção, mesmo após aos Kaizens bem como:

- Desenvolvimento de mecanismo de fixação da posição do mordente em relação ao ponto fixo. (planilha de apontamento da distância Z1 encontrada)
- Realização de try-out no torno universal do cabeçote.

DATA	HINICIO	H/TERMINO	TOTAL	META	O.S.	OPERADOR (ES)	OBSERVAÇÃO
22/10	8:40	10:05	1:25	1hora	—	RODRIE	A MOSTRA
23/10	12:30	13:50	1:20	1hora	563833	RODRIE	REGULE: PRESSAO DA MORSA 2X
29/10/18	18:55	20:50	0:55	1hora	563843	ARIEL	1º
02/11	1:30	2:34	1:04	1hora	563940	RODRIE	
05/11	7:50	8:52	1:02	1hora	564030	RODRIE	
07/11/18	20:52	22:30	1:38	1hora	564016	ARIEL	2º
08/11/18	05:46	07:25	1:30	1hora	564106	RAIMUNDO	AJUSTAR CABECOTE 1-22.
09/11/18	14:50	15:25	0:35	1hora	564070	ARIEL	
12/11/18	18:25	19:45	0:1:20	1hora	564160	ARIEL	REGULE: PRESSAO DA MORSA 2X
16/11/18	13:20	14:40	01:20	1hora	564270	RAIMUNDO/ARIEL	" " " "
21/11/18	15:56	16:34	00:38	1hora	564270	ARIEL	
24/11/18	20:20	22:10	01:50	1hora	564210	ARIEL	3º
27/11	5:33	6:25	0:52	1hora	564320	RODRIE	
23/11	09:48	15:05	04:10	1hora	564244	RAIMUNDO	
26/11/18	20:25	23:25	03:00	1hora	564405	ARIEL	4º
28/11/18	10:00	11:50	01:50	1hora	564444	RAIMUNDO	COM AJUSTE DOS CABECOTE
29/11/18	06:25	08:05	01:40	1hora	564448	RAIMUNDO	COM AJUSTE DOS CABECOTE
29/11/18	16:35	19:40	02:05	1hora	564472	ARIEL	5º
30/11/18	20:25	22:55	02:30	1hora	564473	ARIEL	
03/12	9:56	10:55	0:59	1hora	564523	RODRIE	
03/12/18	19:20	19:33	0:13	1hora	564524	ARIEL	SÓ TROCA DE PROGRAMA OUTRO CO
				1hora			
				1hora			

Figura 14 - Registro dos Tempos de Setup SA-08.

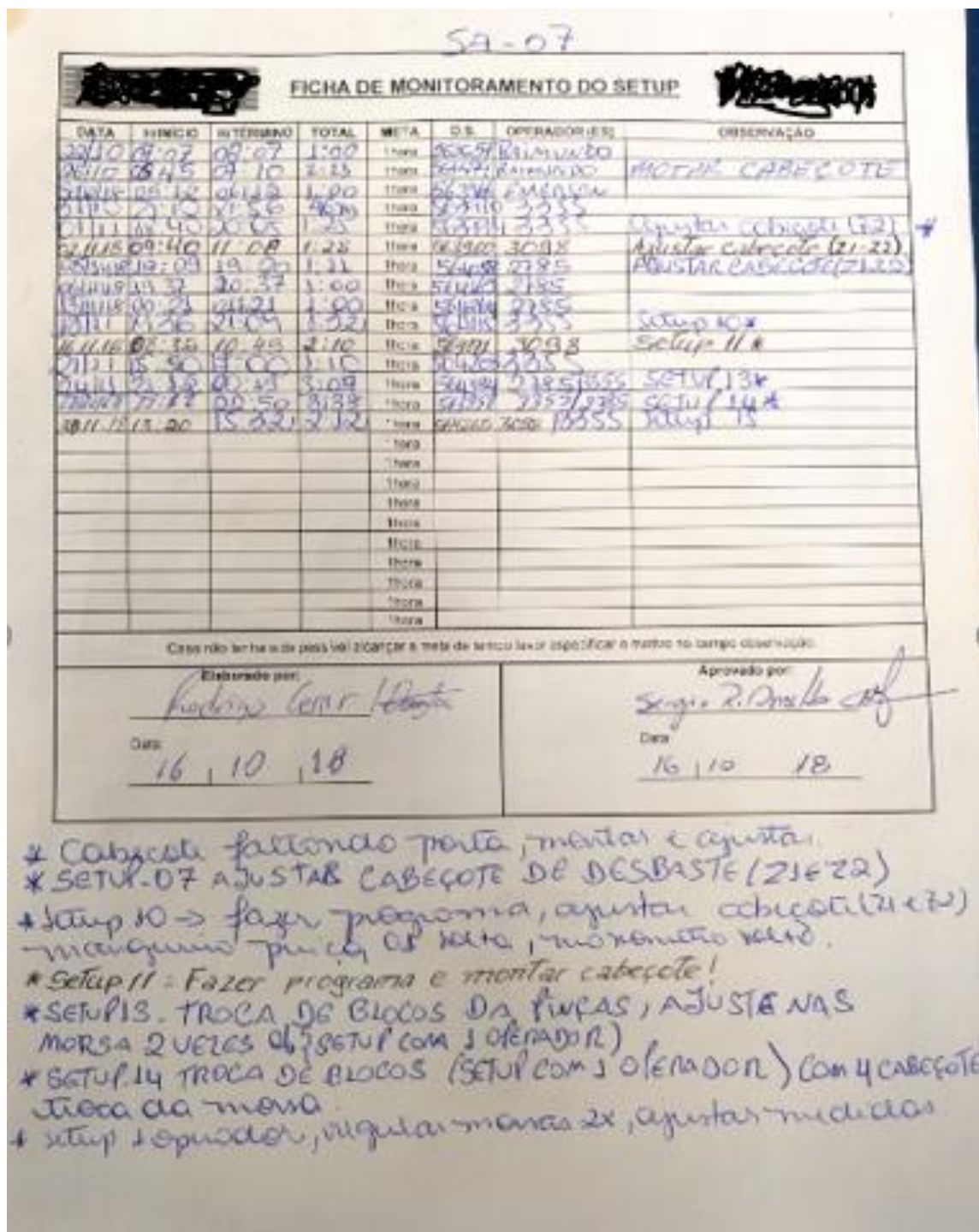


Figura 15 - Registro dos Tempos de Preparação SA-07.

SA-08

FICHA DE MONITORAMENTO DO SETUP

DATA	INICIO	TERMINO	TOTAL	META	O.S.	OPERADOR (ES)	OBSERVAÇÃO
23/09	20:55	22:20	1:25	150%	362022	3098	Setup 1*
23/09	08:50	06:40	1:50	150%	362022	3098	Ajuste cabeça
24/09	09:40	11:10	1:30	150%	362022	3098	Ajuste cabeça
25/09	12:10	13:25	1:15	150%	362022	3098	Finalizado
25/09	18:40	19:50	1:10	150%	362022	3098	teste bloco
26/09	20:47	22:05	1:18	150%	362022	3098	Setup 2**
26/09	12:15	13:07	0:52	150%	362022	3098	Finalizado

Caso não tenha sido possível alcançar a meta ou tempo tenha especificar o motivo no campo observação.

Elaborado por: Pedro Cesar Rodrigues

Data: 16/10/18

Aprovação por: Sege R. Costa

Data: 16/10/18

Setup 1 -> sl preparador pl ajuste, ajuste de cabeça
alarme de zona FC.

Setup 2 -> ajustar cabeça de teste, troca da
mora do carneiro.

Figura 16 - Registro dos Tempos de Preparação SA-08.

5 - REGISTRO FOTOGRÁFICO



Figura 17 - Antes - Ferramentas com disposição intuitiva na gaveta.



Figura 18 - Aplicação do senso de ordenação.



Figura 19 - Antes - Distribuição dos Cabeçotes sobre o carrinho com as pastilhas para baixo.



Figura 20 - Depois - Aplicação do senso de ordenação,



Figura 21 - Antes – Cabeçotes alocados de forma aleatória.



Figura 22 - Depois - Aplicação do senso de organização. Eliminação do risco de quebra da pastilha.



Figura 23 - Antes – Realização do aperto com chave allen e prolongador.

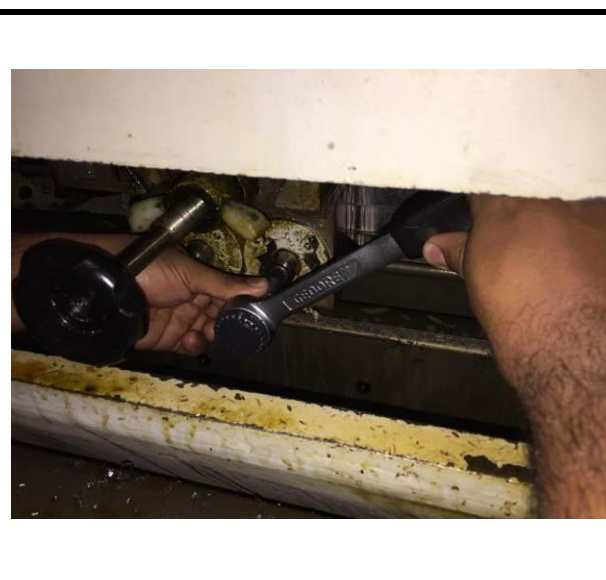


Figura 24 - Depois – Realização do aperto com chave catraca.



Figura 25 - Antes – Obtenção do tubo com a matriz sem polimento.



Figura 26 - Depois – Obtenção do tubo com a matriz com polimento e alteração do ângulo de entrada.



Figura 27 - Antes – Realização do processo na laminadora. Tempo de ciclo = 65 seg



Figura 29 - Depois – Fabricação da ponta na PT06. Tempo de ciclo = 42 seg



Figura 29 - Antes – Utilização de estrutura fixa para o armazenamento dos materiais.

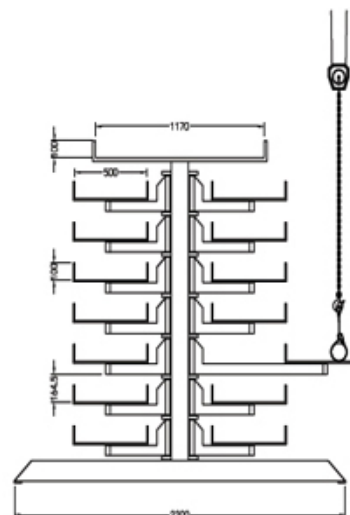
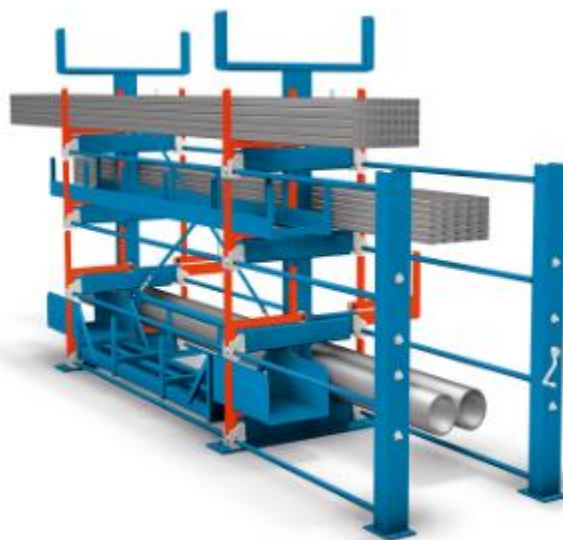


Figura 30 - Proposta – Utilização de Count Lever com acesso rápido. Sistema de Gaveta. R\$ 83.000,00 (sem frete).

7 - RESULTADOS

Indicadores de desempenho				
Indicador	Medição Inicial	Meta	Medição Final	Resultado
Produtividade (peça/operador/hora)	55	20%	72	31,54%
Movimentação (metros)	-	%	-	%
Qualidade – Retrabalho/Refugo	-	%	-	%
Retorno do Programa	Não se aplica	Não se aplica	R\$ 2.313,58 /mês	11,05 Meses

i. Análise do Índice de Produtividade

No estado presente a produtividade do processo de laminação era de 55 pç/hora, com esforços repetitivos do operador e realização de duas medições, o tempo de ciclo de uma barra é de 65 s.

No Estado Futuro, o processo passou a ser realizado na PT06, com lubrificação constante, sem esforços repetitivos, sem a necessidade de controle periódico. Tempo de ciclo 42 s e produtividade de 72 pç/hora.

ii. Análise do Retorno do Programa

Analisar o retorno do programa.

Produto que apresentaram ganho com o projeto das Fieiras para diâmetros “pequenos”.

Incodiesel

Topdieel

VCM

TROR Hidráulica

Demanda Mensal = 5000 kg

Ganho de Produtividade = 31,54%

Valor do salário do Operador = R\$ 2.500,00

Valor do salário do Operador com Encargos= R\$ 5.000,00

Valor Proporcional à disponibilidade do tempo do operador = R\$ 5.000,00 * 0,3154 =
= R\$ 1577,00

Valor hora da Serra CNC = R\$ 68,00/hora

Foi economizado 25 min no tempo de setup = R\$ 28,33

Quantidade de setups no mês = 21

Valor salvo com setup = 21 * R\$ 28,33 = R\$ 594,94

R\$ Retorno sobre Investimento = R\$ 24.000,00 / (R\$ 594,94 + R\$ 1577,00) = 11,05 meses

8 – CONCLUSÃO

A aplicação do Trabalho Padronizado demonstrou ser uma ferramenta poderosa para o aumento da produtividade. A empresa possui condições de implementar melhorias que efetivamente se sustentam ao longo do tempo. A equipe da **XXXXX LTDA** envolvida no trabalho descobriu novas oportunidades de ganhos.

A inclusão dos operadores e líderes para o planejamento do trabalho foi fundamental. Desta maneira, os programas de envolvimento e sugestões ganharam mais sentido, pois o operador pôde participar da definição e melhoria do seu próprio trabalho.

Desta forma, as implantações das ferramentas MFV, Trabalho Padronizado e TRF proporcionaram ganho significativo de produtividade (31,54%) no setor de produção.

9- CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO

Atividades Realizadas	Dados sobre atividades realizadas		
	Consultor	Data	Horas
1 – Elaboração Mapa Fluxo de Valor / Treinamento MFV.	Rodrigo Cesar / Douglas Bezerra.	27/08/18	8
2 – Elaboração Mapa Fluxo de Valor.		04/09/18	7
3 – Elaboração Mapa Fluxo de Valor.		11/09/18	7
4 – Elaboração Mapa Fluxo de Valor. (Índices de produtividade).		18/09/18	7
5 – Desenvolvimento Plano de Ação 5W2H.		25/09/18	7
6 – Desenvolvimento Plano de Ação 5W2H.		02/10/18	7
7 – Treinamento Fluxo Contínuo.		09/10/18	7
8 – Acompanhamento Plano de Ação / Incodisel.		16/10/18	7
9 – Acompanhamento do Setup da Serra Automática.		23/10/18	7
10 – Desenvolvimento Gráfico de Yamazume, do Setup.		30/10/18	7
12 – Acompanhamento do Plano de Ação.		06/11/18	7
13 - Monitoramento Estado Futuro.		13/11/18	7
14 - Monitoramento Estado Futuro.		27/11/18	7
15 - Elaboração de Relatório Técnico.		04/12/18	7
16 - Elaboração de Relatório Técnico.		11/12/18	7
17 - Elaboração de Relatório Técnico. Apresentação dos Resultados.		18/12/18	7
Total de Horas			120

TERMO DE ENCERRAMENTO

A empresa **XXXXX LTDA**, localizada em **São Paulo**, Estado de **São Paulo**, na Av. XXXXXXX nº **XXXXX**, Bairro do **XXXX**, inscrito no Cadastro Geral de Contribuintes do Ministério da Fazenda sob nº **XX.XXX.XXX/0001-01**, por seu representante ao final assinado, e **XXXXXXXX XXXXXX XXXXXXXXXXXX**, doravante denominado simplesmente **XXXXX**, estabelecido na Cidade de **São Caetano do Sul**, Estado de **São Paulo**, declaram encerrado a Proposta nº **123.330.2018** referente à Consultoria do Programa **XXXXXXXXXXXXXXXXXX** e que tenho ciência do relatório e resultados do atendimento conforme tabela de indicadores abaixo:

Indicadores de desempenho				
Indicador	Medição Inicial	Meta	Medição Final	Resultado
Produtividade (pç/hora/op)	55	20%	73	31,54%
Movimentação (metros)	-	%	-	%
Qualidade – Retrabalho/Refugo	-	%	-	%
Retorno do Programa	Não se aplica	Não se aplica	R\$ 2313,58 /Mês	11,05 Meses

A empresa **XXXXX LTDA** declara também que o serviço contratado foi executado em concordância com a proposta técnica citada e que reconhece que os objetivos foram plenamente atendidos dentro do que foi contratado, não remanescendo nenhuma outra obrigação ou responsabilidade do **XXXXX**.

São Paulo, 18 de dezembro de 2018.

XXXXXXXXXXXXX – Consultor XXXXX

XXXXXXXXXXXXX – Consultor XXXXX

XXXXXXXXXXXXX – Gerente

APÊNDICE

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
UNIDADE DE PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA EM SISTEMAS
PRODUTIVOS

LINHA DE PESQUISA: GESTÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES
PROJETO DE PESQUISA: OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES

RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO
IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DOS CONCEITOS DE LEAN MANUFACTURING NA
INDÚSTRIA: AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DO PROGRAMA DE INCENTIVO A
COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA PAULISTA NO PERÍODO DE 2016 A 2021.

RONALD DE FREITAS OLIVEIRA
PROF. DR. ALEXANDRE FORMIGONI

São Paulo
junho/2022

FICHA ELABORADA PELA BIBLIOTECA NELSON ALVES VIANA
FATEC-SP / CPS CRB8-8390

O48i	<p>Oliveira, Ronald de Freitas</p> <p>Impactos da implantação dos conceitos de lean manufacturing na indústria: avaliação dos resultados do programa de incentivo a competitividade da indústria paulista no período de 2016 a 2021 / Ronald de Freitas Oliveira. – São Paulo: CPS, 2022. 163 f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Alexandre Formigoni Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2022.</p> <p>1. Lean Manufacturing. 2. Manufatura enxuta. 3. Kaizen. 4. STP. I. Formigoni, Alexandre. II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. III. Título.</p>
------	--

RESUMO

OLIVEIRA, R. F. **Impactos da implantação dos conceitos de Lean Manufacturing na indústria: Avaliação dos resultados do programa de incentivo a competitividade da indústria paulista no período de 2016 a 2021.** 163 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia de Sistemas Produtivos). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2022.

Em um mundo altamente competitivo e de rápidas mudanças de cenários, os conceitos de Lean Manufacturing têm sido amplamente implementados por organizações de manufatura que buscam maximizar seus lucros, produzir com alta qualidade, com o menor custo possível e assim alcançar a excelência operacional. O presente trabalho tem por objetivo analisar os resultados alcançados em empresas que conduziram ações de eliminação de desperdícios em seus sistemas produtivos por meio de eventos Kaizen como forma de implementar os princípios do Lean Manufacturing no chão de fábrica. O trabalho expõe os resultados alcançados em 369 empresas, correlaciona as principais ferramentas e técnicas utilizadas em 32 empresas, afere a sustentação dos resultados alcançados em 8 empresas e aborda a contribuição desse tipo de ação para o desenvolvimento de empresas industriais e seu impacto para a cenário social e econômico no estado de São Paulo. Quanto a abordagem, trata-se de uma pesquisa quantitativa e quanto aos objetivos este trabalho é classificado como uma pesquisa exploratória. Empregou-se dentro da pesquisa exploratória o método de estudo de casos múltiplos com inclusão de visitas a empresas e entrevistas a profissionais envolvidos diretamente em experiências práticas. A conclusão do estudo identifica a aplicação de 7 ferramentas e técnicas principais para melhoria dos sistemas produtivos bem como os resultados obtidos e evidencia a importância do Kaizen para a implementação dos conceitos de Lean Manufacturing em empresas de diversos portes e setores como estratégia para ganhos de produtividade. Complementarmente, o trabalho demonstra a sustentação dos resultados obtidos em 8 empresas ao longo do tempo e discute aspectos observados nestas empresas que podem ter correlação com a manutenção ou melhoria desses resultados.

Palavras-chave: Lean Manufacturing. Manufatura enxuta. Kaizen. STP.

ABSTRACT

OLIVEIRA, R. F. **Impacts of the implementation of Lean Manufacturing concepts in the industry: evaluation of the results of the program to incentive the competitiveness in the São Paulo industry in the period from 2016 to 2021.** 163 f. Dissertation (Professional Master in Management and Development of Professional Education). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2022.

In a highly competitive and rapidly changing world, Lean Manufacturing concepts have been widely implemented by manufacturing organizations that seek to maximize their profits, produce with high quality, at the lowest possible cost and thus achieve operational excellence. The present work aims to analyze the results achieved in companies that carried out actions to eliminate waste in their production systems through Kaizen events to implement the principles of Lean Manufacturing on the factory floor. The work exposes the results achieved in 369 companies, correlates the main tools and techniques used in 32 companies, assesses the sustainability of the results achieved in 8 companies and addresses the contribution of this type of action to the development of industrial companies and its impact on the scenario social and economic in the state of São Paulo. As for the approach, it is quantitative research and as for the objectives this work is classified as exploratory research. Within the exploratory research, the multiple case study method was used, including visits to companies and interviews with professionals directly involved in practical experiences. The conclusion of the study identifies the application of 7 main tools and techniques to improve production systems as well as the results obtained and highlights the importance of Kaizen for the implementation of Lean Manufacturing concepts in companies of different sizes and sectors as a strategy for productivity gains. In addition, the work demonstrates the support of the results obtained in 8 companies over time and discusses aspects observed in these companies that may be correlated with the maintenance or improvement of these results.

Keywords: Lean Manufacturing. Manufatura enxuta. Kaizen. STP.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Períodos de realização da medição da produtividade	144
Tabela 2: Relatórios disponibilizados conforme setor e porte	147

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de um mapa do fluxo de valor	138
Figura 2: Exemplo de um quadro Kanban com cartões de retirada afixados	140
Figura 3: Quantidade de empresas atendidas agrupadas conforme CNAE	142
Figura 4: Quantidade de empresas segmentadas por setor e porte	143
Figura 5: Comparativo de ganhos de produtividade (%) nos setores	146
Figura 6: Comparativo de ganhos de produtividade (%) nos portes	146
Figura 7: Ganhos de produtividade alcançados: Empresas segmentadas por setor e porte....	148
Figura 8: Produtividade empresa 1 - Período de 03/2016 a 12/2021	150
Figura 9: Produtividade empresa 2 - Período de 02/2020 a 11/2021	151
Figura 10: Produtividade empresa 3 - Período de 09/2018 a 12/2021	152
Figura 11: Produtividade empresa 4 - Período de 12/2020 a 02/2022	153
Figura 12: Produtividade empresa 5 - Período de 06/2017 a 02/2022	154
Figura 13: Produtividade empresa 6 - Período de 06/2017 a 03/2022	155
Figura 14: Produtividade empresa 7 - Período de 09/2018 a 04/2022	157
Figura 15: Produtividade empresa 8 - Período de 01/2017 a 05/2022	158

LISTA DE SIGLAS

CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
CONCLA	Comissão Nacional de Classificação
IMVP	International Motor Vehicle Program
MFV	Mapa de Fluxo de Valor
MFV-EP	Mapa de Fluxo de Valor do Estado Presente
MFV-EF	Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro
MIT	Massachussets Institute of Technology
3MUs	Muda, Mura e Muri
5Ms	Mão-de-obra, Máquinas, Materiais, Métodos e Medições
PDCA	Plan, Do, Check and Act (Planejar, Executar, Checar e Agir)
SDCA	Standard, Do, Check and Act (Padronizar, Executar, Checar e Agir)
SMED	Single Minute Exchange of Die
STP	Sistema Toyota de produção
TPM	Total Productive Maintenance
TRF	Troca Rápida de Ferramenta
VSM	Value Stream Map

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	133
1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS UTILIZADOS NA PESQUISA	134
1.1 Princípios fundamentais do Lean Manufacturing	134
1.1.1 Tipos de desperdícios	134
1.2 Kaizen	135
1.2.1 Evento Kaizen	135
1.2.2 Manutenção da melhoria contínua.	136
1.3 Ferramentas e técnicas aplicadas no Lean Manufacturing.....	137
1.3.1 5 S	137
1.3.2 VSM – Value Stream Map ou Mapa do Fluxo de Valor	137
1.3.3 TRF- Troca rápida de ferramenta ou single minute exchange of die (SMED).....	138
1.3.4 Fluxo contínuo	138
1.3.5 Trabalho padronizado.....	139
1.3.6 Produção puxada	139
1.3.7 TPM	139
1.3.8 Qualidade na fonte	139
1.3.9 Kanban	139
1.3.10 Poka-yoke	140
1.3.11 Genchi Genbutsu	140
1.3.12 Heijunka	141
2 CAMINHO METODOLÓGICO	142
2.1 Compilação de resultados de ganhos de produtividade	142
2.2 Análise de relatórios finais de ações implementadas em 32 empresas	143
2.3 Demonstração da produtividade ao longo do tempo em 8 empresas.	143
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	146
3.1 Ganhos de produtividade alcançados em 369 empresas	146
3.2 Análise de amostra de relatórios finais de implementação de princípios de Lean Manufacturing	147
3.2.1 Ganhos de produtividade alcançados pelas empresas da amostra	148
3.2.2 Ferramentas Lean Manufacturing aplicadas nos 32 relatórios.....	148
3.2.3 Considerações sobre as ferramentas aplicadas	148
3.3 Sustentação dos resultados alcançados	150

3.3.1 Empresa 1.....	150
3.3.2 Empresa 2.....	151
3.3.3 Empresa 3.....	152
3.3.4 Empresa 4.....	153
3.3.5 Empresa 5.....	154
3.3.6 Empresa 6.....	155
3.3.7 Empresa 7.....	156
3.3.8 Empresa 8.....	157
4 CONTRIBUIÇÕES PARA SOCIEDADE.....	159
REFERÊNCIAS	160
ANEXO 1.....	162

INTRODUÇÃO

De acordo com a CNI - Confederação Nacional da Indústria (2022), a indústria, como um todo, representa 22,2% do PIB do Brasil, mas responde por 71,8% das exportações, por 68,6% do investimento empresarial em pesquisa e desenvolvimento e por 32,9% dos tributos federais (exceto receitas previdenciárias). Para cada R\$ 1,00 produzido na Indústria, são gerados R\$ 2,43 na economia como um todo. Nos demais setores, o valor gerado é menor: R\$ 1,75 na agricultura e R\$ 1,49 no comércio e serviços. O estado de São Paulo possui 121.898 empresas industriais de transformação, que representam 25,6% do total de empresas industriais do Brasil. As indústrias paulistas empregam 2.922.404 trabalhadores e geram um PIB industrial de R\$ 440,9 bilhões o que equivale 28,9% de participação no PIB industrial nacional.

Com base na importância da indústria apontada acima pela CNI é factível presumir que a melhoria da competitividade da indústria é um fator relevante para o desenvolvimento sustentável das indústrias e do país. Nesse contexto, uma forma eficiente de ganhar competitividade é a implementação do Lean Manufacturing (HUSSIAN et al, 2019). De acordo com Garza-Reyes et al (2018) o Lean Manufacturing tem sido amplamente implementado por organizações de manufatura para alcançar a excelência operacional e, desta forma, atender aos objetivos organizacionais, como lucratividade, eficiência, capacidade de resposta, qualidade e satisfação do cliente.

Dada a relevância do Lean Manufacturing como estratégia de melhoria da eficiência dos sistemas produtivos, este trabalho é norteado pela questão de pesquisa: Quais ferramentas e técnicas do Lean Manufacturing foram aplicadas e quais são os resultados gerais alcançados em uma amostra de empresas que promoveram eventos Kaizen?

Neste contexto, o objetivo geral desse estudo é analisar os resultados obtidos em uma amostra de empresas que promoveram eventos Kaizen para implementação de conceitos de Lean Manufacturing no chão de fábrica no período de 2016 a 2021. Para o alcance do objetivo geral foram delineados os seguintes objetivos específicos:

Investigar quais ferramentas e técnicas foram mais utilizadas;

- a) Comparar os resultados alcançados entre 369 empresas de diferentes setores e portes;
- b) Investigar quais ferramentas e técnicas foram mais utilizadas em 32 empresas;
- c) Aferir a sustentação dos resultados alcançados em uma amostra de 8 empresas;
- d) Discutir a importância do programa no cenário industrial do estado de São Paulo.

1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS UTILIZADOS NA PESQUISA

O termo *Lean Manufacturing* tem origem no estudo sobre a indústria automobilística conduzido por James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos, pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Este estudo tinha como objetivo a revitalização das indústrias automobilísticas por meio do Programa Internacional de Veículos Automotores-*International Motor Vehicle Program (IMVP)*. Segundo Womack et al. (2004), esse estudo é o maior e mais detalhado já empreendido em qualquer indústria. Orçado em 5 milhões de dólares, com duração de 5 anos e abrangendo 14 países e que por fim deu origem ao livro *A Máquina que Mudou o Mundo* que descreve como o Japão conseguiu passar à frente do resto do mundo na guerra da indústria automobilística por meio dos princípios do Sistema Toyota de Produção ou *Lean Manufacturing*.

1.1 Princípios fundamentais do Lean Manufacturing

Existem cinco princípios fundamentais no *Lean Manufacturing* que devem ser implementados em um sistema produtivo para a eliminação das perdas citadas e melhoria de seu desempenho: valor, o fluxo do valor, fluxo contínuo, produção puxada e busca pela perfeição (WOMACK E JONES, 2004). Estes princípios são detalhados a seguir:

- a) Valor: Este princípio identifica o valor pela perspectiva do cliente. Apesar do valor ser criado pelo produtor, é definido pelo cliente.
- b) Fluxo de valor: Envolve o registro e a análise do fluxo de informações, materiais e processos necessários para produzir um produto que tem como objetivo identificar e separar os processos em três tipos: processos que efetivamente geram valor; processos que não geram valor, mas são necessários para a manutenção dos processos e da qualidade; processos que não agregam valor;
- c) Fluxo contínuo: Busca reduzir o tamanho de lote para uma única unidade.
- d) Produção puxada: Consiste em produzir de acordo com a demanda sem a geração excessiva de estoques intermediários e estoques produtos acabados;
- e) Busca pela perfeição: Princípio da busca pela melhoria contínua para aumento de eficiência e eficácia dos processos.

1.1.1 Tipos de desperdícios

“Muda” é uma palavra japonesa que significa desperdício ou perda que é qualquer atividade que consome recursos e não cria valor. Pode-se destacar: retrabalhos, produção de produtos sem demanda, acúmulo de estoques, etapas de processamento desnecessárias, movimentação de funcionários e transporte de mercadorias sem propósito, grupos de pessoas de uma atividade posterior ociosos porque a atividade anterior atrasou e ainda bens e serviços que não atendem as necessidades do cliente (WOMACK E JONES, 2004).

De acordo com Shingo (1996), o sistema Lean Manufacturing tem como foco a eliminação sistemática dos 7 tipos de perda sendo elas: Superprodução; Perdas por espera; Perdas por transporte; Perdas por processamento; Perdas nos estoques; Perdas no movimento; Perdas no retrabalho.

1.2 Kaizen

Para Imai (2014) o *kaizen* é uma abordagem de bom senso e baixo custo para a resolução de problemas e promoção da melhoria contínua e que significa otimização dos recursos internos da empresa relacionados aos 5Ms – mão de obra, máquinas, materiais, métodos e medições. Implica necessariamente no envolvimento de equipes multifuncionais compostas por gerentes, engenheiros, supervisores e funcionários em geral. Essas equipes trabalham apoiadas nos três pilares para a prática do *kaizen* no *gemba* descritos a seguir: Limpeza (5S), eliminação de desperdícios e padronização.

- a) Limpeza (5S): Conforme detalhado na seção 1.4.1, o 5S são as cinco etapas de organização do local de trabalho e é a base para outras melhorias significativas.
- b) Eliminação de desperdícios: O objetivo da prática do *kaizen* é a busca e eliminação dos “3MUs” – muda (desperdício), mura (variação ou desbalanceamento) e muri (sobrecarga).
- c) Padronização: Padronização significa utilizar o processo mais fácil e mais seguro para os trabalhadores e mais rentável e produtivo para a empresa, a fim de garantir qualidade para os clientes.

1.2.1 Evento Kaizen

Um evento Kaizen é um projeto de melhoria estruturado em um determinado setor e realizado em um curto prazo de tempo por meio de uma equipe multifuncional para atingir metas específicas. Durante o período relativamente curto do evento, os membros da equipe do evento kaizen aplicam ferramentas de baixo custo de solução de problemas e eliminação de desperdícios e técnicas para planejar rapidamente e implementar as melhorias no setor escolhido.

Imai (2014), aponta seis itens que orientam a visão para a construção inicial de um evento kaizen.

- a) Adequar a linha de produção ou setor para produzir de acordo com o tempo *takt*;
- b) Desenvolver uma linha de produção ou setor flexível para absorver desvios no tempo *takt*;
- c) Eliminar *muda* (desperdícios), *muri* (sobrecarga) e *mura* (desbalanceamento);
- d) Eliminar fontes que desestabilizem um ritmo regular das operações;

- e) Definir tarefas padronizadas;
- f) Minimizar a quantidade de operadores;

Em particular o evento Kaizen tem sido associado com a implementação dos conceitos de *Lean Manufacturing* (WOMACK, 2004) e é composto pelas seguintes fases: Preparação do evento, a realização do evento Kaizen e a manutenção da melhoria contínua após o término do evento (LIKER, 2005).

1.2.2 Preparação do evento Kaizen

Antes do evento é preciso tomar algumas providências para facilitar o fluxo do trabalho e utilizar de modo eficiente o tempo dos participantes (LIKER, 2005).

- a) Definir o escopo do evento;
- b) Estabelecer objetivos;
- c) Desenhar o mapa de fluxo de valor do estado atual;
- d) Organizar todos os documentos relevantes;
- e) Disponibilizar o mapa de fluxo de valor do estado atual na sala de equipe.

1.2.3 Realização do evento Kaizen

O evento deve iniciar com uma reunião envolvendo toda a equipe para uma revisão do escopo do setor a ser melhorado e dos objetivos. Em seguida é necessário um treinamento sobre conceitos básicos de *Lean Manufacturing*, especialmente sobre o conceito de valor agregado e de não-agregação de valor.

Durante o evento as seguintes atividades são desenvolvidas:

- a) Definição de quem é o cliente;
- b) Analise o estado atual;
- c) Desenvolvimento da visão do estado futuro;
- d) Implementação das ações planejadas para tornar a visão do estado futuro em realidade.
- e) Avaliação dos resultados obtidos após implementação das ações. São realizadas medições dos parâmetros no processo atual e compara-se com os parâmetros do processo antes do Kaizen e com as metas estabelecidas no escopo do projeto.

1.2.4 Manutenção da melhoria contínua.

Após o evento *Kaizen*, uma equipe de manutenção continuará a promover a melhoria do estado futuro por meio de constantes verificações e ações de corretivas necessárias que incluem:

- a) Revisão da situação atual para identificação e endereçamento de ações pendentes do plano de trabalho;
- b) Revisão de medições do processo para realização de futuras melhorias;
- c) Discussão de oportunidades adicionais de melhorias;

1.3 Ferramentas e técnicas aplicadas no Lean Manufacturing

Para Silva et al., (2019) e Piaia (2019) as principais ferramentas e técnicas aplicadas para a implementação dos princípios do *Lean Manufacturing* são: Trabalho padronizado, a metodologia 5S, Troca rápida de ferramenta, Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM), *Kaizen*, *Kanban*, TPM (Total Productive Maintenance), *Poka-yoke*, *Heijunka*, Fluxo contínuo, Qualidade na fonte.

1.3.1 5 S

A ferramenta 5S visa a implantação de uma filosofia de promoção de limpeza, organização e padronização do local de trabalho afim de viabilizar a base para outras melhorias significativas. Um local de trabalho bem organizado oferece um ambiente de produção seguro e eficiente, o que eleva o moral do funcionário, promove o sentimento de propriedade, orgulho de seu trabalho e posse de suas responsabilidades (RANDHAWA e AHUJA, 2017).

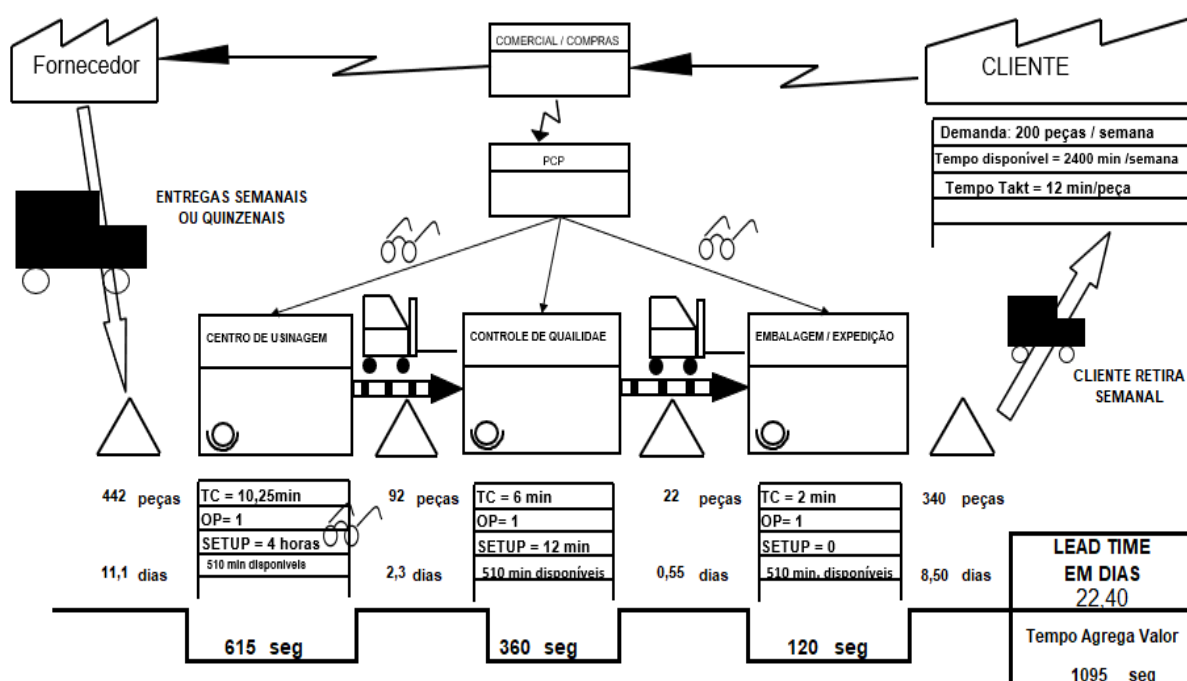
O 5S é um acrônimo de cinco palavras japonesas Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuki. Essas palavras têm os seguintes significados e objetivos:

- a) Seiri: Senso de utilização - Objetivo: Selecionar e descartar itens desnecessários ao local de trabalho.
- b) Seiton: Senso de organização ou arrumação - Objetivo: Organizar os itens necessários em boas condições para recuperação e armazenamento rápidos.
- c) Seiso: Senso de limpeza - Objetivo: Limpar o local de trabalho.
- d) Seiketsu: Senso de padronização - Objetivo: Manter um alto padrão de arrumação, limpeza e organização do local de trabalho.
- e) Shitsuki: Senso de autodisciplina - Objetivo: Cumprimento e comprometimento pessoal dos colaboradores em relação as iniciativas dos 4S anteriores tornando-os habituais para todos na organização.

1.3.2 VSM – Value Stream Map ou Mapa do Fluxo de Valor

O VSM é uma ferramenta que representa visualmente cada etapa do processo de produção de determinado produto desde o consumidor até o fornecedor permitindo enxergar e entender o fluxo de materiais e de informações à medida que o produto passa pelas etapas de produção (ROTHER e SHOOK, 2003). A figura 1 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra um exemplo de um mapa de fluxo de valor.

Figura1: Exemplo de um mapa do fluxo de valor



Fonte: Oliveira et al. (2021)

1.3.3 TRF- Troca rápida de ferramenta ou single minute exchange of die (SMED)

Single Minute corresponde a um único algoritmo e o conceito por trás do acrônimo SMED (Single Minute Exchange of Die) é a troca de ferramentas ou *setup* em menos de 10 minutos. Shingo (1985) identificou que as equipes de gerenciamento de processos de diversas fábricas de automóveis encontravam extrema dificuldade na eliminação de gargalos em seus sistemas de produção.

O *setup* é subdividido em *setup* interno e *setup* externo: Faz parte do *setup* interno todas as ações que só podem ser executadas com a máquina parada. O *setup* externo é composto pelas operações que podem ser executadas ainda enquanto a máquina está em trabalho (SHINGO, 2008).

1.3.4 Fluxo contínuo

Fluxo contínuo é o fluxo unitário e peças, onde cada peça segue uma sequência lógica de etapas de produção sem interrupções (ROTHER et al. 2002).

A falta de sincronização entre processos e o não balanceamento do volume de produção levam a interrupções no fluxo de trabalho e o aumento de estoques de produtos inacabados. A aplicação do fluxo contínuo em um sistema produtivo busca eliminar esses estoques por meio da produção unitária de itens de forma ordenada e sem interrupção entre os diversos subprocessos produtivos (WOMACK E JONES, 2004).

1.3.5 Trabalho padronizado

A ferramenta trabalho padronizado busca a maneira mais eficiente e segura de se realizar determinado trabalho por meio do detalhamento e especificação das atividades dos operadores em um processo de produção. Como resultado o trabalho padronizado propicia a estabilidade do processo e viabiliza a busca pelas melhores práticas e o engajamento das pessoas envolvidas em uma cultura de melhoria contínua (UNGAN, 2006).

1.3.6 Produção puxada

Produção puxada é o sistema de produção onde um processo não deve produzir qualquer item sem que o processo posterior tenha sinalizado a necessidade. Dessa forma o fluxo de informação relacionado a demanda de produção ocorre na direção oposta ao fluxo de material (WOMACK E JONES, 2004).

1.3.7 TPM

O TPM é um programa de gerenciamento da manutenção que enquadra a manutenção em um contexto estratégico de longo prazo e integrado a questões técnicas de produção e questões gerenciais. Tem como principal objetivo a eliminação da ocorrência de quebras inesperadas de equipamentos por meio da integração de ações de manutenção preventiva e preditiva executadas pelo setor de manutenção e ações de manutenção autônoma executadas pelos operadores no dia a dia (NAKAJIMA,1989). Para Liker (2005) o TPM está intrinsecamente relacionado ao sucesso das ações ligadas a implementação do *Lean Manufacturing* tendo em vista que sistemas puxados de produção com fluxo contínuo e baixos níveis de estoque dependem fortemente da disponibilidade de equipamentos confiáveis.

1.3.8 Qualidade na fonte

Garantir a qualidade relativa ao processo atual antes de prosseguir para a próxima etapa. Mesmo que seja possível ter garantia que um processo produza 100% de peças boas, é preciso desenvolver meios para que quando um defeito ocorra ele seja detectado na própria etapa afim de evitar desperdícios de processamento em etapas futuras (Shingo,1996).

1.3.9 Kanban

A palavra japonesa *Kanban* significa cartão. O *Kanban* é uma ferramenta de controle visual, utilizada para controlar os níveis de estoque, a produção, fornecimento de componentes e material. Funciona como um mecanismo de administração do controle de um fluxo de material regulando a quantidade adequada e o momento adequado da produção dos itens necessários. O uso do *Kanban* não é adequado para uso em situações com demanda instável, tempo de processamento instável, operações não padronizadas, tempo longo de *setup*, grandes variedades

de itens e incertezas decorrentes de suprimento de material (LAGE JUNIOR; GODINHO FILHO, 2010).

Basicamente o funcionamento de um Kanban segue as seguintes regras: Os cartões são depositados obrigatoriamente na seguinte sequência de cores: verde, amarela e vermelha. As cores indicam: - cor verde: sinaliza que há estoque suficiente e que novas peças não devem ainda ser produzidas; - cor amarela: sinaliza que novas peças devem ser produzidas normalmente; - cor vermelha: sinaliza urgência na produção e que esse item deve ser produzido com total prioridade. (PEINADO E GRAEML,2007). A figura 2 ilustra um Kanban com quatro diferentes tipos de produtos.

Figura 2: Exemplo de um quadro Kanban com cartões de retirada afixados

PRODUTO X	PRODUTO Y	PRODUTO Z	PRODUTO W
CARTÃO	CARTÃO	CARTÃO	CARTÃO
CARTÃO	CARTÃO	CARTÃO	CARTÃO
CARTÃO	CARTÃO	CARTÃO	
	CARTÃO	CARTÃO	
		CARTÃO	
		CARTÃO	
		CARTÃO	

Fonte: Autor baseado em Peinado e Graeml (2007).

Neste exemplo o quadro Kanban com cartões afixados indica as seguintes ações:

- o produto X ainda não deve ser produzido.
- o produto Y deve ser produzido na quantidade de dois contêineres;
- o produto Z deve ser produzido imediatamente com prioridade sobre os demais e na quantidade de três contêineres para atingir o nível verde;
- o produto W deve ter um contêiner produzido.

1.3.10 Poka-yoke

De acordo com Saurin et al (2012), poka-yoke é qualquer dispositivo que evita ou detecta defeitos ou anomalias que podem ser prejudiciais tanto para qualidade do produto quanto para a saúde e segurança dos trabalhadores.

1.3.11 Genchi Genbutsu

Genchi significa “verdadeira localização” e genbutsu “verdadeiros materiais ou produtos”. Genchi genbutsu é interpretado como “visitar o local para verificar por si mesmo e

compreender a situação verdadeira” e é o primeiro passo de qualquer processo de resolução de problema. (LIKER, 2005).

1.3.12 Heijunka

Heijunka significa nivelamento da produção que descreve o esforço para combinar a carga de trabalho e a capacidade dos processos.

Para Liker (2005), além da eliminação de “*muda*” (7 tipos de perdas), é preciso buscar a eliminação de “*muri*” (sobrecarga de pessoas e equipamentos) e “*mura*” (desnivelamento). A sobrecarga de pessoas e de equipamentos resulta em problemas de qualidade e segurança e interrupções repentinas por parada de máquinas. O desnivelamento da produção resulta em volume de produção irregular onde em determinado momento há mais carga de trabalho do que a capacidade de produção pode atender e em outro momento há falta de trabalho e ociosidade dos recursos.

O principal objetivo do *Heijunka* é a eliminação de “*muri*” e “*mura*” por meio de um fluxo constante de pequenos lotes de peças variadas resultando em uma demanda constante de peças para os processos antecessores e dessa forma minimizando a ociosidade na capacidade produtiva e reduzindo estoques criados para atender a picos de demanda (MATZKA et al., 2012). Ao nivelar simultaneamente o volume de produção e o mix de peças a serem produzidas aumenta-se a capacidade de resposta as demandas do cliente mantendo-se baixo o nível estoque de produtos acabados e das etapas antecessoras. A implantação do *Heijunka* exige primordialmente que os *setups* para as mudanças na produção das peças sejam extremamente rápidos, do contrário a produção de pequenos lotes seria muito ineficiente.

2 CAMINHO METODOLÓGICO

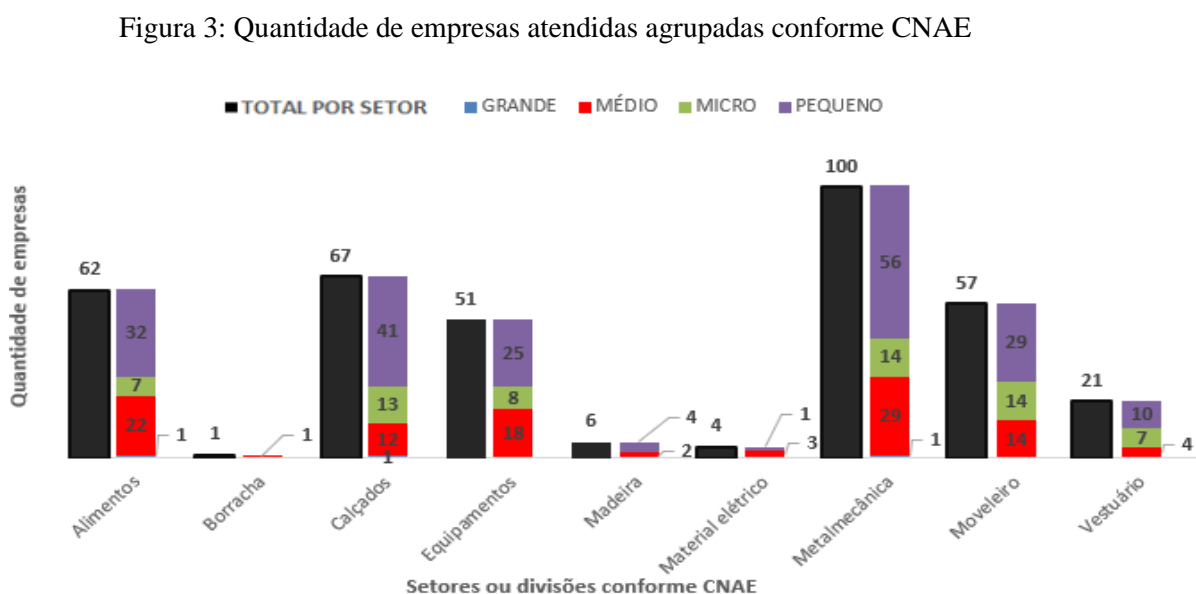
Quanto aos objetivos, a abordagem adotada foi a pesquisa exploratória que tem como objetivo propiciar familiaridade com o problema e retirar as ambiguidades do assunto tratado (Gil, 2017). Nesse sentido o trabalho envolve: -Revisão de literatura; -Análises documentais; -Visitas para coletas de dados de experiências práticas.

O desenvolvimento da fundamentação teórica foi realizado por meio de uma revisão da literatura sobre os conceitos do *Lean Manufacturing* e das ferramentas e técnicas aplicadas para sua implementação e que estão relacionadas no contexto deste trabalho. A literatura referenciada está baseada em livros relevantes e reconhecidos sobre o tema e em artigos científicos que foram pesquisados nas bases do Google Scholar e Scopus com a utilização do software Publish or Perish.

Para a parte do desenvolvimento de resultados e discussão, empregou-se dentro da pesquisa exploratória o método de estudo de casos múltiplos, que consiste em uma pesquisa empírica que estuda determinado fenômeno contemporâneo em um contexto real, possibilitando a aproximação do pesquisador com as particularidades que envolvem o fenômeno, retratando-o de maneira mais abrangente, uma vez que se utilizam múltiplas fontes para coleta de dados em diferentes realidades (YIN,2005). O desenvolvimento desse estudo de casos múltiplos seguiu a etapas descritas nas seções 2.1, 2.2 e 2.3.

2.1 Compilação de resultados de ganhos de produtividade

Essa etapa abrange a compilação de resultados de ganhos de produtividade obtidos após implementação de princípios de Lean manufacturing em 369 empresas atendidas por uma instituição privada voltada ao apoio do desenvolvimento da indústria do estado de São Paulo por meio da formação de recursos humanos e prestação de serviços técnicos e tecnológicos. Na figura 3 são demonstradas as características dessas empresas em termos de porte e setores de atuação.



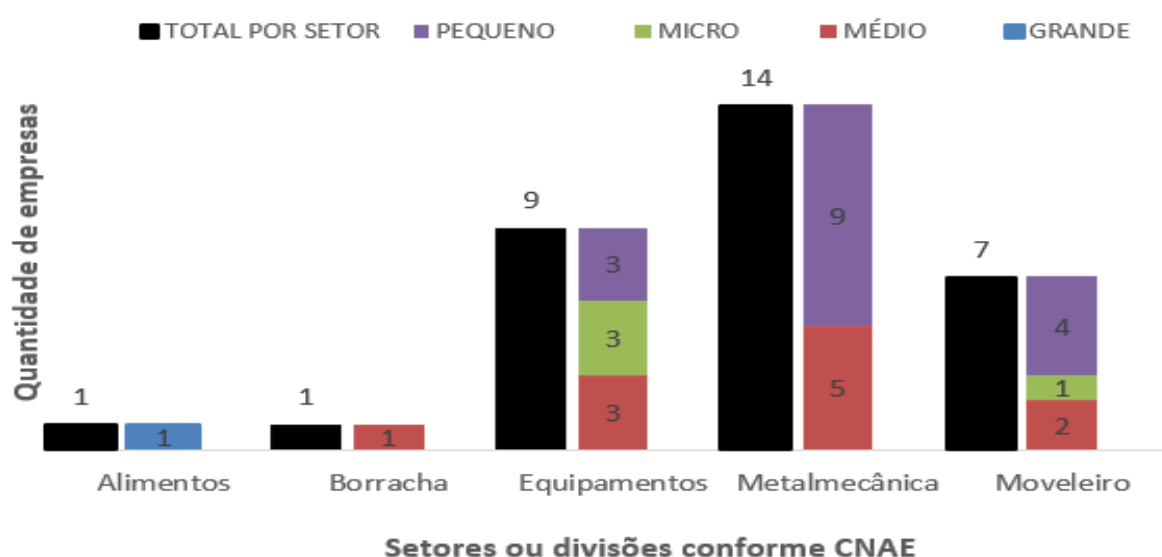
Fonte: Autor

A quantidade de empresas analisadas foi definida pela possibilidade de acesso as informações que foram disponibilizadas pela instituição durante o período de produção deste trabalho. Para coleta de dados foram utilizadas como fontes de informações documentos, registros em arquivos fornecidos pela instituição que promove o programa.

2.2 Análise de relatórios finais de ações implementadas em 32 empresas

Essa etapa detalha, em uma amostra de 32 empresas de micro, pequeno, médio e grande porte e de 5 diferentes setores industriais, quais foram as ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* empregadas e quais foram os resultados obtidos. A figura 4 mostra a quantidade de empresas que permitiram acesso ao relatório final segmentadas por porte e setores.

Figura 4: Quantidade de empresas segmentadas por setor e porte



Fonte: Autor

A quantidade de empresas analisadas nesta etapa foi definida por dois aspectos limitadores:

- possibilidade de acesso aos relatórios finais onde constam as informações sensíveis de processos internos das empresas;
- concordância das empresas em disponibilizar informações internas para produção deste trabalho.

Para coleta desses dados foram utilizadas como fontes de informações documentos, registros em arquivos e os relatórios finais da consultoria realizada.

2.3 Demonstração da produtividade ao longo do tempo em 8 empresas.

Esta etapa apresenta as medições de produtividade em 8 empresas, de pequeno e médio portes e de 2 setores que passaram pelo processo de implantação das melhorias e expõe quais

ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* foram aplicadas. Além disso, são apresentados ainda os seguintes dados sobre:

- a) Pessoas da equipe que participaram da implantação das ações de melhoria e que ainda continuam com ações voltadas a manutenção das práticas;
- b) Níveis de estoques intermediários;
- c) Manutenção da organização dos setores;
- d) Manutenção dos processos padronizados;
- e) Existência de ações e ou treinamentos para manutenção da cultura de melhoria contínua.
- f) Apoio da alta gestão em relação as práticas de manutenção e promoção de eventos de melhoria contínua

A quantidade de empresas analisadas nesta etapa foi definida pela possibilidade de acesso total as informações dos relatórios finais e ainda concordância destas empresas em receber visita para acompanhamento e levantamento da situação atual do sistema produtivo que passou pelas implementações de melhorias.

As medições da produtividade foram realizadas em três períodos conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1: Períodos de realização da medição da produtividade

Empresa	Medição 1	Medição 2	Medição 3
1	abr/16	jul/16	dez/21
2	fev/20	mai/20	nov/21
3	set/18	nov/18	dez/21
4	dez/20	mar/21	fev/22
5	jun/17	ago/17	fev/22
6	jun/17	set/17	mar/22
7	out/18	dez/18	abr/22
8	jan/17	abr/17	mai/21

As três medições representam os seguintes aspectos:

- Medição 1: Antes da implementação do evento *Kaizen*;
- Medição 2: Imediatamente após o evento *Kaizen*;
- Medição 3: Período mínimo de 11 meses após a medição 2.

Para coleta desses dados foram utilizadas como fontes de informações documentos, registros em arquivos, relatórios finais da consultoria e visitas nas empresas para observações

diretas sem participação conforme protocolo descrito na subseção 2.4.1. As visitas incluíram entrevistas com profissionais que participaram ativamente da implementação das ações de melhoria.

2.4 Protocolo de visitas

As visitas foram realizadas juntamente com o consultor que realizou as implementações das melhorias no sistema produtivo e para tanto foi seguido o seguinte protocolo:

- e) Reunião de abertura com o gestor responsável pelo setor e que participou ativamente das atividades junto ao consultor com vistas a esclarecer o objetivo da visita e a importância para a conclusão deste trabalho;
- f) Recapitulação do relatório final de conclusão com vistas a recordar todo o processo realizado para identificação dos desperdícios e implementação das ações de melhoria;
- g) Visita pela fábrica para observação e análise dos setores;
- h) Preenchimento do questionário de pesquisa de acordo com a visão e avaliação conjunta do consultor e do gestor.

2.4.1 Questionário de pesquisa utilizado em visita as empresas

- a) Qual é a produtividade atual do setor?
- b) Sobre a equipe que participou da implantação das ações de melhoria, responda: Quantas pessoas continuam na empresa com ações voltadas a manutenção dos ganhos obtidos?
- c) Sobre os níveis de estoques intermediários. Em relação a situação deixada logo após as implantações das ferramentas Lean, como estão hoje os estoques intermediários?
- d) Sobre a manutenção da organização dos setores. O padrão de organização foi mantido? Há necessidade de passar por nova organização?
- e) Sobre os processos padronizados, continuam a ser seguidos?
- f) Existência de ações e ou treinamentos para manutenção da cultura de melhoria contínua?
- g) Existência de apoio da alta gestão as práticas de manutenção e promoção de eventos Kaizen.

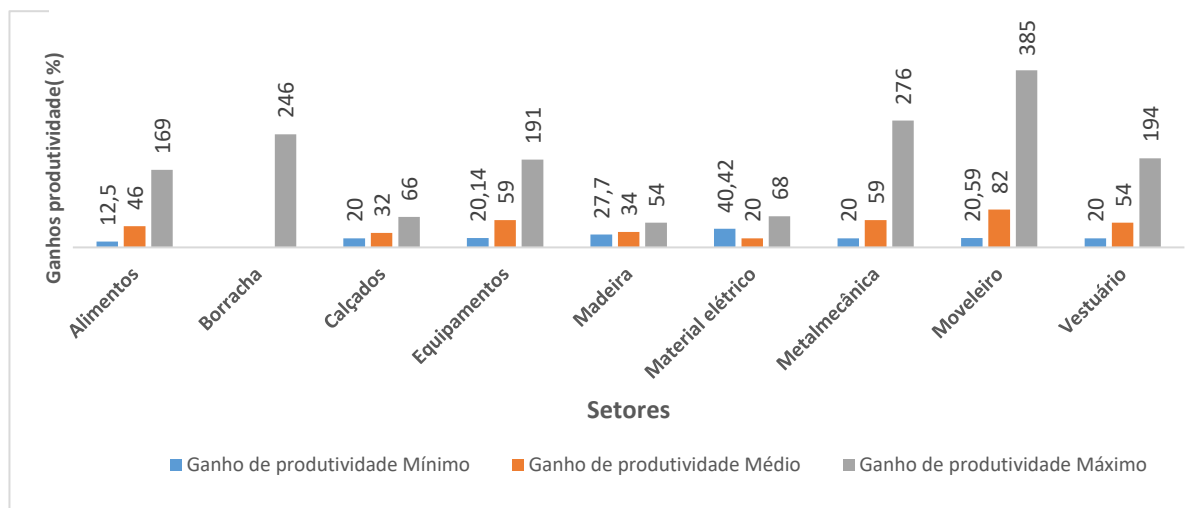
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção aborda os detalhes e os resultados alcançados com a implementação dos princípios de *Lean Manufacturing*.

3.1 Ganhos de produtividade alcançados em 369 empresas

A figura 5 demonstra os ganhos mínimos, médios e máximos auferidos em cada setor.

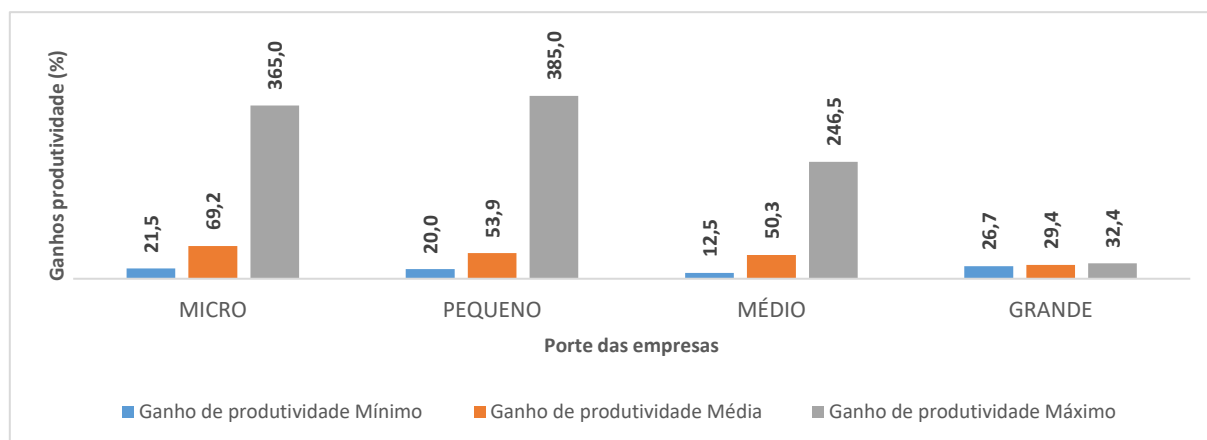
Figura5: Comparativo de ganhos de produtividade (%) nos setores



Fonte: autor

Observa-se que em todos os 9 setores se obteve ganhos de produtividade significativos que variaram de 12,5%, alcançado no setor de alimentos, a 385%, alcançado no setor moveleiro. Os quatro setores com melhores ganhos médios de produtividade foram os setores moveleiro, metalmecânica, equipamentos e vestuário respectivamente. A figura 6 demonstra os ganhos mínimos, médios e máximos alcançados e compilados por porte das empresas.

Figura6: Comparativo de ganhos de produtividade (%)



Fonte: Autor

Constata-se que, em todos os portes de empresa, os ganhos de produtividade máximos foram expressivos e variaram entre 32,4% nas grandes empresas e 385% nas pequenas empresas. Os maiores ganhos médios de produtividade foram alcançados nas micro, pequenas e médias empresas respectivamente.

3.2 Análise de amostra de relatórios finais de implementação de princípios de Lean Manufacturing

Na seção 3.1 deste trabalho foram apresentados os resultados globais alcançados em 369 empresas que implementaram princípios do Lean Manufacturing. Nesta seção é apresentada a análise de uma amostra composta por 32 relatórios de empresas de 5 diferentes setores industriais onde são detalhadas as ferramentas utilizadas para o alcance dos resultados. O tamanho da amostra foi limitado pela possibilidade de acesso à documentação completa das empresas e que dependia de autorizações, visto que estas documentações contêm informações sigilosas de processos internos.

A tabela 2 mostra a distribuição da quantidade de relatórios analisados conforme setores e portes.

Tabela 2: Relatórios disponibilizados conforme setor e porte

Setores	Grande	Médio	Micro	Pequeno	Total Setor
Alimentos	1				1
Borracha		1			1
Equipamentos		3	3	3	9
Metalmecânica		5		9	14
Moveleiro		2	1	4	7
Total Geral	1	11	4	16	32

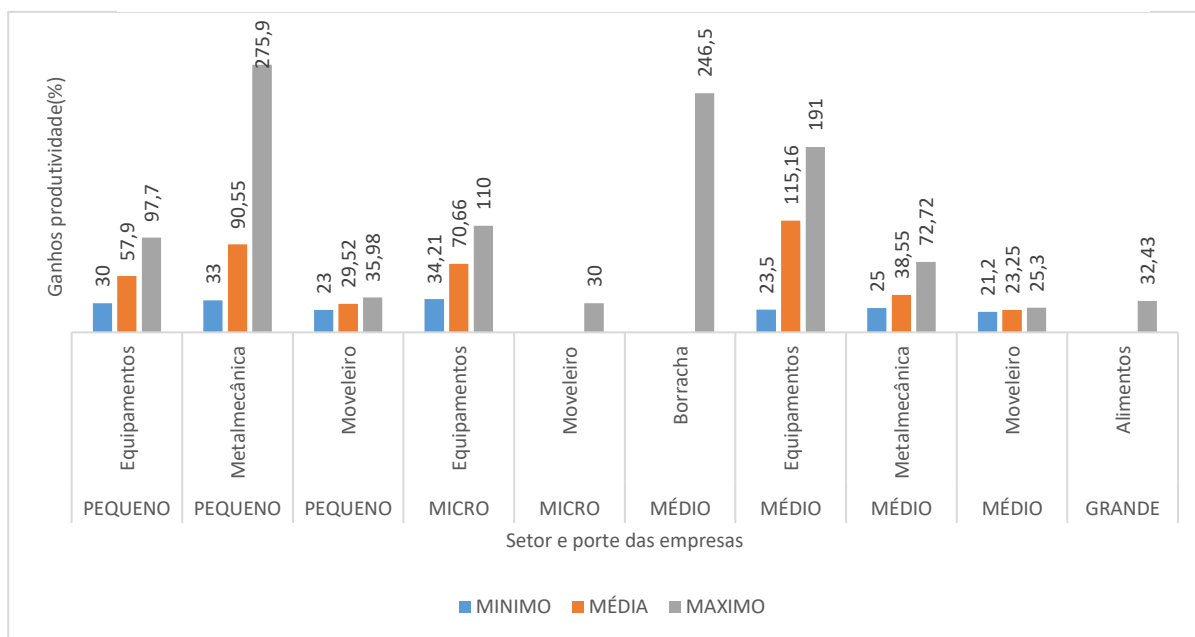
Fonte: Autor

A maior parte dos relatórios analisados são de empresas de pequeno e médio porte e pertencentes aos setores metalmecânica, equipamentos e moveleiro, respectivamente.

3.2.1 Ganhos de produtividade alcançados pelas empresas da amostra

A figura 7 apresenta os resultados na amostra analisada. Os ganhos máximos variaram entre 25,3%, auferido em uma empresa de médio porte do setor moveleiro, e 275,9% em empresa de pequeno porte do setor metalmeccânica.

Figura 7: Ganhos de produtividade alcançados: Empresas segmentadas por setor e porte.



Fonte: Autor

Os ganhos médios variaram entre 23,25%, auferido em uma empresa de médio porte do setor moveleiro, e 115,16% em empresa de médio porte do setor de equipamentos.

3.2.2 Ferramentas Lean Manufacturing aplicadas nos 32 relatórios

Os relatórios finais emitidos para cada empresa ao final do programa resumem o evento *Kaizen* de forma sucinta destacando apenas 7 ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* abordadas na seção 1.3. As 7 ferramentas que aparecem em destaque nos relatórios são: Mapa de fluxo de valor, troca rápida de ferramenta, fluxo contínuo, trabalho padronizado, produção puxada, qualidade na fonte e 5S. As ferramentas *Heijunka*, *Genchi Genbutsu*, *Kanban*, *Poka-yoke*, TPM são aplicadas como ferramentas de suporte às ferramentas destacadas, porém não são mencionadas explicitamente.

3.2.3 Considerações sobre as ferramentas aplicadas

A realização dos eventos *Kaizen* nas 32 empresas analisadas utilizaram basicamente 7 ferramentas e técnicas que aparecem em destaque em conjunto com outras ferramentas e técnicas que são utilizadas, porém não são destacadas, mas são intrínsecas e indispensáveis para aplicação das 7 ferramentas em destaque. As ferramentas não destacadas são: *Genchi Genbutsu*, *Heijunka*, *poka-yoke* e *Kanban*.

O mapa de fluxo de valor foi aplicado em todos os 32 casos. Isto mostra na prática a importância que esta ferramenta tem para o levantamento das condições do processo produtivo e para identificar onde deverão ser tomadas as ações para redução de desperdícios. Essa constatação ratifica as ideias de Rother & Shook (2012) no sentido de que o mapeamento permite visualizar mais do que simplesmente os processos individuais, permite enxergar o fluxo como um todo, identificar fontes dos desperdícios, tornar visíveis as decisões sobre o fluxo, de modo que possam ser discutidas e mostrar a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material. Ressalta-se que é imprescindível para a construção do mapa de fluxo de valor ter aplicação conjunta com o conceito de genchi genbutsu.

O fluxo contínuo, aplicado em 24 casos, foi a segunda técnica mais utilizada o que leva a inferir que a falta de sincronização entre processos e desbalanceamento da produção é uma situação recorrente especialmente nas empresas de pequeno porte e microempresas dos setores da metalmecânica e equipamentos da amostra analisada. A aplicação da técnica fluxo contínuo está intrinsecamente ligada a aplicação da técnica Heijunka.

A Troca Rápida de Ferramenta (TRF ou SMED) foi aplicada em 17 casos analisados sinalizando o tempo de *setup* de máquinas como uma das principais fontes de atividades que não agregam valor nas empresas de médio porte e pequeno porte dos setores moveleiro, equipamentos e metalmecânica. Inerente a aplicação da TRF são aplicadas as ferramentas 5S e trabalho padronizado.

A ferramenta 5S foi aplicada em 13 casos, apontando que organização, padronização e limpeza são fatores de relevância diretamente ligados a produtividade. A aplicação dessa ferramenta se concentrou em micro e pequenas empresas do setor moveleiro e metalmecânica. Cabe ressaltar que a ferramenta 5S é usada de forma conjunta com a ferramenta TRF, uma vez que os sentidos de utilização, organização ou arrumação, limpeza e padronização são intrínsecos a aplicação da ferramenta TRF.

O trabalho padronizado foi utilizado em 13 empresas de médio e pequeno porte dos setores equipamentos e metalmecânica, apontando a necessidade do estabelecimento de procedimentos operacionais padronizados para minimizar desperdícios e melhorar o rendimento de homens e máquinas. Vale destacar que a ferramenta trabalho padronizado faz parte do procedimento para aplicação da ferramenta TRF.

A ferramenta qualidade na fonte foi aplicada em 4 empresas de médio e pequeno porte dos setores moveleiro e metalmecânica. Mesmo sendo um número bem inferior em relação as outras ferramentas aplicadas, ainda é representativo, visto que o problema com qualidade implica em perdas para todos os outros processos subsequentes.

A produção puxada foi implementada em 3 empresas de médio e pequeno porte do setor moveleiro e equipamentos para viabilizar a diminuição de estoques intermediários e minimizar

perdas por superprodução. Destaca-se aqui o ponto que para a implementação de uma produção puxada demanda-se obrigatoriamente a aplicação conjunta das ferramentas e técnicas Heijunka Kanban e fluxo contínuo.

3.3 Sustentação dos resultados alcançados

Essa seção faz uma análise comparativa do indicador de produtividade de 8 empresas que participaram do programa, tendo como base de tempo três datas: antes da intervenção do programa com aplicação do evento *Kaizen*, pós implementação das melhorias e uma data recente durante a produção deste trabalho.

Os dados atuais foram levantados em visitas realizadas nas empresas onde os responsáveis diretos pelos processos foram entrevistados.

3.3.1 Empresa 1

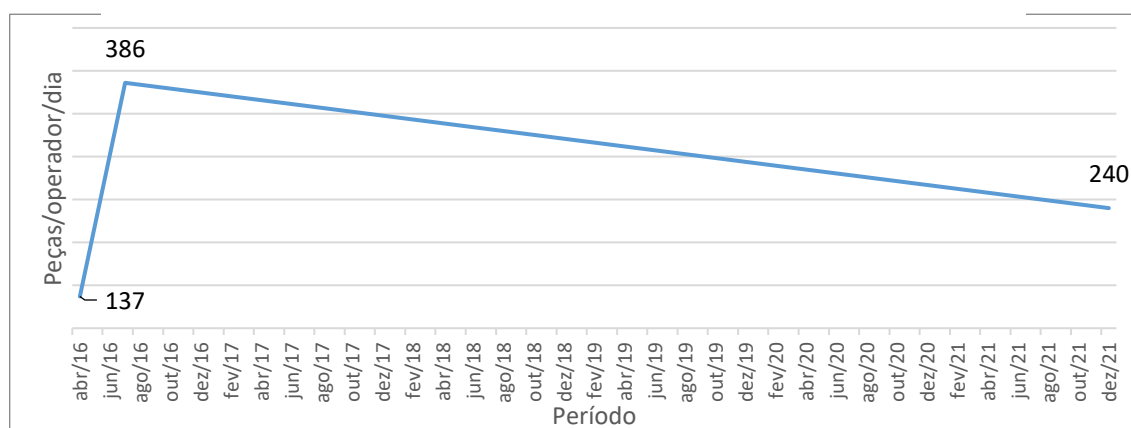
Empresa nacional de pequeno porte, do setor metalmeccânico, fundada em 1957 e localizada no bairro da Vila Alpina, São Paulo - SP. A empresa fabrica fechaduras e cadeados para diversos segmentos como movelaria, construção civil, automotiva e elétrica.

Esta empresa realizou o programa no período de março de 2016 a julho de 2016 e o aumento de produtividade alcançado foi de 181,7%. A quantidade de peças passou de 137 peças/operador/dia para 386 peças/operador/dia.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento *Kaizen* :Mapa de fluxo de valor; Fluxo contínuo; Trabalho padronizado;5s

Em dezembro de 2021, a empresa reporta produtividade de 240 peças/operador/dia o que equivale a uma perda de produtividade de 60,8% em relação ao melhor resultado atingido e um ganho de 75,2% em relação ao resultado antes da intervenção do evento *Kaizen*. Ver figura 8.

Figura 8: Produtividade empresa 1 - Período de 03/2016 a 12/2021



Fonte: autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Das seis pessoas da equipe que trabalhou no *Kaizen*, apenas uma continua na empresa envolvida com pequenas ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários aumentaram moderadamente;
- A organização dos setores não foi mantida sinalizando a necessidade de nova reorganização;
- Os processos que foram padronizados não foram mantidos;
- Não existem ações e ou treinamentos para manutenção da cultura de melhoria contínua;
- Não há apoio da alta gestão para a manutenção e promoção de eventos Kaizen.

3.3.2 Empresa 2

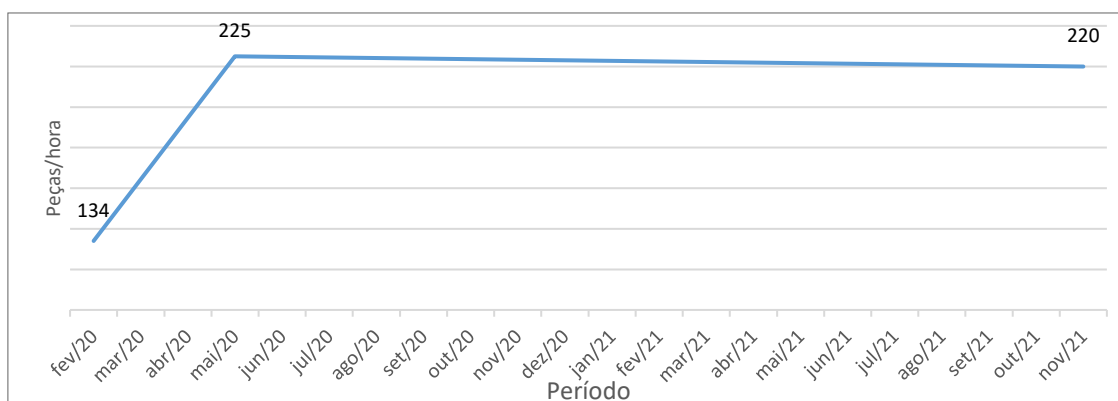
Empresa nacional de pequeno porte, do setor metalmeccânico, fundada em 1999 e localizada no bairro da Mooca, São Paulo - SP. A empresa trabalha com fabricação de calhas, rufos, telhas metálicas e tapumes metálicos.

Esta empresa realizou o programa no período de fevereiro de 2020 a maio de 2020 e o aumento de produtividade alcançado foi de 67,91%. A quantidade de peças produzidas passou de 134 peças/dias para 225 peças/dia.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento *Kaizen*: Mapa de fluxo de valor; Fluxo contínuo; Trabalho padronizado;5s.

Em novembro de 2021 a empresa reporta produtividade de 220 peças/dia o que equivale a uma pequena perda de produtividade de 2,2% em relação ao melhor resultado atingido e um ganho de 64,2% em relação ao resultado antes da intervenção do evento *Kaizen*. Ver figura 9.

Figura 9: Produtividade empresa 2 - Período de 02/2020 a 11/2021



Fonte: Autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Das quatro pessoas da equipe que trabalhou no *Kaizen*, três continuam na empresa envolvidas com ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários mantiveram-se nos níveis após realização do *Kaizen*;
- A organização dos setores foi mantida;
- Os processos que foram padronizados foram mantidos;
- Existem ações e treinamentos para manutenção da cultura de melhoria contínua. Essas ações incluem auditorias internas, comunicações visuais sobre qualidade e política de desenvolvimento profissional funcionários;
- Alta gestão apoia a manutenção e promoção de eventos *Kaizen*.

3.3.3 Empresa 3

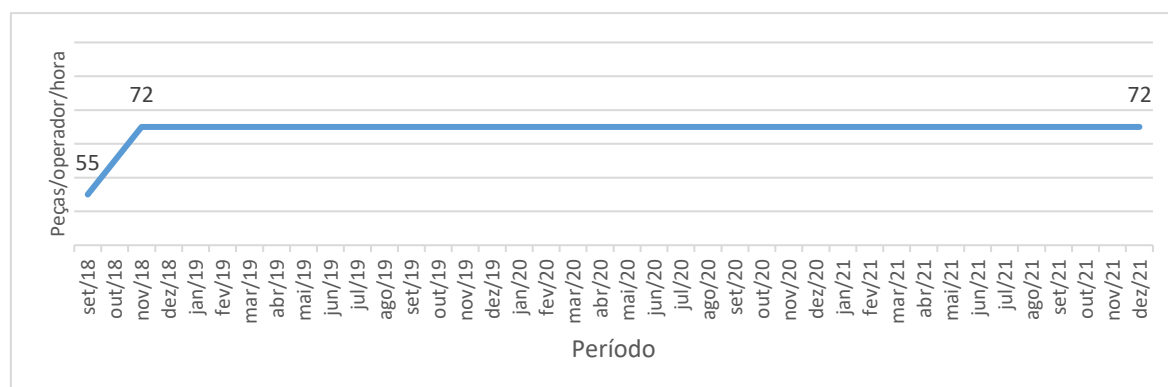
Empresa nacional de médio porte, do setor metalmeccânico, fundada em 1972 e localizada no bairro Vila Independência, São Paulo - SP. A empresa trabalha com trefilação de tubos de precisão, com e sem costura nos diâmetros de 10 a 75 mm, espessuras de 1 a 5,5 mm e comprimentos de 3 metros a 7 metros.

Esta empresa realizou o programa no período de setembro de 2018 a dezembro de 2018 e o aumento de produtividade alcançado foi de 31,54%. A produção passou de 55 peças/homem/hora para 72 peças/homem/hora.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento *Kaizen*: Mapa de fluxo de valor; Troca Rápida de Ferramenta – TRF; Trabalho padronizado.

Em dezembro de 2021 a empresa reporta produtividade de 72 peças/homem/hora, mantendo o resultado alcançado logo após o *Kaizen*. Ver figura 10.

Figura 10: Produtividade empresa 3 - Período de 09/2018 a 12/2021



Fonte: Autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Todas as seis pessoas da equipe que trabalhou no *Kaizen* continuam na empresa envolvidas com ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários mantiveram-se nos níveis após realização do *Kaizen*;
- A organização dos setores foi mantida;
- Os processos que foram padronizados foram mantidos;
- Existem ações e ou treinamentos para manutenção da cultura de melhoria contínua. Essas ações incluem auditorias internas, monitoramento de produtividade e comunicações visuais sobre melhoria contínua.
- Alta gestão apoia a manutenção e promoção de eventos *Kaizen*.

3.3.4 Empresa 4

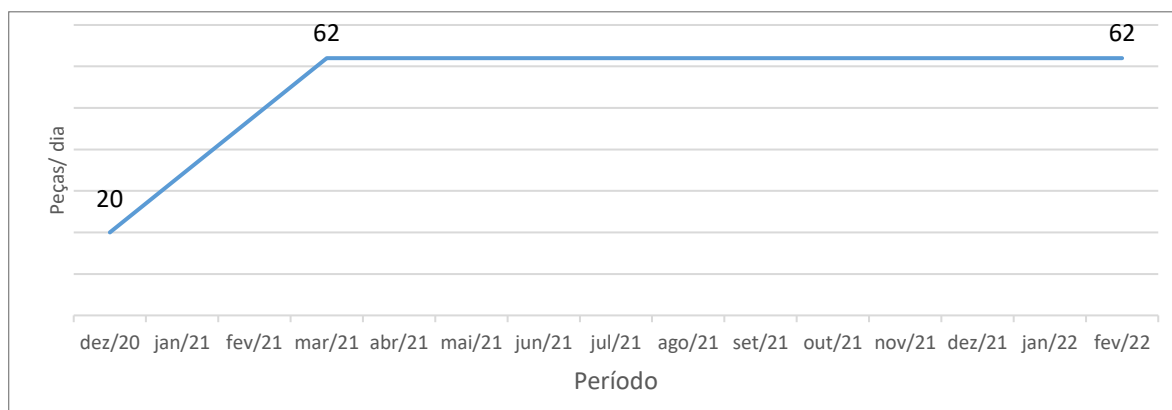
Empresa nacional de médio porte, do setor de borracha, fundada em 1952 e localizada na cidade de São Bernardo do Campo - SP. A empresa trabalha com a fabricação de artefatos de borracha para atender os segmentos de saneamento, bombas, irrigação, mineração, tratamento de água e efluentes, petróleo e gás, máquinas e equipamentos e setor automotivo.

Esta empresa realizou o programa no período de dezembro de 2020 a março de 2021 e o aumento de produtividade alcançado foi de 210%. A produção passou de 20 peças/dia para 62 peças/dia.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento *Kaizen*: Mapa de fluxo de valor; Fluxo contínuo; Produção Puxada; Trabalho padronizado; Qualidade na fonte

Em fevereiro de 2022 a empresa reporta produtividade de 62 peças/dia, mantendo o resultado alcançado logo após o do evento *Kaizen*. Ver figura 11.

Figura 11: Produtividade empresa 4 - Período de 12/2020 a 02/2022



Fonte: Autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Todas as três pessoas da equipe que trabalhou no *Kaizen* continuam na empresa envolvidas com ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários mantiveram-se nos níveis após realização do *Kaizen*;
- A organização dos setores foi mantida;
- Os processos que foram padronizados foram mantidos;
- Existem ações e ou treinamentos para manutenção da cultura de melhoria contínua. A empresa está realizando outro evento *Kaizen* no setor de rebarbação.
- Alta gestão apoia a manutenção e promoção de eventos *Kaizen*.

3.3.5 Empresa 5

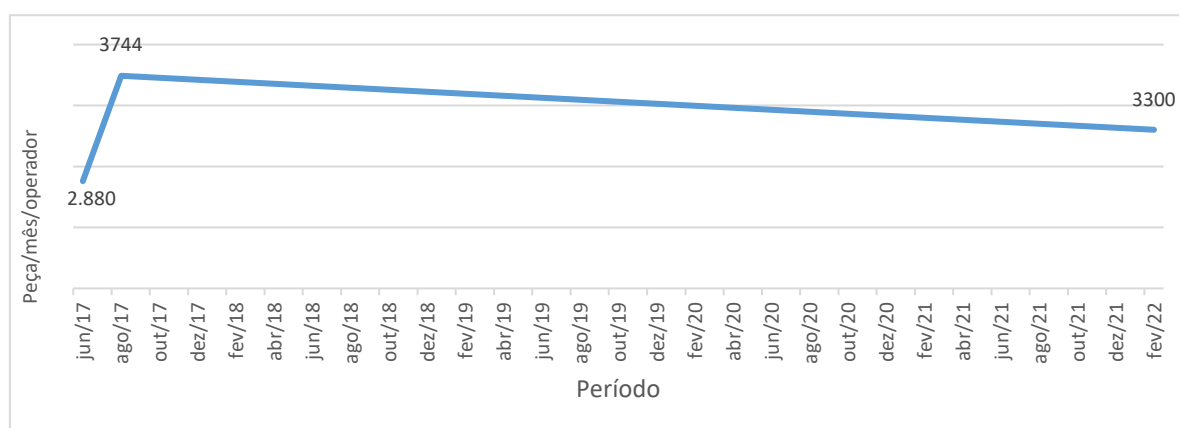
Empresa nacional de pequeno porte, do setor metalmeccânico, fundada em 1994 e localizada na cidade de Mogi das Cruzes-SP. A empresa é especializada na fabricação de baterias de grande porte para tração de veículos elétricos com capacidades e medidas variadas.

Esta empresa realizou o programa no período de junho de 2017 a agosto de 2017 e o aumento de produtividade alcançado foi de 30%. A produção passou de 2880 peças/mês/operador para 3744 peças/mês/operador.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento *Kaizen*: Mapa de fluxo de valor; Fluxo contínuo; Trabalho padronizado.

Em fevereiro de 2022 a empresa reporta produtividade de 3300 peças/mês/operador o que equivale a uma diminuição na produção de 13,5% em relação ao melhor resultado atingido e um ganho de 14,6% em relação ao resultado antes do evento *Kaizen*. A empresa esclarece que a diminuição da produção é resultado de ajuste na demanda e não devido a perda de produtividade. Ver figura 12.

Figura 12: Produtividade empresa 5 - Período de 06/2017 a 02/2022



Fonte: Autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Das quatro pessoas da equipe que trabalhou no *Kaizen* duas continuam na empresa envolvidas com ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários mantiveram-se nos níveis após realização do *Kaizen*;
- A organização dos setores não manteve os mesmos níveis do pós-kaizen, mas está em nível aceitável não caracterizando ainda perda de organização;
- A maioria dos processos que foram padronizados foram mantidos;
- Existem ações pontuais de manutenção da cultura de melhoria contínua. Essas ações incluem indicadores de produção e ajustes da produção conforme variação de demanda com vistas a não aumento de estoque de produtos acabados;
- Alta gestão apoia ações para manutenção das melhorias obtidas com o evento *Kaizen*.

3.3.6 Empresa 6

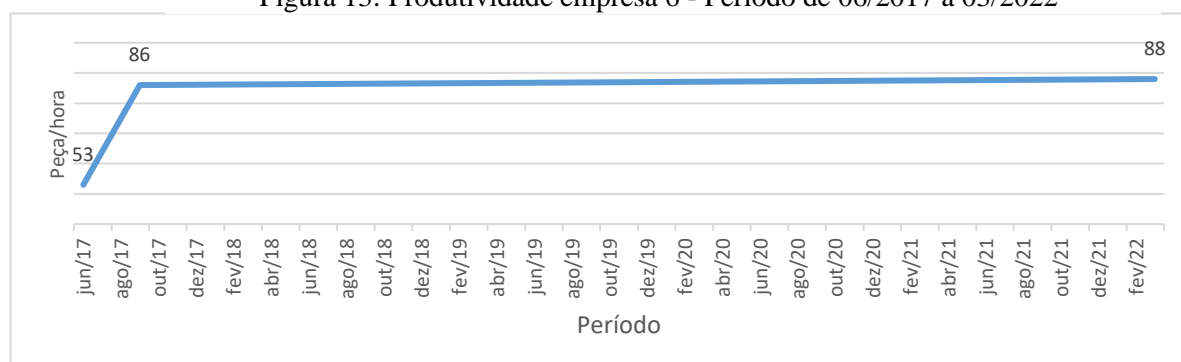
Empresa nacional de pequeno porte, do setor metalmeccânico, fundada em 2002 e localizada na cidade de Mogi das Cruzes-SP. A empresa fabrica itens para escoamento de água como grelhas, portas-grelhas, ralos, tampas e outros produtos em alumínio fundido, nos acabamentos martelado, polido, escovado, cromado e coloridos com pintura eletroestática.

Esta empresa realizou o programa no período de junho de 2017 a setembro de 2017 e o aumento de produtividade alcançado foi de 62,3%. A produção passou de 53 peças/hora para 86 peças/hora.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento *Kaizen*: Mapa de fluxo de valor; Fluxo contínuo; Produção Puxada.

Em março de 2022 a empresa reporta produtividade de 88 peças/hora o que equivale a um pequeno aumento de produtividade de 2,3% em relação ao melhor resultado atingido e um ganho de 66% em relação ao resultado antes do evento *Kaizen*. Ver figura 13.

Figura 13: Produtividade empresa 6 - Período de 06/2017 a 03/2022



Fonte: Autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Das quatro pessoas da equipe que trabalhou no *Kaizen* três continuam na empresa envolvidas com ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários mantiveram-se nos níveis após realização do *Kaizen*;
- O nível de organização dos setores caiu apontando para uma necessidade breve de reorganização;
- Os maioria dos processos que foram padronizados foram mantidos;
- Existem ações pontuais de manutenção da cultura de melhoria contínua como controle do fluxo contínuo para manter estoques intermediários em níveis baixos;
- Alta gestão apoia ações para melhoria dos processos e controle de produção e estimula ações pontuais que não acarretem em gastos.

3.3.7 Empresa 7

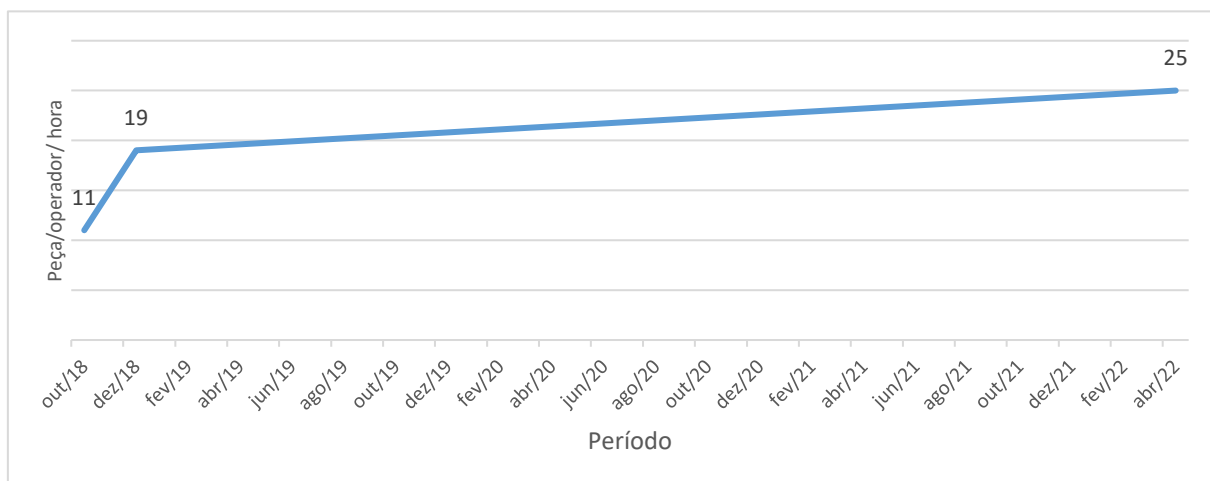
Empresa nacional de médio porte, do setor metalmeccânico, fundada em 1956 e localizada no bairro de Itaquera, São Paulo - SP. A empresa fabrica produtos sanitários, de metal e plástico, destinados às instalações hidráulicas para construção civil como torneiras, sifões, duchas, válvulas, grelhas e demais acessórios para o segmento.

Esta empresa realizou o programa no período de outubro de 2018 a dezembro de 2018 e o aumento de produtividade alcançado foi de 72,7%. A produção passou de 11 peças/operador/hora para 19 peças/operador/hora.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento *Kaizen*: Mapa de fluxo de valor; Fluxo contínuo; Produção puxada.

Em abril de 2022 a empresa reporta produtividade de 25 peças/operadora/hora o que equivale a um aumento de produtividade de 24% em relação ao resultado atingido pós-kaizen e um ganho de 127,3% em relação ao resultado antes do evento *Kaizen*. Ver figura 14.

Figura 14: Produtividade empresa 7 - Período de 09/2018 a



Fonte: Autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Das quatro pessoas da equipe que trabalhou no Kaizen, as quatro continuam na empresa envolvidas com ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários diminuíram significativamente em relação aos níveis após realização do Kaizen;
- O nível de organização foi melhorado;
- Os processos que foram padronizados foram mantidos;
- Existem ações para manutenção da cultura de melhoria contínua como: *Kaizen* em outros setores, monitoramento de produtividade, 5S periódicos e aplicação de ciclo PDCA.
- Alta gestão está diretamente envolvida em ações para melhoria e combate a desperdícios.

3.3.8 Empresa 8

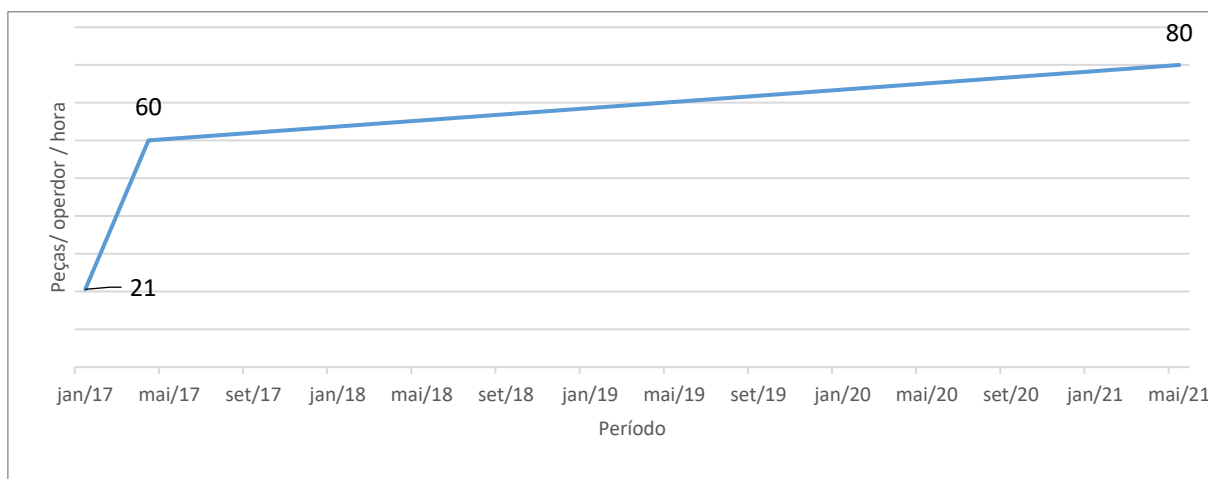
Empresa nacional de médio porte, do setor metalmeccânico, fundada em 1991 e localizada na cidade de Mogi das Cruzes - SP. A empresa é especializada na fabricação de peças metálicas estampadas e peças termoplásticas injetadas para o mercado em geral e para o setor automotivo.

Esta empresa realizou o programa no período de janeiro de 2017 a abril de 2017 e o aumento de produtividade alcançado foi de 191,3%. A produção passou de 21 peças/operador/hora para 60 peças/operador/hora.

Nesta empresa foram aplicadas as seguintes ferramentas e técnicas do *Lean Manufacturing* durante o evento Kaizen: Mapa de fluxo de valor ;Troca Rápida de Ferramenta; Fluxo contínuo; Trabalho padronizado.

Em maio de 2022 a empresa reporta produtividade de 80 peças/operadora/hora o que equivale a um aumento de produtividade de 33,3% em relação ao resultado atingido pós-kaizen e um ganho de 288,3% em relação ao resultado antes do evento *Kaizen*. Ver figura 15.

Figura15: Produtividade empresa 8 - Período de 01/2017 a 05/2022



Fonte: Autor

Na visita de acompanhamento nesta empresa foram observados os seguintes pontos:

- Das cinco pessoas da equipe que trabalhou no Kaizen, três continuam na empresa envolvidas com ações voltadas a manutenção das práticas implementadas;
- Os níveis de estoques intermediários foram reduzidos em relação aos níveis após realização do Kaizen;
- O nível de organização foi melhorado;
- Os processos que foram padronizados foram mantidos;
- Existem ações para manutenção da cultura de melhoria contínua como: *Kaizen* em outros setores, monitoramento de produtividade, auditorias 5S e aplicação de ciclo PDCA.
- Alta gestão incentiva fortemente e acompanha ações para melhoria contínua e combate a desperdícios.

4 CONTRIBUIÇÕES PARA SOCIEDADE

Os dados apresentados neste relatório demonstram que a realização de eventos Kaizen como meio para aplicação de conceitos de Lean Manufacturing no chão de fábrica resultam em ganhos de produtividade relevantes. Dessa forma as amostras analisadas são exemplos e constatações empíricas que indicam um caminho viável a ser explorado por mais empresas que almejam aumentar sua competitividade.

Ao considerar a importância do cenário industrial do estado de São Paulo com vultosa quantidade de indústrias de transformação em operação e que geram quase 3 milhões de empregos diretos é crível ponderar que a promoção de eventos Kaizen por mais empresas pode ainda ter um impacto positivo importante para sociedade ao refletir diretamente no desenvolvimento econômico local.

Quanto sustentação dos resultados alcançados nas 8 empresas revisitadas verificou-se que apenas uma das empresas reportou uma perda de produtividade considerável de 60,8% em relação ao melhor resultado atingido após as intervenções no sistema produtivo. Esse exemplo chama atenção para a necessidade de ações que fomentem o comprometimento de todos envolvidos no combate aos desperdícios, dado que aparentemente a perda de produtividade reportada pode estar correlacionada com as seguintes questões apontadas na visita de acompanhamento: Dissolução da equipe que participou do Kaizen e ausência de ações para manutenção da cultura de melhoria contínua além de falta de apoio da alta administração.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. CONCLA. IBGE (org.). **Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE. 2020**. Disponível em: <https://cnae.ibge.gov.br/classificacoes/por-tema/atividades-economicas/classificacao-nacional-de-ati>. Acesso em: 17 jun. 2020.
- CNI (Brasil). Confederação Nacional da Indústria (org.). **Perfil da indústria no estado de São Paulo. 2020**. Disponível em: <http://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/sp>. Acesso em: 01 mar. 2022.
- GARZA-REYES, J. A. et al. The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. **International Journal of Production Economics**, V.200, n. , p.170 -180, 30 jun. 2018.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª Ed. Brasil: Atlas, 2017
- IMAI, M. **Gemba Kaizen**: uma abordagem de bom senso à estratégia de melhoria contínua. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- LAGE JUNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. Variations of the kanban system:Literature review and classification. **International Journal of Production Economics**, v. 125, n. 1, p. 13–21, 1 maio 2010.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota**: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo. São Paulo: Bookman, 2005.
- NAKAJIMA, S. **Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)**, Productivity Press, Cambridge, MA, 1989.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OLIVEIRA, R. DE F. et al. Estudo de caso: identificação de desperdícios em um sistema produtivo e proposta de melhorias com aplicação dos conceitos de Lean Manufacturing em uma empresa de usinagem. **Anais do XVI Simpósio dos Programas de Mestrado Profissional**, v. 1, n. 16, p. 712–725, 25 nov. 2021.
- PEINADO J.; GRAEML A. R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Unicesp: Curitiba, 2007.
- PIAIA, M. L. Modelo de avaliação da maturidade da implementação do Lean Manufacturing com utilização de uma abordagem multicritério linguística. 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, 2019.

RANDHAWA, J. S.; AHUJA, I. S. 5S – A quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 34, n. 3, p. 334–361, 1 jan. 2017.

ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta. Rio de Janeiro. Lean Institute Brasil, 2003.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando o Fluxo Contínuo**: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

SAURIN, T. A.; RIBEIRO, J. L. D.; VIDOR, G. A framework for assessing poka-yoke devices. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 31, n. 3, p. 358–366, jul. 2012.

SHINGO, S. Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: Uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 1ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, C.C.M. et al. Aplicação de ferramentas da manufatura enxuta: um estudo de caso em uma fábrica de colchões. **JOURNAL OF LEAN SYSTEMS**, 2019, Vol. 4, Nº 1, pp. 87-104, 06 mar. 2019

UNGAN, M. C. Standardization through process documentation. **Business Process Management Journal**, v. 12, n. 2, p. 135–148, 1 jan. 2006.

WOMACK, J. P. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Gulf Professional Publishing, 2004.

ANEXO 1
DETALHAMENTO DO PRODUTO (CAPES)
RELATÓRIO TÉCNICO CONCLUSIVO

Organização: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS)

PPG: Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos

Autores:

Aluno: Ronald de Freitas Oliveira

Professor Orientador: Alexandre Formigoni

Dissertação vinculada: Impactos da implantação dos conceitos de Lean Manufacturing na indústria: avaliação dos resultados do programa de incentivo a competitividade da indústria paulista no período de 2016 a 2021.

Data da defesa: 30/06/2022

Setor beneficiado com o projeto de pesquisa, realizado no âmbito do PPG:
Indústrias de transformação.

A produção técnica é constituída pelo próprio produto?

Sim

Não. Qual o grau contribuição diretamente aplicada ao produto:

Excepcional; Incremental; Residual

Descrição do produto e finalidade: Este relatório técnico apresenta constatações empíricas que demonstram uma relação direta entre a realização de eventos Kaizen para a implantação de conceitos de Lean Manufacturing e ganhos relevantes de produtividade. O relatório tem como finalidade industriais expor os ganhos obtidos de produtividade e apresentar as técnicas e ferramentas de Lean Manufacturing utilizadas em uma amostra composta por 369 empresas de micro, pequeno, médio e grande porte de 9 diferentes setores

Avanços tecnológicos / grau de novidade:

Produção com alto teor inovativo: Desenvolvimento com base em conhecimento inédito;

Produção com médio teor inovativo: Combinação de conhecimentos pré-estabelecidos;

Produção com baixo teor inovativo: Adaptação de conhecimento existente;

Produção sem inovação aparente: Produção técnica.

Conexão com a Pesquisa:

PPG: Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos

Projeto de pesquisa vinculado à produção: Otimização da Produção e Operações

Linha de pesquisa vinculada à produção: Gestão de produção e operações

Projeto isolado, sem vínculo com o PPG

Conexão com a produção científica

Título: Estudo de multicasos sobre os resultados obtidos em programa de incentivo a competitividade da indústria paulista.

Evento: SIMPEP XVII – Simpósio de engenharia de produção

Anais: ISSN 1809-7189 – novembro de 2020.

Título: Estudo de caso: identificação de desperdícios em um sistema produtivo e proposta de melhorias com aplicação dos conceitos de Lean Manufacturing em uma empresa de usinagem.

Evento: XVI Simpósio dos Programas de Mestrado Profissional

Anais: ISSN: 2675-8474 - novembro de 2021.

Aplicabilidade da Produção Tecnológica

Descrição da Abrangência realizada: O estudo analisou os resultados decorrentes da implementação de ferramentas e técnicas de Lean Manufacturing em 369 empresas do estado de São Paulo de micro, pequeno, médio e grande porte dos setores de alimentos, borracha, calçados, equipamentos, madeira, material elétrico, metalmecânica, moveleiro e vestuário.

Descrição da Abrangência potencial: As contatações empíricas do estudo indica um possível caminho viável a ser explorado por mais empresas que almejam aumentar sua competitividade por meio de ações sistemáticas de melhorias em seus sistemas produtivos.

Descrição da Replicabilidade: O estudo pode ser replicado em outras outras amostras maiores ou menores que abranjam empresas de outras regiões e outros setores.