

UMA PROPOSTA DE REDUÇÃO DE REFUGO PARA MELHORIAS NO PROCESSO DE FUNDIÇÃO POR MEIO DO *LEAN MANUFACTURING*: UM ESTUDO DE CASO

Abimael Melo Versoza¹

Maria Mikaela Melo de Freitas²

Paola Souto Campos³

Resumo

O presente artigo teve como proposta analisar como a aplicabilidade da metodologia do sistema *Lean Manufacturing* pode gerar melhorias no processo de fundição a partir da redução no refugo em uma empresa do ramo automotivo responsável pela fabricação de peças para veículos de duas e quatro rodas na cidade de Manaus. Este estudo foi estruturado a partir da escolha de duas tipologias de pesquisa: pesquisa bibliográfica e pesquisa exploratória. A definição da empresa como objeto de estudo deu-se pela aproximação na pesquisa, bem como a proximidade do processo analisado, o que facilitou a coleta, levantamento, análise e avaliação dos dados para a execução da pesquisa. Os resultados da pesquisa demonstraram que, a partir do mapeamento realizado no plano de melhoria no processo de fundição, alguns parâmetros expostos apresentaram uma melhoria significativa em comparação a situação atual e a situação futura pautada no sistema enxuto.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*, Processo, Melhorias, Refugo.

Abstract

The present article had as proposal to analyze how the applicability of the methodology of the Lean Manufacturing system can generate improvements in the foundry process from the reduction in the refuse in a company of the automotive branch responsible for the manufacture of parts for vehicles of two and four wheels in the city of Manaus. This study was structured based on the choice of two types of research: bibliographic research and exploratory research. The definition of the company as an object of study was due to the approach in the research, as well as the proximity of the analyzed process, which facilitated the collection, survey, analysis and evaluation of the data for the execution of the research. The results of the research showed that, from the mapping performed in the improvement plan in the casting process, some exposed parameters presented a significant improvement compared to the current situation and the future situation based on the lean system.

Keywords: Lean Manufacturing, Process, Improvements, Scrap.

¹ Graduando em Engenharia de Produção no Centro Universitário do Norte – UNINORTE. E-mail: abimaelvsm@gmail.com

² Graduanda em Engenharia de Produção no Centro Universitário do Norte – UNINORTE. E-mail: maria.freitas@tpv-tech.com

³ Doutora em Diversidade Biológica – Universidade Federal do Amazonas - UFAM. E-mail: pscampos@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Em meio a uma realidade de mercado que tem por base a produção como fator de ganho e competitividade, entende-se que uma das razões principais para que uma empresa se sustente no mercado é o grau de relação entre o desperdício x produção que ela gera ao fabricar o seu produto e garantir o seu serviço. Nesse aspecto, compreende-se que a redução na eliminação de falhas é um fator crucial quando se aborda o grau de competitividade e produtividade que uma empresa obtém diante da sua concorrência.

A pesquisa observou como aspecto motivacional a ineficiência da produtividade a partir dos problemas observados durante o processo de fundição. Diante do cenário observado na empresa, optou-se por analisar os principais gargalos gerados no processo de fundição: Porosidade; Juntas frias; Rechupe; Bolhas e Fissura.

Assim sendo, é relevante enfatizar a necessidade das empresas de aumentarem a sua produtividade e, conseqüentemente, gerar maior competitividade no mercado. Por isso, o foco na qualidade de gestão e na diminuição dos desperdícios na produção precisa ser cuidadosamente observado pela gerência da empresa. Desse modo, a melhoria dos processos só serão otimizadas a partir da compreensão de que o uso da metodologia *Lean* pode gerar resultados à longo prazo para a empresa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção tem como ideia central a promoção de um fluxo harmônico dos materiais entre os postos de trabalho, a fim de propiciar uma filosofia de trabalho que permita uma comunicação mais eficiente em um ambiente produtivo (SHINGO, 1996). Essa concepção sobre um modo de produção e trabalho mais objetivo e com a menor incidência possível de ações externas, trouxe ao Sistema Toyota de Produção a denominação de Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing*.

O *Just in time*, ou mais popularmente conhecido como o sistema *kanban*, é um dos modelos mais utilizados em sistemas de produção que buscam a eficiência na gestão do processo produtivo, de modo a focar no alinhamento da operação com uma metodologia denominada de “sistema de puxar”. A filosofia adotada pela metodologia do *Just in time* pretende otimizar o sistema produtivo a partir da adoção de um controle sequencial do sistema produtivo.

No período da 2ª Guerra Mundial, no Japão, houve o surgimento de uma necessidade latente de retomar o investimento na produção industrial com o objetivo de reerguer a economia do país. Nesse cenário, é importante conhecer o papel da Toyota Motor Company como uma empresa que surgiu com uma proposta de filosofia de trabalho que visava buscar uma produtividade de melhor qualidade, eficiente e de acordo com a demanda do mercado (OHNO, 1997).

Liker (2005) analisa que a produção realizada na Toyota tinha como característica a produção realizada por método de demanda, ou seja, a fabricação de pequenos volumes de uma determinada peça para montagem de produto, em uma mesma linha de montagem, com base em uma demanda específica. Esse *modus operandi* impactou a área da produção na época, pois grande parte das empresas ainda operava conforme uma demanda geral, sem se importar com um controle eficiente do estoque.

Com o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção houve o surgimento de ferramentas de produção para facilitar a operacionalização nesse modelo de trabalho. Dentre elas, a principal foi o *Just in Time* (JIT), que significa uma ferramenta com a proposta de produzir em tempo certo. A ideia do JIT surgiu para otimizar a filosofia toyotista de garantir uma produção eficiente com base na proposta de eliminar desperdícios (OHNO, 1997).

Outra ferramenta na filosofia de trabalho toyotista, que junto ao JIT, funcionam como ferramentas de redução na eliminação de desperdícios e otimização de produção é o *Jidoka*. Ghinato (2010) diz que o termo *Jidoka* automatização com toque humano, ou seja, na filosofia *Lean* a aplicação do *Jidoka* tem por objetivo fornecer à operação nas máquinas a capacidade de detectar condições anormais de trabalho.

A figura 1 apresenta a estrutura do Sistema Toyota de Produção:



Figura 1 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção

Fonte: Ghinato (2010)

O método do JIT tem a função de reduzir o tempo de fabricação, com o intuito de deixar o controle de estoque mais eficiente, buscando trabalhar somente com o material necessário, ou seja, de acordo com a demanda de mercado (MAXIMIANO, 2005). A metodologia do JIT junto à aplicação do *Judoka* permite que, de modo geral, haja uma prevenção do surgimento de defeitos e falhas no processo a fim de garantir que a empresa tenha um melhor aproveitamento dos seus recursos.

O conceito de produção puxada tem como base a percepção da produção japonesa em desenvolver a sua produção com base em demandas específicas. Esse conceito é aplicado no JIT e tem como características principais: reposição pré-definida, fluxo contínuo e o método *talk time*. Ghinato (2010) conceitua o *talk time* como o tempo necessário para a produção completa de um produto conforme a demanda, ou seja, é um método diretamente ligado a metodologia de produção enxuta.

No toyotismo, a racionalização do processo de trabalho é o principal foco na divisão dos trabalhos e na execução das tarefas. O aspecto da liderança e a distribuição das tarefas são princípios da sistematização da forma de trabalho,

tendo em vista que a produção enxuta parte da distribuição de tarefas de forma coordenada, sistêmica e síncrona (GHINATO, 2010).

3. LEAN MANUFACTURING

Atualmente, as organizações estão cada vez mais centradas na busca pela qualidade no fornecimento de seus serviços e produtos, tendo em vista, principalmente, que o aumento da competitividade e a exigência das demandas obrigam a uma nova postura por parte delas (BARRETO, 2012).

Existe uma intensa necessidade de oferecer serviços e produtos com grande qualidade, pois a demanda passou a focar seus interesses nesse aspecto. A preocupação com a qualidade nas indústrias foi melhorada e esquematizada na década de 30 nos EUA, bem como na década de 40 no Japão. A partir da década de 50 iniciou-se a preocupação com a gestão da qualidade como filosofia-base para o surgimento de novos conceitos, estratégias, ações e estudos sobre a qualidade nos serviços e produtos nas organizações (SANTOS, GUIMARÃES, BRITO, 2013).

Carvalho e Paladini (2005) conceituam a gestão da qualidade como um conjunto de atividades coordenadas para dirigir, coordenar, traçar ações e controlar uma organização através de um planejamento voltado para a melhoria da qualidade. Essa concepção baseia-se nas ações em conjunto da organização, pois tem em vista que a gestão da qualidade depende da participação e colaboração de toda a equipe de trabalho.

Historicamente, o *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta, surgiu a partir da filosofia japonesa apresentada pela empresa Toyota com o engenheiro Taichi Ohno e o fundador da empresa, Toyoda Sakichi e o seu filho Toyoda Kiichiro. Eles perceberam que com a redução e a eliminação dos desperdícios em um determinado processo, geraria, também, a redução do tempo de produção e, conseqüentemente, o tempo de entrega ao cliente final. (REZENDE, 2015).

A filosofia da Manufatura Enxuta surgiu após a Segunda Guerra Mundial, dentro de um contexto de reconstrução econômica e social na qual o Japão estava inserido. Impulsionado pelo conceito de Henry Ford, de produção em

massa, o Sistema Toyota de Produção andou na contramão dessa filosofia, priorizando a qualidade na produção. Os autores James P. Womack e Daniel T. Jones denominaram essa filosofia de *Lean Manufacturing* no livro “A máquina que mudou o mundo” publicado em 1990 (SANTOS, GUIMARÃES, BRITO, 2013).

A Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing* é uma filosofia de produção alinhada na concepção de eliminar os desperdícios e transformar o tempo perdido em ações eficientes, visando atender a satisfação do cliente através da maximização da produtividade e efetividade dos processos (DIAS, 2006). Womack (1998) aponta que um dos principais objetivos da Manufatura Enxuta é tornar o trabalho mais satisfatório, buscando alinhar e otimizar a sequência de ações no processo produtivo, evitando ao máximo os desperdícios e agregando valor aos produtos, ou seja, transformar desperdício em valor.

Toledo (2002) o pensamento enxuto é uma vertente de produção que consiste na compreensão de que precisa haver mais produção, porém, com a menor utilização de recursos, além de aproximar-se do cliente através de uma produção que atenda as suas necessidades específicas, evitando assim o desperdício.

Dentro desse aspecto, a Manufatura Enxuta busca eliminar cada desperdício em atividades que não agregam valor ao produto, logo, correspondem a um aumento de valor no custo de produção do produto. Assim sendo, existem ferramentas de gestão da qualidade que são utilizadas para avaliar e implementar ações que reduzam e eliminam esses desperdícios para gerar maior eficiência e eficácia no processo de produção.

Milard (2001) conceitua o Mapa de Fluxo de Valor (MFV) como uma ferramenta que busca atingir a melhoria através de uma esquematização de ações que visam otimizar o desenvolvimento do processo produtivo. Assim sendo, é importante compreender que o MFV é a junção do mapeamento das ações (estruturação) com os fluxos (objetos de estudo do mapeamento).

Moreira e Fernandes (2001) estruturam a elaboração de um mapeamento de fluxo em 4 etapas: 1 – escolha da família de produtos para a realização do mapeamento; 2 – desenhar o estado atual da empresa, bem

como apresentar os processos, incluindo fornecedores, clientes e matéria-prima do processo; 3 – Desenhar o estado futuro, que é uma idealização da empresa a partir da eliminação dos desperdícios localizados durante o mapeamento; 4 – Escrever o plano de trabalho, divididos em objetivos e metas para atingir a etapa anterior.

Rother e Shook (2003) abordam o MFV como uma ferramenta essencial para o sistema de produção enxuta, pois além de enxugarem os desperdícios durante o processo, é uma ferramenta que planeja, gerencia e executa mudanças que direcionam a realização das tomadas de decisões, ou seja, absorve uma grande relevância na gestão sustentável da empresa, pois opera visando a melhoria contínua dos processos.

Assim sendo, compreender o MFV como uma ferramenta de gestão, que busca a melhoria contínua nos processos, é fundamental para otimizar as operações e os processos em uma empresa, tendo em vista que a eliminação dos desperdícios gera aumento na produtividade e redução nos custos operacionais e de mão de obra.

4. MATERIAL E MÉTODO

Este estudo foi estruturado a partir da escolha de duas tipologias de pesquisa: pesquisa bibliográfica e pesquisa exploratória.

Segundo Gil (2008) a pesquisa bibliográfica tem por base a consulta de materiais bibliográficos para embasar a fundamentação teórica de um determinado estudo, ou seja, é a pesquisa que consiste em realizar o levantamento bibliográfico de uma pesquisa através de artigos, livros, projetos e outros materiais bibliográficos referentes à temática do estudo.

A pesquisa exploratória, conforme aborda Gil (2008), é um tipo de pesquisa que utiliza o método do estudo de caso para investigar e compreender um fenômeno em um determinado espaço ou contexto de vida real, sendo assim, fundamental para analisar procedimentos de estudos *in loco*.

O estudo optou por executar a pesquisa em três contextos:

(i) Coleta e mensuração dos dados: foram identificados os principais problemas de refugo no processo de fundição: porosidade, bolhas, juntas frias, rechupe, fissuras, além de outros localizados durante a pesquisa.

(ii) Apontamento de soluções: a partir da metodologia *Lean*, utilizou-se, primeiramente, o Gráfico de Pareto para levantar as falhas, e em seguida, o Diagrama de Ishikawa para identificar as causas e os efeitos no processo juntamente com a matriz GUT para evidenciar as prioridades pertinentes à resolução dos problemas. A partir dessas informações, optou-se por utilizar a ferramenta 5W2H para elaborar um plano de ação com estratégias de melhorias para solucionar as causas raiz do problema.

(iii) Proposição de modificações: com base nos dados obtidos na fase inicial da pesquisa e no apontamento de soluções geradas a partir das ferramentas de qualidade, o estudo optou por implementar o MFV para propor uma otimização no processo de fundição, a fim de reduzir os desperdícios e diminuir o refugo.

A definição da empresa como objeto de estudo deu-se pela aproximação na pesquisa, bem como a proximidade do processo analisado, o que facilitou a coleta, levantamento, análise e avaliação dos dados para a execução da pesquisa.

4.1 PLANO DE AÇÃO DA PESQUISA

O plano de ação proposto na pesquisa fundamentou-se nas três tipologias apresentadas na metodologia do estudo:

- i) Coleta e mensuração dos dados;
- ii) Apontamento de soluções;
- iii) Proposição de modificações.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 APLICAÇÃO DO ESTUDO

Em um primeiro momento, a pesquisa realizou a coleta e a mensuração dos dados. Os principais problemas identificados (refugo) no processo de

fundição foram: porosidade, bolhas, juntas frias, rechupe, fissuras, além de outros observados em menor proporção (Gráfico 1).

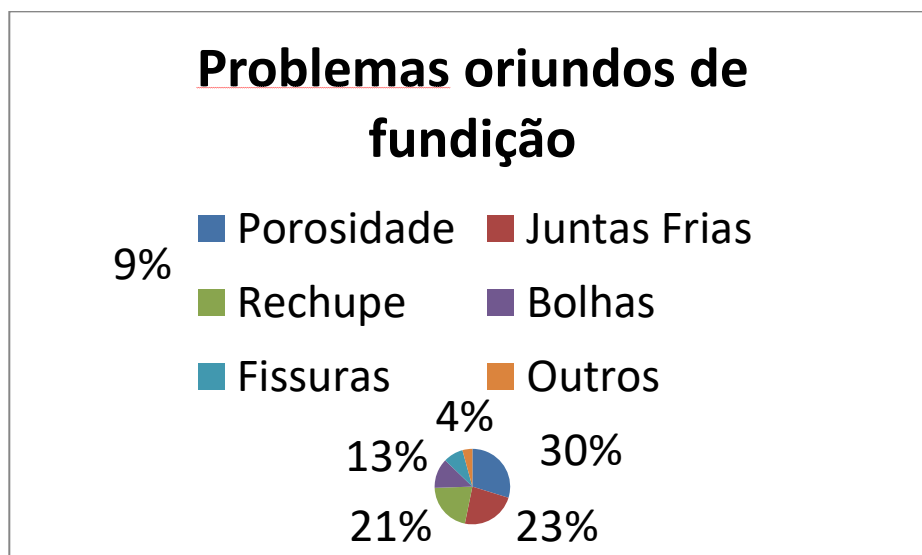


Gráfico 1 – Problemas oriundos de fundição
Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Em um segundo momento da pesquisa, optou-se por utilizar o Gráfico de Pareto (Gráfico 2) para identificar a ocorrência de erros durante o processo, além da frequência e proporção que eles se apresentavam.

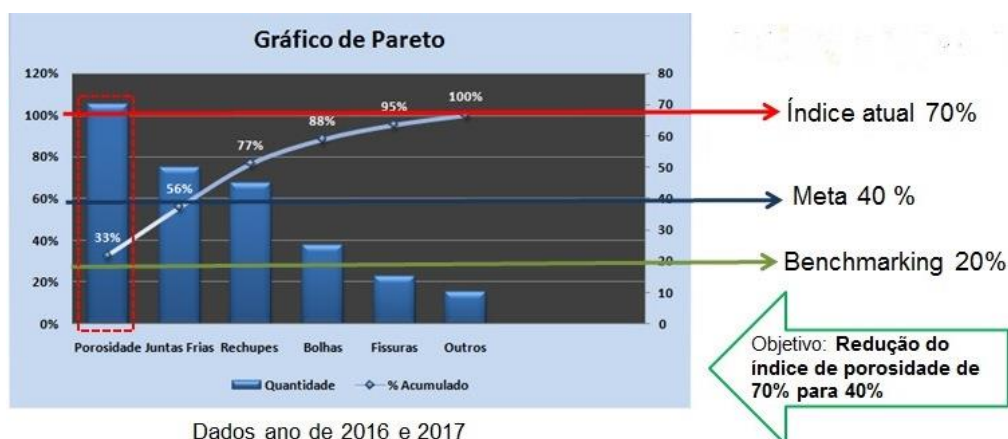


Gráfico 2 – Gráfico de Pareto
Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

O problema de maior frequência observado foi a porosidade, apresentando um maior grau de incidência no processo de refugo. De acordo com o gráfico, observou-se que a meta o índice atual estava em 70%, com um *benchmarking* em 20% e a meta proposta em 40%. O objetivo foi reduzir o

índice de porosidade de 70% para 40%, atingindo a um percentual de 30% de redução.

Para avaliar a relação de *produção x refugos gerados a partir da porosidade* (principal problema evidenciado no processo) foi realizada uma avaliação de variação a partir do grau de rejeição observado durante o processo de fundição com base nos dados coletados nos meses de novembro e dezembro (2017) e janeiro e fevereiro (2018). Tendo em vista que esses dados foram disponibilizados pela empresa para a realização do estudo (Gráfico 3):

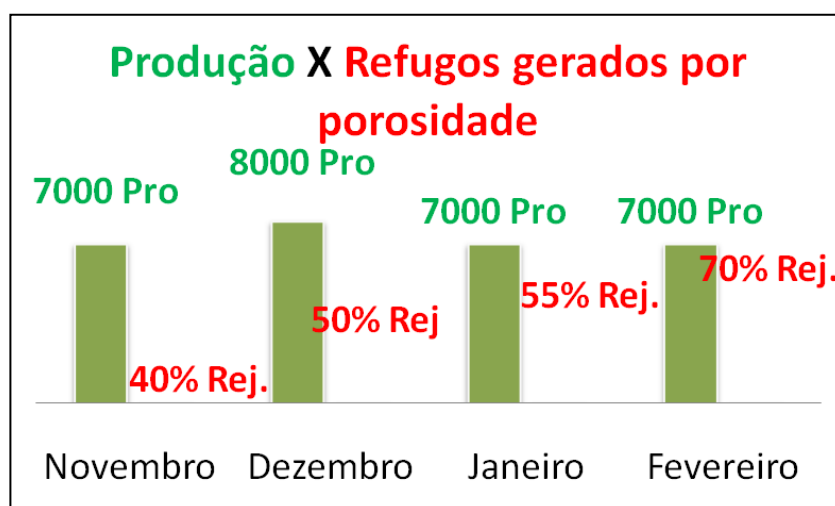


Gráfico 3 – Relação *Produção x Refugos gerados por porosidade*
 Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Observa-se que houve um aumento no índice de rejeição pela produção mensal. Em novembro, por exemplo, uma produção de 7.000 peças apresentou uma taxa de rejeição de 40%, já em dezembro essa taxa aumentou para 50%, em janeiro para 55% e em fevereiro um índice de 70%. O aumento da taxa de rejeição na produção teve um acréscimo de em média 53,75%, observado que a porosidade apresenta-se em um índice de 70% de ocorrências na produção.

Após o processo de levantamento de dados e identificação dos problemas, foi aplicado o Diagrama de *Ishikawa* (Figura 2) para realizar uma abordagem sobre a relação de causa e efeito dos principais problemas observados.

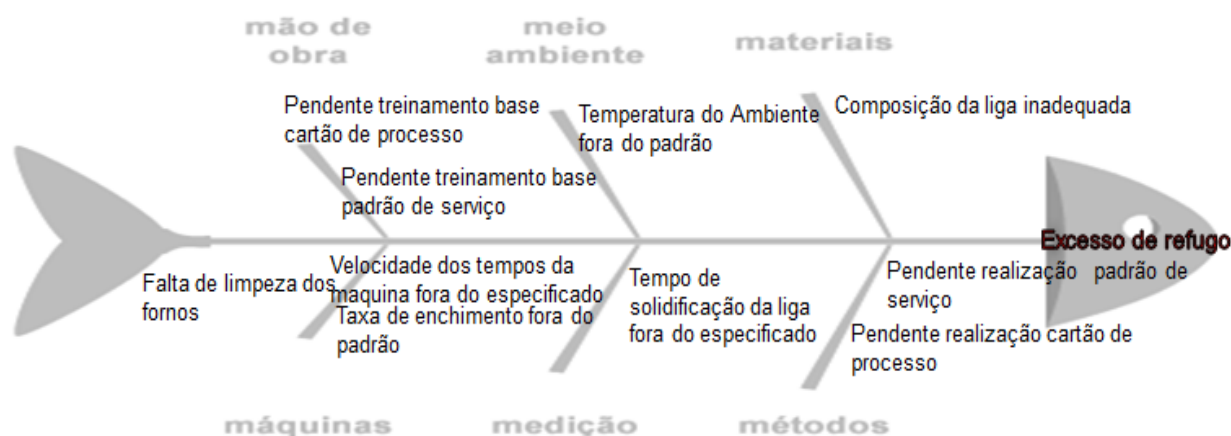


Figura 2 – Diagrama de *Ishikawa*
Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

O “excesso de refugo” foi apontado como o principal problema no diagrama, seguido dos nove problemas identificados como fatores que geram o excesso do refugo no processo de fundição nas espinhas do diagrama – mão de obra, meio ambiente, materiais, máquinas, medição e métodos (6M).

A partir dos problemas levantados no diagrama de causa e efeito, foi utilizada a Matriz GUT, a fim de priorizar os problemas mais evidentes e que necessitam de tomadas de decisões mais urgentes (Figura 3).

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Grau critico (G x U x T)	Seqüência de atividades
Velocidade	3	4	4	48	5
Taxa de enchimento	4	4	4	64	3
Limpeza dos fornos	5	5	5	125	1
Elaborar padrão de serviço	2	2	3	12	8
Elaborar cartão de processo	2	3	3	18	7
Tempo de solidificação da liga	4	4	5	80	2
Treinamento base padrão de serviço	2	1	2	4	10
Treinamento cartão de processo	2	4	5	40	6
Temperatura do Ambiente	4	4	1	16	9
Composição da liga	5	4	3	60	4

Figura 3 – Matriz GUT
Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Foi realizado um *ranking* a partir dos parâmetros de análise da Matriz GUT: Gravidade, Urgência e Tendência. Observou-se que a “Taxa de enchimento”, “Limpeza dos fornos” e o “Tempo de solidificação da liga” foram

os gargalos que apresentaram maior grau crítico na relação GxUxT, evidenciado no nº da sequência de atividades na matriz.

O estudo optou por utilizar a metodologia do MFV para propor um esquema do mapeamento de ações estratégicas que viesse a otimizar o processo de fundição da empresa, buscando assim identificar os entraves no processo produtivo e eliminando-os.

O primeiro passo foi realizar um mapeamento do estado atual no processo de produção (Figura 4) para detectar o fluxo atual da produção.

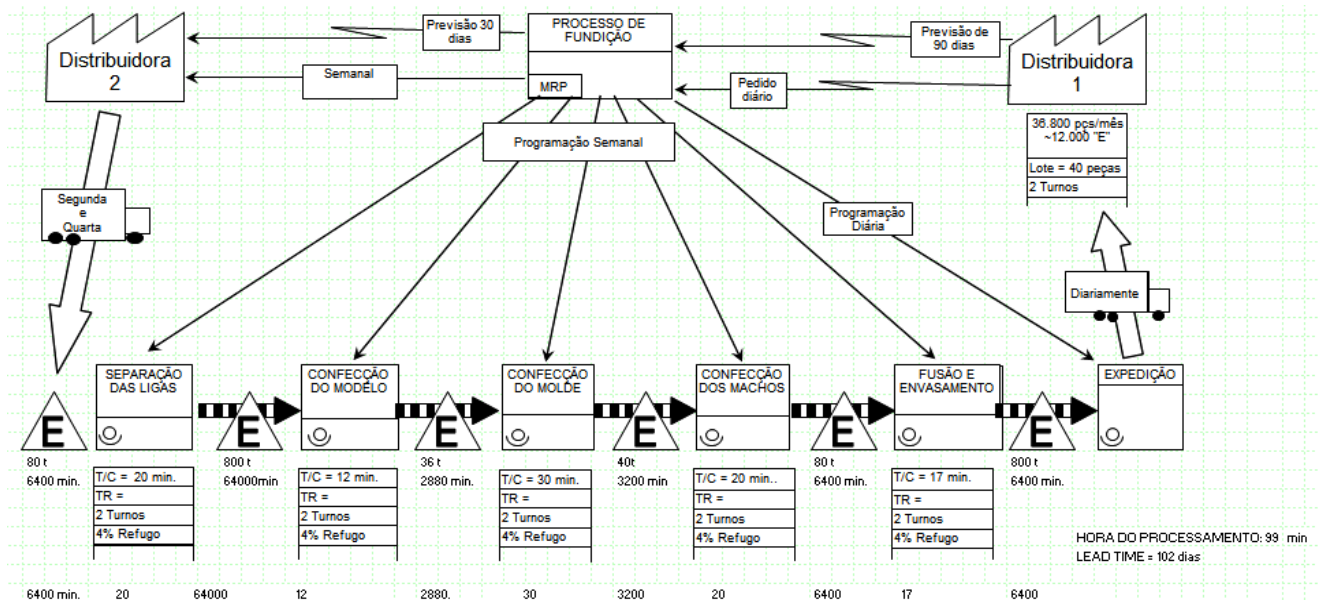


Figura 4 – MFV do estado atual
Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

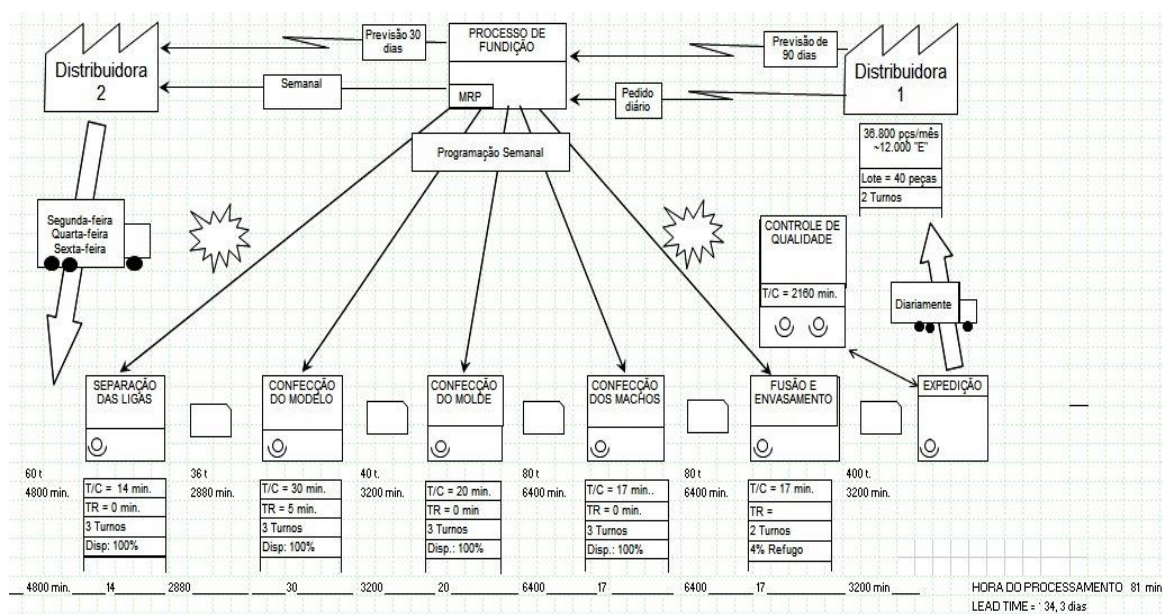
Com o mapeamento do estado atual da empresa observaram-se alguns pontos de desperdícios no processo:

Problemas no fornecedor: A distribuidora 1 e 2 possuem programações distintas no envio e recebimento das peças, o que ocasiona um fluxo de estoque dispendioso para a empresa.

Lead Time bastante prolongado devido ao grande estoque em cada etapa do processo. Outro ponto observado nesse aspecto é a presença de poucos operadores nas fases de maior tempo de espera: Confecção do molde e Confecção dos machos. Um fluxo de estoque bastante concentrado entre as etapas do processo. Percebeu-se que esse ponto gerava uma sobrecarga no processo e um acúmulo de tarefas desnecessário para rodar a produção.

O objetivo foi de priorizar a redução do *lead time* do processo, bem como desenvolver um sistema de *kanban*⁴ para o fornecimento de peças no processo de redução dos estoques; atribuir medidas para diminuição do estoque; basear a produção em um sistema puxado; estimular a criação de um plano de treinamento para os colaboradores pautado na manufatura enxuta.

A projeção do mapa do estado futuro (Figura 5) apresenta-se da seguinte forma:



O mapa do estado futuro baseou-se nos entraves observados no mapa de estado atual, tendo em vista que as ações propostas no MFV buscam otimizar os processos e reduzir o *lead time* para maximizar a produção em um menor tempo.

O mapeamento apresenta uma diminuição na taxa de refugo e um aumento na taxa de desperdício, que pode ser explicado pela inserção do *controle de qualidade* no processo final de expedição. A presença de uma política de qualidade mais atuante ao final do processo gerará maior rigidez no controle de qualidade do produto.

⁴ O Sistema Kanban é um instrumento de controle de produção. Ele tem a função de um pedido de produção no departamento de fabricação e a função de instruções de retirada no processo subsequente Milard (2001).

6. CONCLUSÃO

A pesquisa conseguiu alcançar o seu objetivo a partir da proposta de redução de refugo por meio da utilização do MFV. Conforme aborda Dias (2006) o uso do MFV propicia uma adequada modelação do tempo gasto no processo de produtivo e proporciona uma visão holística de todo o encadeamento de ações. O estudo alinhou a elaboração do MFV conforme os estudos de mapeamento desenvolvido por Moreira e Fernandes (2001): identificação das falhas, elaboração da proposta de melhoria e redefinição do fluxo de processo e trabalho.

Os resultados da pesquisa demonstraram que, a partir do mapeamento realizado no plano de melhoria no processo de fundição, alguns parâmetros expostos apresentaram uma melhoria significativa em comparada a situação atual e a situação futura pautada no sistema enxuto. Concluiu-se que ao aplicar uma análise por meio do MFV permitiu com que fosse verificada a situação atual e a proposta no processo de refugo, permitindo inferir uma solução mais viável para ser aplicado na empresa.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETTO, Renato Andre. Sistema de producción toyota: aplicación de fabricacion y aplicación a la indústria de autopartes. **Tékhnē e Lógos**, Botucatu, SP, v.3, n.2, Julho. 2012. Disponível em: <<http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/viewFile/54/118> > Acesso em: 3 nov. 2018.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria da Qualidade**. Rio de Janeiro: Campos. 2005.

DIAS, R. L. T. **Conceitos de manufatura enxuta aplicados em uma indústria de suprimentos e dispositivos médicos**. Monografia de conclusão de curso de Graduação em Engenharia de Produção. UFJF, 2006.

GHINATO, P. Elementos fundamentais do sistema Toyota de produção. In: Adiel T. de Alemida & Fernando M. C. Souza. **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações**. Recife: UFPE, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005. 316 p.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração**: da revolução urbana à revolução digital. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 491 p.

MILARD, R. L. **Value stream analysis and mapping for product development**. Massachusetts, 2001. Dissertação (Mestrado) – Massachusetts Institute of Technology.

MOREIRA, M. P.; FERNANDES, C. F. F. **Avaliação do Mapeamento do Fluxo de Valor como Ferramenta da Produção Enxuta por Meio de um Estudo de Caso**. 2001. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR12_0358.pdf>. Acesso em: 31 out. 2018.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala, Bookman. Porto Alegre. 1996.

REZENDE, R. V. **Estudo da Metodologia Lean Manufacturing e o DEMAIC em Six**. Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar**: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SANTOS, Antonia A. M.; GUIMARÃES, Edna A.; BRITO, Giliard P. **GESTÃO DA QUALIDADE: CONCEITO, PRINCÍPIO, MÉTODO E FERRAMENTAS**. Revista Científica INTERMÉIO Faculdade de Ensino e Cultura do Ceará – FAECE / Faculdade de Fortaleza – FAFOR. Disponível em: http://www.fafor.edu.br/pesquisa/arquivos/Artigo_GESTAO_DA_QUALIDADE.pdf Acesso em: 03 nov. 2018.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Artes Médicas. Porto Alegre. 1996.

TOLEDO L., **Proposta de roteiro de implementação dos conceitos de manufatura enxuta baseado num modelo corporativo**. Tese. Doutorado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, Brasil, 2002.