

## **APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING PARA REDUÇÃO DE LEAD TIME EM UMA INDÚSTRIA DE REFRAATÓRIOS EM CONTAGEM/MG**

### **APPLICATION OF LEAN MANUFACTURING TOOLS FOR REDUCTION OF LEAD TIME IN A REFRACTORY INDUSTRY IN CONTAGEM / MG**

Amanda Carolina Mendes  
Brenda Torres dos Santos  
Lauane Morais de Souza  
Talita Rodrigues de Oliveira Martins  
Larissa de Paiva Ribeiro

#### **RESUMO**

O objetivo desta pesquisa foi apontar alternativas para a redução do lead time na fabricação de peças moldadas de alumínio, produzidas em cavaletes vibratórios e mesas vibratórias, relacionando essa ferramenta com a ciência da engenharia de produção. Para tanto, buscou-se apresentar um estudo de caso, a partir de dados primários, obtidos em um trabalho qualitativo e descritivo, do processo controle de qualidade e erradicação de desperdícios e lead time na cadeia produtiva na indústria de peças moldadas da empresa "A". Como resultados, observou-se a necessidade de otimizar os tempos dos processos e as quantidades produzidas de acordo com a demanda dos clientes, de forma a evitar atrasos e reduzir as perdas em estoque. Para tanto, foi traçado um plano, a partir da realização de um KANBAN no setor.

**Palavras-Chave:** Desperdício; *Lean Manufacturing*; Pré-moldados; KANBAN; KAIZEN.

---

#### **ABSTRACT**

The objective of this research was to identify alternatives for the reduction of lead time in the manufacture of molded aluminum parts, produced in vibratory trestles and vibratory tables, relating this tool to the science of production engineering. In order to do so, we sought to present a case study based on the primary data obtained in a qualitative and descriptive study of the quality control and waste eradication process and lead time in the production chain in the molded parts industry of the company "A ". As a result, it was observed the need to optimize process times and quantities produced according to customer demand, in order to avoid delays and reduce inventory losses. For that, a plan was drawn up, based on the realization of a KANBAN in the sector.

**Keywords:** Waste; Lean Manufacturing; Precast; KANBAN; KAIZEN.



## 1 INTRODUÇÃO

Os processos produtivos exigem que as indústrias sejam capazes de oferecer diferenciais na busca pela maior competitividade no mercado. Assim, não é difícil entender que uma indústria competitiva se caracteriza pela oferta de bens e serviços ao seu público com a maior qualidade tanto quanto menores custos possíveis. Para tanto, o setor industrial encontra a necessidade de otimização dos seus processos e procedimentos com a finalidade de obter ganhos de eficiência, produtividade e redução de despesas (SANTOS, 2003).

Essa otimização pode ser alcançada mediante a implementação das ferramentas do *Lean Manufacturing*, também chamada filosofia da Produção Enxuta. Por essa filosofia de produção entende-se a combinação de técnicas de gestão dos processos produtivos com a finalidade de se tornar referência em determinado setor. Tal procedimento de técnica produtiva surgiu a partir da metade do século XX e ganhou força ao ser aplicada à linha de produção Toyota, com a implementação por Taiichi Ohno que buscava a erradicação de diferentes tipos de desperdícios como os defeitos encontrados os bens produzidos; superprodução; movimentação desnecessária dos trabalhadores; transporte desnecessário de material, ferramentas ou equipamentos; estoque de produto final, matéria-prima ou insumo; processamento desnecessário; espera dos funcionários por um equipamento ou atividade anterior para finalizar uma atividade da cadeia produtiva, por exemplo. (SANTOS, 2003).

O *Lean Manufacturing* é uma ferramenta para a otimização de processos, para a busca de bens cada vez melhores, procedimentos mais assertivos e resultados mais pontuais, além de atender às demandas ecológicas sob o ponto de vista da redução de uso de recursos. Ainda nessa perspectiva, de acordo com dados do SEBRAE-MG (2013), percebe-se que a redução de perdas, desperdícios, reduz os custos da produção e, mesmo em escalas mínimas, pode ser capaz de aumentar a quantidade de vendas de produtos.

Portanto, a produção enxuta e a redução de desperdícios são componentes de uma vantagem competitiva no que se refere à consecução de maiores níveis de qualidade, já que minimiza os estoques refletindo-se na maior visualização de falhas, maior ritmo de produção, através da redução de *set up* treinamento dos operadores; maior flexibilidade e redução de custos e ganhos ambientais. Assim, o objetivo deste artigo é apontar alternativas

para a redução do lead time na fabricação de peças moldadas de alumínio, divididas em duas famílias, as produzidas em cavaletes vibratórios e mesas vibratórias.

Como objetivos específicos, tem-se mapear o processo produtivo de fabricação de peças moldadas em alumínio, produzidas em cavaletes vibratórios e mesas vibratórias, observar os tempos definidos no processo produtivo da empresa objeto de estudo, identificar os desperdícios para o sistema Toyota que possam estar presentes na cadeia produtiva ocasionando atrasos no ciclo do processo produtivo em estudo e propor melhorias para reduzir os desperdícios. O trabalho se justifica no fato de que a redução dos desperdícios na cadeia produtiva possibilita entregá-los a tempo, sem atrasos, gerando confiança e fidelização para os clientes, além de maiores margens de lucros e solidificação de sua marca.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Sistemas de produção**

O pilar fundamental de qualquer indústria é seu sistema de produção, isto porque, os processos que envolvem a fabricação de peças e protótipos devem levar em conta o equilíbrio entre os fluxos do processo com dois grandes componentes de materiais e de informações. Assim, no que se refere ao fluxo físico do material ele pode ser entendido como o sistema material envolvido na produção, ele é tangível, palpável, e instrui as práticas de construção da cadeia produtiva na indústria, já no que se refere aos fluxos das informações elas podem ser vistas como imateriais, faz parte da filosofia da empresa, está entre seus valores e objetivos. (FAGUNDES, 2007).

Entretanto, os dois tipos de fluxos existiram na cadeia produtiva desde sempre, sendo que ao Ambos os tipos de fluxo sempre existiram, no entanto, no passado, o fluxo de informação foi de menor importância. Como já foi dito, os sistemas de tecnologia avançam para se moldar às novas exigências dos mercados conforme os tempos vão avançando, elas servem para redesenhar as frentes produtivas nas indústrias. É preciso demarcar, então, que entre os objetivos dos sistemas de produção nas empresas, o principal é fabricar e entregar produtos, com o menor custo, menor desperdício e maiores margens de ganho para as organizações. (IMAI, 2014).

Para tanto, a produção é dividida em fases, com etapas bem definidas, ferramentas desenvolvidas ao longo do tempo, divisão do trabalho bem demarcada, e conversão de todo o trabalho em produção com maior lucro na busca por competitividade, acrescentando às

---

matérias-primas. No que se refere a este “valor” ele apenas se apresenta no final da cadeia, quando todo o processo é finalizado, ou seja, ele está pronto para ser comercializado. Os sistemas produtivos nas empresas, então, servem para que a empresa seja capaz de apresentar competitividade em relação ao seu mercado (IMAI, 2014).

### **2.1.1 Taylorismo**

Ainda no século XX, as transformações dos setores produtivos mudaram a lógica industrial buscando pela diminuição dos custos de produção que se davam por meio de investimentos do capital variável. Nesse momento, o sistema fordista apenas pode ser universalizar combinado com outras metodologias como a racionalização proposta por Friederick Taylor juntamente e do Estado regulador de Keynes – *Welfare State* – após a II Guerra, quando a tendência de equilíbrio do mercado deu sinais evidentes de esgotamento e criou um novo momento para o capitalismo.

O conflito intrínseco à relação capital-trabalho foi atenuado, temporariamente, a partir do momento que o modelo fordista de produção em grande escala foi combinado ao modelo de administração taylorista, com isso, houve a ampliação de direitos sociais. (CAMPOS, 2004).

### **2.1.2 Fordismo**

No início do século XX a indústria automobilística caracterizou-se pelo modelo Fordista de mecanização do trabalho de forma a otimizar a produção de automóveis com o modelo de produção em massa. O modelo de linha de montagem estabelecido na época por Ford fez com que o ritmo de trabalho se tornasse exaustivo e como forma de compensar este trabalho, Ford partiu do princípio de pagamento de altos salários aos trabalhadores, tendo sido influenciado pelas teorias de Taylor. Ford critica os que afirmam que seu método de organização do trabalho sejam mera transcrição do pensamento Científico-Taylorista, assim como, do modelo japonês, em sua obra “Os princípios da prosperidade” ele expõe princípios que podem ser compreendidos com uma ruptura, e ao mesmo tempo, uma continuidade dos ideias de organização e administração expostos no método de Taylor e no método japonês de administração, desta forma, Ford comprova que sua teoria não é simples transcrição das citadas anteriormente (FORD, 1967).

Ford defendia uma administração de forma descentralizada para produzir, defendia também, a diminuição dos níveis de hierarquia de forma a reduzir o poder excessivo do chefe, neste tocante, Ford se contrapunha ao pensamento de Taylor que defendia a hierarquização. Mas,

assim como Taylor, Ford defendia a ideia da subjetividade do trabalhador de forma que se este desejasse progredir deveria repassar ao espírito o trabalho feito, e buscar formas de aperfeiçoá-lo. (FORD, 1967).

## **2.2 Gestão da Produção**

Pode-se conceituar a gestão da produção como sendo uma atividade que abrange todos os setores de produção, bem como todos os tipos de organizações, tais como as indústrias, o comércio e os setores de serviços. Além disso, pode ser desenvolvida em todas as seções internas da organização. A sua dinâmica de operacionalização ocorre através da utilização das funções básicas da gestão, como planejar, organizar, comandar, controlar e coordenar, com vistas sempre à consecução dos objetivos e metas das empresas. (SLACK, 1996).

Para Mello et. al., 2009, o conjunto de pessoas processando energia, materiais e informação, com o objetivo de produzir algo que satisfaça a necessidade do cliente é denominado uma unidade de negócio. Portanto, em uma empresa há várias unidades de negócios que agregam valor na produção de bens ou serviços.

Segundo Ishikawa (1993), o significado de controle que os permitir os padrões de qualidade sejam previstos e refletidos pelas opiniões, reclamações e exigências dos consumidores. O Controle da Estatística de Processos, que seria a coleta de dados, processamento e disposição de informações baseadas no processo, ou melhor trata-se de uma avaliação de processo, que consiste em extrair o maior número de dados do processo, com três objetivos básicos, o planejamento, manutenção e a melhoria da qualidade. Aplicação a Estatística de Processo no Controle da Qualidade. Para Campos (2004), o fator controle se faz presente no ato de estar sempre gerenciando os acontecimentos do processo fazendo assim acontecer a possibilidade de melhoria do processo, pensando de forma humanitária, onde não exista culpado e sim uma situação que deve ser analisado a melhor forma de resolver.

### **2.2.1 Sistema Toyota de produção**

Para conceituar o sistema Toyota de Produção, também nomeado Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing*, é preciso compreender que ele nasceu no Japão, ainda no século XX quando os empresários da *Toyota Motor Company*, foram visitar fábricas americanas em que se desenvolviam os sistemas de produção fordista e taylorista. Isto porque, a indústria japonesa estava em busca de um sistema de administração que fosse capaz de coordenar a

---

produção de acordo com a demanda específica, modelo e cor, sem desperdícios e com maior rapidez. (CORRÊA *et al*, 2012).

Nesse sentido, como forma de preceder a implementação do sistema na indústria japonesa, esses industriais visitaram as empresas que já vinham utilizando metodologias capazes de evitar perdas, desperdícios, erradicar o lead time, e controlar a produção, como os sistemas fordista e taylorista. Mesmo assim, não foi possível reproduzir um modelo, na íntegra, que conseguisse alcançar os anseios da Toyota, que buscava produzir pequenos volumes de modelos diferentes usando a mesma linha de montagem, isto é, não poderia implantar sistemas como os americanos que dividiam a produção em diferentes frentes. (LIKER, 2005).

Em resumo, pode-se dizer que o Sistema Toyota de Produção se baseia em dois princípios para Maximiano (2008), quais sejam, a erradicação de desperdícios, aliado à um sistema de controle de qualidade. O primeiro princípio demandou a montagem e desenvolvimento da estratégia de produção enxuta, ou *Lean Manufacturing*, isto significa produzir mais com a maior economia de recursos. Já o controle de qualidade nos processos produtivos demanda a produção sem defeitos, que nada mais é, uma forma de eliminar desperdícios. (SHINGO, 1996). Nesse sentido, é criterioso destacar que esse sistema de produção pode possibilitar às organizações a produção de protótipos com maior qualidade e preços mais competitivos, ao mesmo tempo, evitando os desperdícios que possam ocorrer no processo.

### **2.3 Lean manufacturing**

Ainda no início do século XX, diferentes acontecimentos históricos, sociais e econômicos que permearam o mundo foram responsáveis por influenciar o setor industrial chegasse a um declínio, entre essas empresas encontrava-se a Toyota Motor Company. Com a regulação militar, houve a negativa de que a Toyota pudesse produzir veículos de passeio passando a montar e comercializar apenas caminhões, tudo isso, a partir de técnicas ainda rudimentares e manufatureiras. Já a partir da década de 1940, um declínio nas vendas dos modelos produzidos influenciou uma demissão em massa de trabalhadores, a crise da Toyota fica demonstrada quando da comparação de sua produção no período em relação à sua concorrente, a Toyota produziu apenas 2.685 automóveis no período enquanto a Ford produzia 7.000 automóveis por dia (WOMACK *et al*, 2004).

Pensando nisso, na década de 1950 o japonês Eiji Toyoda buscou entender qual a diferença que separava a Toyota do sistema de produção da Ford, analisando como era desenvolvido o sistema de produção em massa. Entretanto, não havia a possibilidade da implementação de sistema semelhante no Japão após a guerra, devido a situação em que o país ficou depois do confronto, mas foi possível observar as principais características que levavam ao sucesso do modelo Ford, quais sejam, o alto volume da produção, menor diversidade de modelos, produção empurrada com baixo custo de produção, entre outras (CARVALHO, 2014).

Foi a partir dessas observações que surgiu o Sistema Toyota de Produção da Toyota, também denominada como *Lean Manufacturing* ou Produção enxuta, desenvolvendo-se ao longo do tempo até chegar ao modelo aplicado nos dias atuais (WOMACK *et al*, 2004).

Portanto, o desafio do sistema Toyota era iniciar a produção em escala reduzida, com menos diversidade de modelos e produtos, alcançando o maior lucro e resultados com os menores investimento, por óbvio, isso só era possível evitando-se ao máximo as perdas e desperdícios durante os processos produtivos em todas as etapas da cadeia (SOARES, 2007).

Assim, a técnica implementada por Ohno passava pela estratégia de substituição imediata de ferramentas entre os operários, essa técnica eliminava a ociosidade dos trabalhadores ao mesmo tempo em que garantia a flexibilização do processo. Outra estratégia bem-sucedida implantada por Ohno era a produção reduzida de lotes de bens, o que influenciava na redução de custos econômicos e rápida movimentação dos estoques que, devido a seu menor tamanho, escova mais rapidamente, erradicando, assim, a ideia de estoques grandes de peças já terminadas antes mesmo da necessidade de montagem de um veículo. Essa técnica também se refletia na mais rápida observação de falhas nos modelos e nas peças evitando gastos desnecessários (CARVALHO, 2014).

Portanto, infere-se que a adoção de um sistema de produção enxuta foi o responsável pelo fato de que a Toyota mesmo após a crise do petróleo e outras situações econômicas, sociais e históricas do final do século passado mantivesse sua posição no mundo competitivo, consolidando sua marca através do tempo, mantendo seu lucro, vendas e toda a produção. Sendo assim, é imprescindível estudar os processos, ferramentas e princípios do *Lean Manufacturing* atentando-se em sua relevância para o sucesso industrial moderno. (OHNO, 1997).

---

### 3.1 Ferramentas que ajudam a identificar os desperdícios

Existem algumas ferramentas da produção enxuta que podem ajudar a identificar e eliminar desperdícios, uma delas é o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV). Essas ferramentas são capazes de indicar as falhas nos processos que geram desperdícios apontando para as organizações onde estão localizadas suas forças e fraquezas de forma que os problemas podem logo ser solucionados e a organização não perca em competitividade. (MORAIS, 2010).

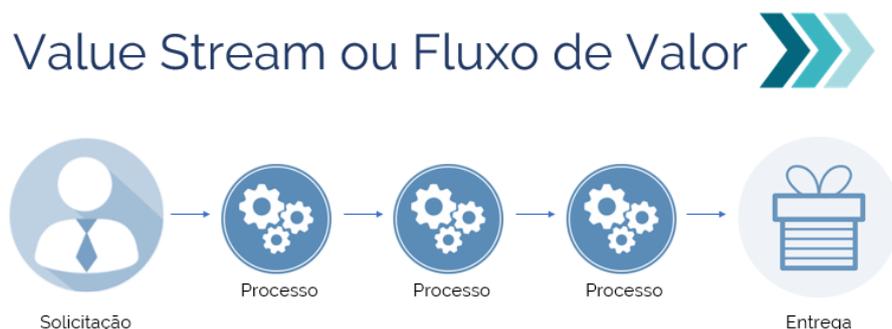
As ferramentas utilizadas, principalmente, para indicar a origem dos problemas a serem tratados e apoiar a construção dos objetivos a serem alcançados pela empresa, assim, a qualificação do problema é indispensável para sua rápida, eficiente e mais pontual solução. Tudo isso se constitui em competitividade para as organizações, portanto, fica clara a relevância dessas ferramentas que serão tratadas com maior profundidade nos próximos tópicos.

#### 3.1.1 Mapeamento de Fluxo de Valor

Esta ferramenta conta com diferentes benefícios e facilidades para que a organização consiga eliminar falhas e desperdícios na cadeia produtiva, ela auxilia na identificação as fontes dos desperdícios, aponta a relação entre o fluxo de materiais e informações, ainda permite que sejam discutidas alternativas para melhorias e proporciona uma visão completa da cadeia produtiva. (SLACK, 1996).

O modo de enxergar a produção, do ponto de vista do MFV pode permitir, ainda, realizar análises mais amplas da cadeia produtiva tendo em vista a melhoria contínua dos processos de fabricação, individuais e coletivos, erradicando falhas e favorecendo a cadeia. (ROTHER; SHOOK, 2003). Como se pode ver na figura 01, a seguir.

Figura 01- Mapeamento do Fluxo de valor



**Fonte:** Portal do Administrador (2018).

Com base no MFV, as etapas do estudo dos desperdícios podem ser:

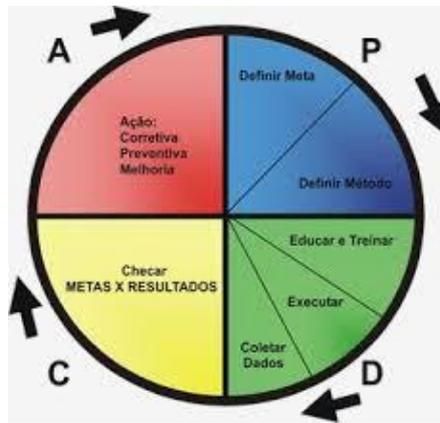
- Definir fluxo de valor;
- Elaborar mapa de estado atual;
- Elaborar mapa de estado futuro;
- Criar plano de melhoria

Em suma, o Mapeamento do fluxo de valor, também pode ser demonstrado através de um diagrama de ISHIKAWA, e se baseia na construção de um verdadeiro "mapa", uma cartografia que pode esclarecer, para o engenheiro, como se dá o fluxo de materiais ou informações dentro da organização em que se pretende implementar o *Lean Manufacturing*. Esse mapeamento deve ter sua gênese na cadeia de fornecedores, passando pelos processos da organização e finalizando-se no cliente, percorrendo todo o caminho do processo de transformação da matéria prima. (CAMPOS, 2004).

### 3.1.2 PDCA

Para Campos 2004, percebe-se a importância do Ciclo *Plan, Do, Check, Action* (PDCA), como método para a "prática do controle". PDCA (*plan, do, check, action*), que em português significa planejar, executar, verificar e atuar corretivamente. Campos (2004), ensina que todos da organização têm que estar utilizando o ciclo PDCA, pois possibilita a organização a uma melhoria contínua em seu processo. O PDCA pode ser utilizado tanto no sistema Toyota de produção, isto é, produção enxuta quanto no sistema de qualidade, por ser uma ferramenta que elimina desperdícios como os de tempo e retrabalho. O mesmo acontece com o PDCA, como se vê na figura 02, a seguir, o PDCA atua identificando problemas, analisando toda a cadeia, elaborando um plano de ação e concretizando esse plano em atitudes bem determinados para eliminar o lead time e os desperdícios da cadeia.

**Figura 02** – PDCA eliminando desperdícios



Fonte: WOMACK et al, (2004) adaptado.

Segundo Ishikawa (1988), Taylor descrevia o controle da seguinte forma, “planejar, executar, ver”, onde os seguintes passos eram observados: determinar metas e alvos, determinar métodos para atingir os objetivos, engajar-se na educação e no treinamento, executar o trabalho, verificar os efeitos da execução (Observando as causas e os efeitos), agir apropriadamente.

### 3 METODOLOGIA

Trata-se de pesquisa qualitativa e descritiva, quanto aos fins, já que envolveu a descrição de determinadas características, fenômenos e da experiência do Lean Manufacturing na empresa “A”. A pesquisa em questão se dá pelo fato da versatilidade em seu planejamento, e possibilita estudar exemplos que foram estimulados e citados a compreensão do assunto.

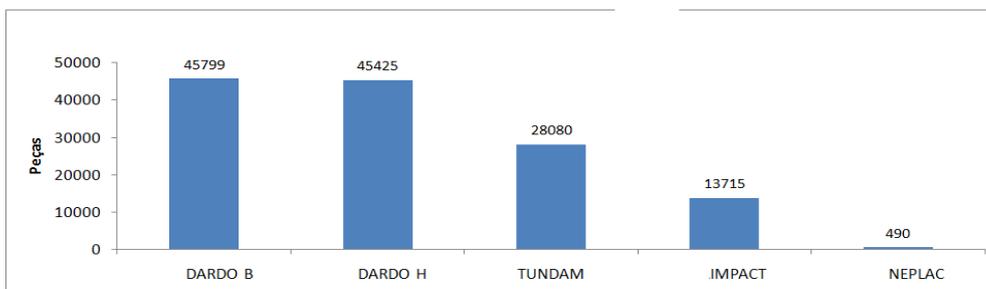
Nesta pesquisa, foi adotado o método do estudo de campo, juntamente com um estudo de caso, pois realizou-se o levantamento de dados referentes aos desperdícios e ao lead time no setor de peças pré-moldadas da empresa “A”, a partir, também, da observação dos pesquisadores *in locu*. A organização em estudo atua no ramo industrial do aço, a líder global da indústria de refratários, que iniciou suas atividades em 1834. O universo de pesquisa deste estudo foi uma empresa que atua no ramo de refratários em Contagem, Minas Gerais. A amostra dessa pesquisa é o setor de peças pré-moldadas, foi utilizado o método de amostra não-probabilística.

As formas de coletas de dados ocorreram a partir da observação direta *in loco* pois buscou-se informações através de documentos e registros da empresa e com a observação dos processos produtivos no local, entre os meses de agosto de 2018 e fevereiro de 2019. Todas essas formas de coletas tiveram como objetivos identificar as falhas e propor as melhorias necessárias para o processo produtivo de peças pré-moldadas.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O primeiro passo para cumprir o primeiro objetivo específico, que era mapear o processo produtivo de fabricação de peças moldadas em alumínio, produzidas em cavaletes vibratórios e mesas vibratórias, foi identificar os possíveis problemas existentes no processo produtivo de peças pré-moldadas, foi realizar o mapeamento dos fluxos de processo das principais peças produzidas na esteira do setor. Como no gráfico 01.

**Gráfico 01** – Principais pré-moldados



**Fonte:** elaborado pelos autores (2019).

Como visto no gráfico acima, a maior produção diz respeito às peças do tipo DARDO B, DARDO H, TUNDAM E IMPACT, já as peças do tipo NEPLAC, são as menos expressivas em números de produção, não chegando a mil peças no período. Para que fosse possível determinar o número de peças produzidas durante o período de observação no setor (Dez de 2018 a março de 2019), elas foram classificadas em duas famílias, de especial interesse para este trabalho de conclusão de curso. Em primeiro os produtos “A” e produtos da família “B”. As famílias foram definidas da seguinte forma:

- **Família “A”:** DARDO BOJO + DARDO HASTE = 68% da produção em peças
- **Família “B”:** IMPACT + TUNDAM + PLAC = 32% da produção em peças;

Seguindo critérios baseados no processo de moldagem de cada uma, assim:

- Família A – Cavaletes vibratórios
- Família B – Mesas Vibratórias

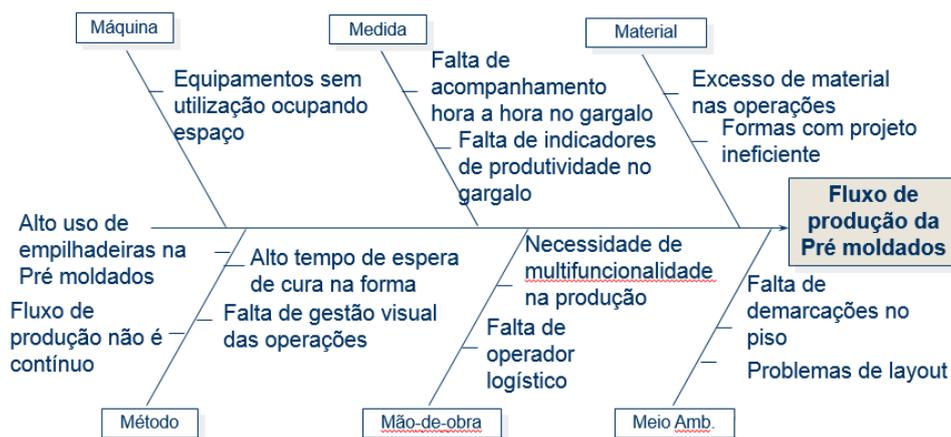
A partir dos dados acima descritos, percebeu-se que a empresa “A” costumava produzir as peças em blocos, por dia da semana, mesmo que não houvesse tal demanda, o que sempre gerava estoque e, conseqüentemente, desperdícios na cadeia de produção. A meta, então, era reduzir a produção de forma a apenas atender a demanda do cliente. Como exemplo:

- Eram produzidas 36 peças, todas as segundas feiras;
- A embalagem compreendia 08 unidades do produto;
- Portanto, 04 unidades ficavam em estoque, todas as semanas;

- A meta, então, era produzir uma quantidade de peças múltipla de 08, para não haver sobras após a embalagem do produto.

Outros problemas também foram identificados, a partir da elaboração de um diagrama de ISHIKAWA, ilustrado na figura 03.

**Figura 03 – Diagrama de ISHIKAWA**



**Fonte:** elaborado pelos autores (2019).

Nesse sentido, o primeiro contato com o setor de produção de peças moldadas, identificou-se, também, que o problema da falta de otimização e padronização desses processos tinha como consequências diversas questões, tais como:

- Alto custo de produção
- Alto WIP
- Elevado número de peças em cura
- Atraso na entrega
- Perda de competitividade
- Perda de *Market Share*

Como o diagrama de ISHIKAWA apresentou problemas de desperdício como o alto tempo de cura na estufa, a falta de continuidade no processo produtivo, já que as peças eram produzidas por dia da semana e não de acordo com a necessidade do cliente, as dobras em estoque, além de questões envolvendo os tempos do gargalo de produção.

Já no que se refere ao segundo objetivo, que era observar os tempos definidos no processo produtivo da empresa objeto de estudo, a observação dos tempos e movimentos nos processos produtivos tiveram permitiram estudar os sistemas de trabalho com a fim de projetar o melhor método de produção, sempre com foco nos processos de menor custo. Para tanto, primeiro foram mapeados os tempos de produção das peças, conforme a tabela 01, que segue.

**Tabela 01** – Mapeamento dos tempos de produção

Operação	Tempo de ciclo (seg)	Takt Time
Preparo de Forma	6	140
Abastecimento	114	140
Pesagem	119	140
Mistura	150	140
Moldagem	169	140
Desmoldagem	26	140
Retirada do fundo	105	140
Cura na Estufa	45	140
Limpeza	387	140
Embalagem	108	140

Tempo disponível	500
Demanda Mensal	4698,3
Demanda diária	213,6
Takt Time (min/pç)	2,3

Demanda limpeza	1523,9
Demanda limpeza	69,3
Takt Time (min/pç)	7,2

**Fonte:** elaborado pelos autores (2019).

A tabela 01, mostra os ciclos que as peças percorrem na cadeia produtiva da empresa “A”, desde o preparo das formas até a embalagem. Também são medidos demanda e produção, mostrando o excedente, ou seja, onde estão os desperdícios.

O objetivo da primeira visita, como visto, era o de identificar os problemas de *lead time* no processo produtivo em peças moldadas. Nesse sentido, a intenção era identificar e marcar os tempos e movimentos na esteira de produção, acompanhar o custo agregado de produção, estabelecer métodos para a saída de produtos da esteira de acordo com as demandas dos clientes e compreender como agregar valor aos produtos, com a intenção de implantar o passo a passo da metodologia Kaizen (VIVAN *et. al.*, 2012).

Quanto à meta da empresa, esta era a da implementação das ferramentas do *Lean Manufacturing* até o mês de fevereiro de 2019, de forma que durante todo o ano de 2018 essas ferramentas fossem, gradativamente, testadas e colocadas em prática na linha de produção de peças pré-moldadas da empresa “A”. Nesse sentido, a redução dos desperdícios deveria atingir uma redução de 12% no hh/t. de 12,4 para 10,8.

Já quanto ao objetivo de identificar os desperdícios para o sistema Toyota que podiam estar presentes na cadeia produtiva ocasionando atrasos no ciclo do processo produtivo, a primeira sugestão, como ferramenta, foi a elaboração de mais um mapeamento, dessa vez, o da capacidade e da utilização efetiva dos carros que compõem a estufa, como mostra o quadro 01.

**Quadro 01 – Mapeamento dos carros**

CARRO	FORMATO	CAPACIDADE DOS CARROS	QUANTIDADES CARROS	QUANTIDADE DE BANDEJAS	COR DO CARRO
	HASTE BARRAGENS BOJO 1	10 Bandejas 1 Bandeja = 17 a 19 hastes (formato) 1 Carrinho = 170 peças (hastes) 1 Bandeja = 2 a 9 peças (formato) 1 Carrinho = 20 a 90 peças (formato) 4 Bandejas 1 Bandeja = 8 peças 1 Carro = 32 peças	43	358	CINZA
	BARRAGEM	10 Bandejas (bipartida) 1 Carro = 20 peças (Barragem)	9	291	MARROM
	BOJO 2	6 Bandejas 1 Bandeja = 4 peças 1 Carro = 24 peças	24	291	AZUL
	BARRAGEM PECÉM IMPACT	4 Bandejas com grades 1 grade = 1 peça 1 Carro = 4 peças 4 Grades 1 Grade = 3 a 8 peças (formato) 1 Carro = 12 a 32 peças (formato)	31	26	LARANJA
	NEPLAC	1 Carro = 1 peça	10		PRETO

**Fonte:** elaborado pelos autores (2019).

A partir do mapeamento dos carrinhos de cura e transporte, foi definido um plano KANBAN para a utilização dos carros em toda a sua potencialidade. A etapa Kanban seria definida como uma metodologia de organização do trabalho das equipes envolvidas em todo o processo produtivo, ele lembra a necessidade de priorizar tarefas e manter o foco para todos. Uma maneira de descobrir e resolver problemas no seu processo e workflow para que possa fazer entregas consistentes aos seus clientes. O KANBAN proposto, linhas gerais, foi uma ferramenta capaz de fazer com que a contagem das operações anteriores identifique a demanda de produção para as operações futuras transformando esse controle

em informações de sinalização para os operadores situados no processo de fabricação na cadeia produtiva. (WERKEMA, 2006).

Por fim, com o objetivo de propor melhorias para reduzir os desperdícios, elaborou-se um Kanban e um novo mapa de espaguete para as famílias de produtos que poderiam atingir esse objetivo introduzindo restrições ao processo para otimizar o fluxo de valor. Se existia um ótimo fluxo de tarefas e atividades, mas o que estava sendo feito não tinha valor, então o trabalho era em vão. Para tanto, ele utilizava um sistema de cores e marcações, como post-its, conforme quadro 02.

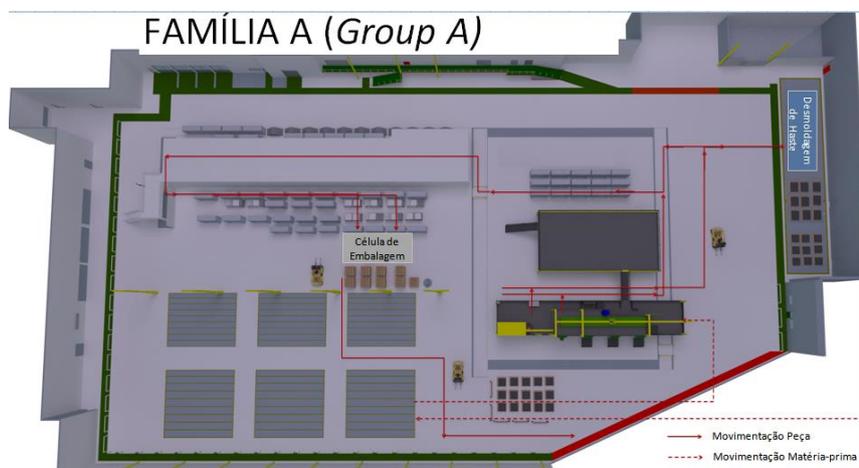
**Quadro 02** – Definição do *Kanban* dos carros

Carros	Quantidades	Famílias (Carro +produto)										Saldo	
		AB	BA	BB	BC	BC	BD	BD	BD	BE	BE		BE
A	10		12										-2
B	43	36		8									-1
C	9				4	4							1
D	39						16	12	4				7
E	24									4	8	12	0

Fonte: elaborado pelos autores (2019).

Também foram pensados novos modelos de fluxos, tanto para a família “A” quanto para a família “B” de peças. Conforme ilustrado na figura 04, que segue.

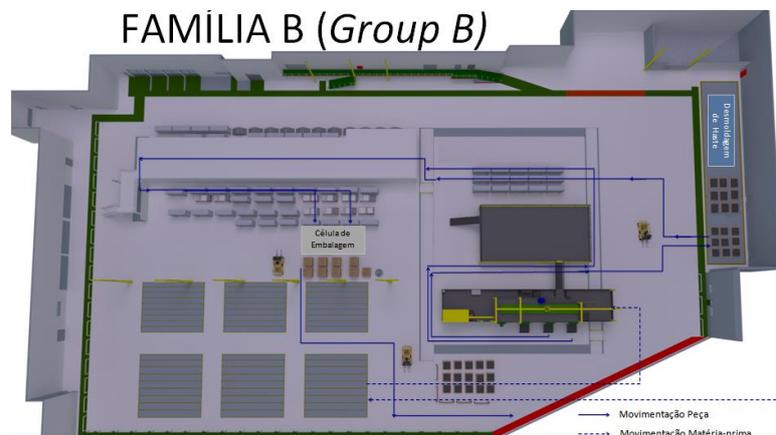
**Figura 04** – Mapeamento do movimento das peças família “A” (depois)



Fonte: elaborado pelos autores (2019).

Nesse novo diagrama de espaguete, os fluxos dos produtos da família “A”, devem secar e serem limpos nos próprios carrinhos, evitando que eles tenham que sair da esteira, ir para os carrinhos para secagem, posteriormente, retirados dos carrinhos para queima, e retornando para serem limpos. O novo layout impede repetições nos movimentos das peças no setor, que seguem de forma contínua, reduzindo, exatamente, o *Takt Time de limpeza*. (SLACK *et. al.*, 1997). O mesmo processo de mapeamento e desenho de uma nova trajetória, mais eficiente, e com menor tempo e desperdício, também foi pensado e desenhado para as peças da família “B”. Conforme mostra a figura 05 que segue.

**Figura 05** – Mapeamento do movimento das peças família “B” (depois)



**Fonte:** elaborado pelos autores (2019).

O novo mapa de espaguete das peças da família “B”, também buscou reduzir o o *Takt Time* relativo à limpeza das peças que, antes saíam dos carrinhos para limpeza e retornavam para aguardar a embalagem. Como visto acima, o layout evita essa repetição tornando o movimento das peças fluido, a matéria prima entra na esteira de produção, as peças vão para a secagem, limpeza e embalagem no mesmo sentido de movimento. Com base nos princípios do KANBAN, também foi pensado, pelos pesquisadores, um plano de melhoria da gestão visual do setor, para que as funções fossem melhor divididas e visualizadas por todos os envolvidos. Nesse sentido, foi proposto um quadro que mostrasse a produção por hora, outro que demonstrasse os fluxos do Kaizen e a identificação de todos os postos do processo produtivo (VIVAN *et. al.*, 2012).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ferramentas do Lean Manufacturing, servem para reduzir desperdícios de qualquer natureza nos processos produtivos, sejam eles de tempo, de custo, de materiais, alcançando, portanto, o principal objetivo das empresas, que é promover a melhoria contínua de seus processos. Ciente desta busca, e com os mesmos objetivos, esta pesquisa buscou identificar os principais problemas existentes no processo produtivo de peças pré-moldadas em alumínio na empresa “A”, empregando as ferramentas próprias da filosofia *Lean Manufacturing*. O Lean Manufacturing ou Produção Enxuta, pautado no sistema Toyota de produção, é uma metodologia de gerenciamento de processos produtivos que busca a otimização de setores da empresa com vistas ao atendimento das necessidades dos clientes no menor prazo possível, com maior índice de qualidade e menores custos, envolvendo todos os colaboradores da empresa.

A empresa “A”, é uma indústria do setor de refratários, e a amostra escolhida foi o setor de produção de peças pré-moldadas em alumínio. Como foi demonstrado, seu maior desafio era a redução de desperdícios de estoque e redução dos tempos de entrega dos produtos aos clientes e as sobras das peças produzidas em maior quantidade. Assim, para a solução deste problema, foram propostas as seguintes medidas:

- Mapeamento do processo, tempos, perdas e fluxo de valor;
- Definição das condições ideais de tempo, quantidade de produção, organização na estufa, tempos e movimentos exatos, sem atrasos e desperdícios
- Planejamento, redesenho de um KANBAN para organizar os processos de produção das peças.

Essas mudanças propostas estão pautadas nas ferramentas do Lean manufacturing, como o Kaizen e o Kanban, alinhados aos interesses da empresa “A” e que podem demonstrar resultados, caso sejam implantados. Para trabalhos futuros, espera-se poder medir os resultados ao longo do tempo, confirmando a eficiência das ferramentas do Lean manufacturing no desempenho da organização estudada.

## REFERÊNCIAS

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC, controle da qualidade total**. 8. Ed. Nova Lima – MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004, 256 p.

CARVALHO, Dayane Maximiano de; **Produção Enxuta: Aplicação De Alguns Conceitos Na Empresa Mrs Logística**. Juiz de Fora, 2014.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu GN. **Just in Time, MRP II E OPT: Um Enfoque Estratégico**. Editora Atlas SA, 2012.

---

FAGUNDES, P. R. M. **Sistemática para redução do tempo de setup na indústria moveleira.** 2002. 128 f. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Programa de PósGraduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

FAYOL, Henri. **L'exposé des principes généraux d'administration.** In: WREN, Daniel A.; BEDEIAN, Arthur G.; BREEZE, John D. The foundations of Henri Fayol's administrative theory. *Management Decision*, v. 40, n. 9, 2002. p. 906-918.

FORD, H. **Os princípios da prosperidade.** Trad. Monteiro Lobato. São Paulo: Livraria Freitas Bastos, 1967.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de qualidade Total.** 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1993. 221 p.

LIKER, J.K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

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

Morais, M. D. F., & Moccellini, J. V. (2010). **Constructive heuristics methods to minimizing work in process in environment production hybrid flow shop with asymmetric sequence dependent setup times.** *Gestão & Produção*, 17(2), 367-375.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar.** São Paulo: LeanInstitute Brasil, 2003.

SANTOS, Carlos Aparecido dos. **Produção enxuta: uma proposta de método para introdução em uma empresa multinacional instalada no Brasil.** 2003.

SEBRAE – **Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas Santa Catarina.** Santa Catarina em Números: Macrorregião Vale do Itajaí. Florianópolis: Sebrae/SC, 2013.

SHINGO, Shingeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de Vista da Engenharia.** 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 1996.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1997.

SOARES, H.S.G. **Globalização do sistema de manufatura baseado nas estratégias de melhoria contínua em uma empresa do setor automotivo.** São Paulo, 2007. Tese (Mestrado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

TAYLOR, F. W. **Princípios de administração científica.** São Paulo: Atlas, 1990.

VIVAN, André Luiz; ORTIZ, Felipe Alfonso Huertas; PALIARI, José Carlos. **Modelo para o desenvolvimento de projetos kaizen para a indústria da construção civil.** 2012.

WERKEMA, M. C. C. **Lean Seis Sigma – Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing.** 1. ed. Belo Horizonte :Werkema, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.