

## Utilização da metodologia Workload Control (WLC) para a redução do tempo de *lead time* do processo de usinagem em uma empresa do setor manufatureiro

### Use of the Workload Control (WLC) methodology to reduce the lead time of the machining process in a company in the manufacturing sector

---

Juan Pablo Silva Moreira\* - [juan.b7@hotmail.com](mailto:juan.b7@hotmail.com)  
\*Centro Universitário de Patos de Minas, UNIPAM, Brasil

---

#### Article History:

Submitted: 2021 - 10 -09

Revised: 2021 - 10 - 10

Accepted: 2021 - 10 – 10

---

**Resumo:** A crescente pressão competitiva tem impulsionado a busca por alternativas que propiciem tanto a redução nos prazos de entrega quanto à mitigação nos custos em todos os processos da cadeia produtiva. Desta maneira, o objetivo desta pesquisa é utilizar a união da metodologia FMEA e Workload Control (WLC) em uma empresa do setor metalomecânico, que será considerada no presente artigo como Empresa Alfa, identificando os problemas que elevam o tempo de lead-time do processo produtivo, e com o auxílio da metodologia WLC, analisar as cargas de trabalho realizadas na linha de produção para que seja possível fazer o controle da produção. A fim de tornar a concretização visível aos colaboradores da empresa, nessa análise foram utilizadas técnicas que permitissem uma maior interação com o cotidiano da linha de produção organizacional. Através desta pesquisa foi possível analisar os benefícios que as metodologias FMEA e a WLC trazem para a empresa em que ela foi implantada, já que com uma visualização das possíveis falhas identificadas através da metodologia FMEA, a empresa pode desenvolver um plano de ações corretivas para prevenir contra as eventuais falhas listadas. Além disso, a utilização da metodologia WLC possibilitou a visualização das cargas de trabalhos dos colaboradores, tornando possível a visualização dos colaboradores que estavam sofrendo de fadiga e que estavam trabalhando de forma exaustiva.

**Palavras-chaves:** Produção enxuta; cargas de trabalho; Workload Control (WLC); indústria.

**Abstract:** The growing competitive pressure has driven the search for alternatives that provide both the reduction in delivery times and the mitigation of costs in all processes in the production chain. Thus, the objective of this research is to use the union of FMEA and Workload Control (WLC) methodologies in a company in the metalworking sector, which will be considered in this article as Empresa Alfa, identifying the problems that increase the lead-time of the process production, and with the help of the WLC methodology, analyze the workloads carried out on the production line so that it is possible to control production. In order to make the achievement visible to the company's employees, in this analysis, techniques were used that allowed a greater interaction with the daily routine of the organizational production line. Through this research, it was possible to analyze the benefits that the FMEA and WLC methodologies bring to the company in which it was implemented, since with a view of the possible failures identified through the FMEA methodology, the company can develop a corrective action plan to prevent against any listed failures. In addition, the use of the WLC methodology made it possible to view the workloads of employees, making it possible to view employees who were suffering from fatigue and who were working exhaustively.

**Keyword:** Manufacturing; workloads; Workload Control (WLC); industry.

## 1. Introdução

O cenário atual em que os empreendimentos estão inseridos tem impulsionado cada vez a busca por vantagens competitivas, auxiliando na melhoria do desempenho de suas atividades, objetivando uma posição acirrada frente aos concorrentes e aos consumidores cada vez mais exigentes. Em virtude disso, com o processo de inovações tecnológicas, se tornou muito importante que os empreendimentos desenvolvam periodicamente a implantação de procedimentos que auxiliem a dar um direcionamento ao processo de tomada de decisão, garantindo, que seus produtos não entrem em declínio.

De acordo com Gonçalves (2000, p. 13) “o futuro vai pertencer às empresas que conseguirem explorar o potencial da centralização das prioridades, as ações e os recursos nos seus processos”. Logo, para garantir melhores posições no mercado, basta que estes empreendimentos adquiram um posicionamento que lhes promova um processo de melhoria contínua, não somente para sobreviver, mas para obter destaque nesse novo ambiente de extrema competitividade.

Chiavenato (1990) salienta que os estoques têm como principal objetivo auxiliar na garantia de um bom funcionamento da empresa, mitigando os efeitos que a demora ou o atraso no fornecimento de determinado suprimento ocasionam na lucratividade, confiabilidade e na flexibilidade do processo produtivo de uma organização.

Segundo Wiendahl e Breithaupt (2001) o uso do *Workload Control* (WLC) ou *Load-Oriented Control* (LOC) tem o objetivo de realizar o controle das cargas de trabalho realizadas no processo de manufatura, servindo como indicador de capacidade produtiva e instrumento que permite a realização de um ajuste que esteja em conformidade com o nível de inventário, com as ordens de fabricação, reduzindo, desta forma, os tempos de atravessamento sem que isso comprometa a flexibilidade no processo de entrega do processo produtivo.

Thurer e Godinho Filho (2012) informam que a WLC é apresentada uma abordagem que permite controlar, de forma simultânea, o *lead time* dos produtos e a capacidade produtiva, integrando os setores de produção e vendas em um sistema hierárquico, reduzindo desta maneira, a variabilidade da taxa de processamento do produto.

Rodrigues e Selitto (2008) salientam que apesar de não ser muito discutida nas indústrias brasileiras, a metodologia WLC é considerada uma importante aliada para as empresas do tipo *Assembly-to-order* (ATO) – produtos que tem seus componentes principais

iniciados após a formação de uma demanda, sendo estes componentes produzidos e armazenados antes da chegada do pedido – pois permite desenvolver aprimoramentos no controle da produção, por meio de uma melhoria no desempenho das atividades produtivas da organização. Para os mesmos autores a chegada do pedido de cliente provoca o término da montagem do produto, com base na utilização dos componentes já produzidos.

Thurer e Godinho Filho (2012) salientam também que esta metodologia visa reduzir o *lead time* de atendimento, já que este mitiga o tempo necessário para a realização à etapa de montagem final do produto. Em outras palavras, nessa estratégia se mantêm estoques apenas dos componentes de maior demanda, reduzindo, sob a visão do consumidor, o *lead-time* de entrega, tornando a empresa apta a realizar a montagem em um espaço de tempo reduzido.

Desta maneira, o objetivo desta pesquisa é utilizar a união da metodologia FMEA e a WLC em uma empresa do setor metal-mecânico, que para fins de confidencialidade, será considerada no presente artigo como Empresa Alfa, identificando os problemas que elevam o tempo de *lead time* do processo produtivo e, com o auxílio da metodologia WLC, analisar as cargas de trabalho realizadas na linha de produção para que seja possível fazer o controle da produção.

Deste modo, com a finalidade de analisar o tema abordado com uma maior exatidão, desenvolveu-se um estudo sistemático dos conteúdos disponíveis em métodos, técnicas e procedimentos de caráter científico. A fim de que se efetuasse um gerenciamento de estoques eficientes para garantir uma maior produtividade dos *sidecars* desenvolvidos pela Empresa Alfa, o autor deste trabalho, faz uso de uma abordagem qualitativa. Essa abordagem possibilita uma relação direta entre o mundo real e o ambiente pesquisado, já que permite analisar, questionar e interpretar determinado fato sem a necessidade de analisar os recursos numéricos ou estatísticos. Silva e Menezes (2005) explicam que a abordagem de caráter qualitativo permite a percepção de um fato relacionado às pessoas: atitudes, hábitos ou comportamentos.

Além disso, quanto aos objetivos, esta pesquisa pode ser considerada como descritiva, pois, de acordo com Oliveira (1999, p. 118) “o estudo descritivo possibilita o desenvolvimento de um nível de análise em que se permite identificar as diferentes formas dos fenômenos, sua ordenação e classificação”. Gil (2002, p. 30) salienta que a pesquisa descritiva é “a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou,

então, o estabelecimento de relação entre as variáveis”.

E por fim, o autor faz uso de questionários estruturados, a aplicação de questionários para a obtenção de informações pode ser caracterizada por uma técnica investigativa composta por questões abertas ou fechadas que tem como finalidade realizar observações para se compreender melhor os fenômenos que serão estudados (Hill; Hill, 2012). Vergara (2003, p. 47) acrescenta que o questionário se caracteriza “por uma série de questões apresentadas ao respondente por escrito (podendo) ser aberto, pouco ou não estruturado, ou fechado estruturado”.

## 2. *Lean Manufacturing*

De acordo com Black (1998, p. 121), o “sistema de manufatura deve entregar produtos de qualidade ao preço mais baixo possível dentro do menor período de tempo possível” e é neste ambiente que se origina a mentalidade de produção enxuta que, segundo Dias (2012, p. 49) consiste em “uma estratégia de negócios para aumentar a satisfação dos clientes através da melhor utilização dos recursos”. Pollick (2016) acrescenta ainda que a finalidade desta filosofia é fornecer valor aos consumidores com custos baixos, através da melhoria dos fluxos dos processos.

A produção enxuta pode ser interpretada como o pilar de um sistema que controla as de operações procurando sempre a coordenação ou sincronismo do processo produtivo com a demanda específica de produtos acabados fabricados pela empresa, para tanto, otimiza-se todos os *lead times* intrínsecos à fabricação, montagem e disponibilização dos bens e/ou serviços, de maneira a priorizar o controle de qualidade presente nos processos de fabricação e produtos, ao flexibilizar e integralizar os processos de manufatura através do atendimento às conformidades referentes ao custo, à qualidade e aos prazos estabelecidos pelos clientes internos e externos ao empreendimento (Yusuf; Adeleye, 2002).

Oliveira (2008) salienta ainda que a filosofia do pensamento enxuto tem a finalidade de identificar e eliminar todos os desperdícios existentes na linha de produção, focando especialmente nas atividades que agregam algum tipo valor para o consumidor. Por esse motivo, a redução destes desperdícios pode elevar a eficiência da operação por uma ampla margem, ou seja, deve-se produzir apenas a quantidade necessária que supri a demanda, liberando assim, a força de trabalho extra e desnecessária, além, de reduzir dos custos de fabricação de produtos em lotes menores, em comparação com a produção em larga escala, há

também um aprimoramento organizacional dos níveis de qualidade, pois é possível um controle de produção mais preciso quando se fabrica itens a partir de pequenos pedidos (Womack; Jones, 2004).

### 2.1 Os 8 Desperdícios

Ohno (1997, p. 27) afirma que o desperdício pode ser visualizado como um conjunto de elementos que ocorrem na linha de produção e que não agregam valor ao produto fornecido ao consumidor, mas que elevam as despesas da empresa, o que torna essencial que os empreendimentos os desperdícios existentes no processo produtivo para que seja possível garantir alicerce para a redução dos custos, bem como para a permanência da organização frente ao mercado. Nesse contexto, o mesmo autor informa também que “a verdadeira melhoria na eficiência surge quando produzimos zero desperdício e levamos a porcentagem de trabalho para 100%” (p. 27).

Os desperdícios ocultos na produção podem ser vistos como agentes naturais do processo produtivo e por isso, não são identificados facilmente e que para o processo garanta um maior grau de eficiência, a produção de desperdício deve ser zero, para que assim a percentual de trabalho seja aproveitada ao máximo (Neumann, 2013). Para que seja possível identificar os desperdícios em um processo produtivo, são necessárias a realização de observação do ponto de vista do cliente, seja este interno ou externo. “O cliente não tem interesse em desembolsar por etapas do processo que não agregam valor como esperas, transporte desnecessário, entre outros” (Womack; Jones, 2004, p. 59). Assim, é necessário que os clientes internos e os colaboradores identifiquem no processo as perdas que não agregam valor, relacionando aos oito tipos de perdas descritos no Quadro 1.

Desta maneira, as perdas e os desperdícios que envolvem falhas, superprodução, transporte, excesso de processamento, estoque podem resultar em retrabalhos que estão correlacionados direta ou indiretamente ligados ao reprocessamento ou dispersão dos recursos utilizados na produção, ou seja, na forma com que se faz o controle do fluxo do material dentro das organizações. Quanto às perdas decorrentes de espera, talento ou de movimentação se relacionam com a Função Operação, pois estão focadas na análise do sujeito de trabalho e a forma com que ela exerce suas atividades de trabalho (pessoas e equipamentos) (Antunes, 2008).

Quadro 1 – Tipos de Desperdícios

Desperdícios	Descrição
Falhas	Atividades que não são realizadas corretamente.
Superprodução	Fazer mais do que é demandado pelo cliente, ou produzir antes de surgir uma demanda.
Transporte	Movimentação excessiva de um produto ao longo da cadeia produtiva
Excesso de processamento	Produzir com o nível de qualidade superior ao demandado ou realizar atividades desnecessárias.
Estoque	Excesso de estoque e capital mobilizado.
Movimentação	Movimentos desnecessários dos colaboradores do sistema produtivo.
Espera	Tempo em que não são realizadas atividades que agregam valor ao serviço.
Talento	Ocorre quando as competências dos colaboradores não são utilizadas para melhorar o processo produtivo.

Fonte: Adaptado de Graban (2013)

### 2.1. Lead Time

Segundo Senapati *et al.* (2012) o *Lead time* compreende o período (tempo) realizado entre a solicitação de uma ordem de compra de um consumidor e termina na entrega do produto final, entretanto o tempo de entrega de um produto depende de uma série de fatores que podem, de acordo com a necessidade do empreendimento, ser modificado em temporadas, feriados ou através da demanda do produto.

Christopher (2009) e Caplice e Sheffi (2003) salientam o *Lead time* passa a ser visto como um ponto de partida para a minimização do tempo ao permitir a identificação de todos os processos da cadeia produtiva, além de possibilitar a visualização do tempo de duração de cada desses processos, pois ao reduzir os gargalos e as incertezas, torna-se possível estabelecer parâmetros que auxiliam na mensuração e na criação de parcerias estáveis que a longo prazo, estabelecem um ambiente de confiança, em que todos os integrantes tenham algum benefício nesta relação.

Romeiro Filho *et al.* (2010) acrescentam ainda que o *lead time* pode ser interpretado também como a diferença entre a realização de uma venda e a visualização de quando um concorrente assina um contrato e entrega o produto antecipadamente para um cliente com alto poder aquisitivo, logo, para reduzir estes tempos de espera, pode-se utilizar o FMEA, uma metodologia que auxilia no monitoramento das falhas que podem atrapalhar o tempo de *lead-time*.

## 2.2 Assemble to Order (ATO)

Pires (2004) esclarece que as estratégias referentes aos processos de fabricação são classificadas de acordo com as formas de relacionamento entre clientes e empresas. Podendo ainda ser vista como “o padrão global de decisões e ações, que define o papel, os objetivos e as atividades da produção de forma que estes apoiem, contribuam e implementem a estratégia de negócios da organização” (Waller, 2004). Estratégia de operações é o padrão global de decisões e ações, que define o papel, os objetivos e as atividades de cada parte da produção de forma que seja possível apoiar, contribuir e implementar estratégias que agreguem valor à produção do negócio.

Pires (2004) evidencia também que as estratégias são classificadas em quatro tipos: *Make to Stock* (MTS), *Make to Order* (MTO), *Assemble to Order* (ATO) e *Engineering to Order* (ETO):

O estilo de produção *Make to Stock* (MTS) é caracterizado por sua produção para estoque, no qual os componentes dos produtos são padronizados e o planejamento é realizado a partir de uma previsão da demanda. A principal vantagem dessa estratégia é a rapidez da entrega do pedido (Wells; Nieuwenhuis, 2000).

Na produção *Make to Order* (MTO) a interação inicia somente quando o cliente realiza um pedido. Os produtos são customizados ou projetados em conformidade com os componentes padronizados, em que se admite um alto nível de intervenção e de personalização por parte do cliente. A desvantagem dessa estratégia é o elevado tempo de entrega, em contrapartida há também uma vantajosa flexibilidade proporcionada ao cliente (Krajewski; Ritzman, 1996).

No sistema de produção *Assemble to Order* (ATO) há estoque de subconjuntos, peças e itens à espera do pedido do cliente. O processo é caracterizado pela montagem sob encomenda, em que a limitação da interação com cliente é levada em consideração, porém por apresentar subconjuntos pré-fabricados, esse estilo de produção é mais ágil do que na forma MTO (Holweg; Jones, 2001).

E por fim, *Engineering to Order* (ETO) é visualizada como uma extensão ou complemento do sistema MTO, em que os produtos são totalmente projetados e estruturados

com as especificações e diretrizes do cliente. Desta maneira, o tempo de pedido é mais é superior ao do modelo de produção MTO.

Por isso, no tipo de estratégia ATO os componentes que são mais utilizados e que tem maior saída são estocados em um local intermediário, onde permanecem até que ocorra o fechamento de uma venda. Após o fechamento desse pedido, passa-se para a segunda etapa do realiza-se a segunda etapa do ciclo produtivo, no qual os componentes previamente estocados são utilizados para a fabricação de um produto com especificações próprias (PIRES, 2004).

Waller (2004) e Holweg e Miemczyk (2003) enfatizam que nessa estratégia há uma operação mais segura em relação ao processo de montagem até a finalização do processo com a chegada do pedido do cliente, assim, o produto com as especificações e características do cliente será montado com os componentes apropriados. Os mesmos autores evidenciam ainda que estocar produtos acabados ou semiacabados pode se tornar economicamente inviável, já que, em geral, as empresas que adotam esse estilo de produção possuem uma grande quantidade de combinações, ou seja, produtos finais, o que torna ineficaz a tentativa de se realizar uma previsão de demanda e da linha produtiva.

### 2.3 FMEA

A Análise de Modos e Efeitos de Falhas, ou FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) é um instrumento de caráter analítico que possibilita “identificar e documentar de forma sistemática falhas em potencial, de maneira a eliminá-las ou reduzir suas ocorrências por meio de um processo de aplicação estruturado” (Romeiro Filho *et al.*, 2010, p. 139). Miguel (2001) informa também que a partir da utilização deste método tornando possível evidenciar os possíveis gargalos que ocorrem da linha de produção, tal como a decorrência de suas causas e, com isso é possível definir atividades que servem de prevenção contra acidentes.

Para a realização do cálculo que está relacionado com a implantação do FMEA nas organizações, Stamatis (2003) considera três vertentes para identificar o grau de significância dos gargalos, sendo eles: o grau de Severidade (S) das falhas, a incidência ou a Ocorrência (O) das mesmas e como elas podem ser Detectadas (D).

Palady (1997) evidencia que a severidade geralmente é quantificada através de uma escala que varia entre 1 a 10. Para Moreira (2017, p. 7) “esta escala dissemina a magnitude dos valores aumenta à medida que há um aumento na gravidade do gargalo”, conforme é

registrado por Palady (1997) no Quadro 2.

Quadro 2 – Demonstração da Escala de Severidade

Descrição	Critério	Grau
Efeito não percebido pelo cliente.	Sem Gravidade	1
Efeito bastante insignificante, percebido pelo cliente; entretanto não faz com que o cliente procure o serviço.	Baixa Gravidade	2
Efeito insignificante, que perturba o cliente, mas não faz com que procure o serviço.		3
Efeito bastante insignificante, mas perturba o cliente, fazendo com que procure o serviço.	Gravidade Moderada	4
Efeito menor, inconveniente para o cliente. Entretanto, não faz com que de procure o serviço.		5
Efeito menor, inconveniente para o cliente, fazendo com o cliente procure o serviço.		6
Efeito moderado, que prejudica o desempenho do projeto levando uma falha grave ou a uma falha que pode impedir a execução das funções do projeto.	Gravidade Alta	7
Efeito significativo, resultando em falha grave, entretanto não coloca a segurança do cliente em risco e não pode impedir a execução das funções do projeto		8
Efeito crítico que provoca a insatisfação do cliente, interrompe as funções do projeto, gera custo significativo da falha e impõe um leve risco de segurança (não ameaça a vida nem provoca incapacidade permanente) ao cliente.	Gravidade Muito Alta	9
Perigoso, ameaça a vida ou pode provocar incapacidade permanente ou outro custo significativo da falha que coloca em risco a continuidade operacional da organização.		10

Fonte: Palady (1997)

Para Miguel (2001) é uma relação entre a ocorrência das estimativas e as probabilidades combinadas às ocorrências de um determinado gargalo. O Quadro 3 demonstra a escala de percepção da ocorrência, que também varia em uma escala de 1 a 10.

Quadro 3 – Escala de Avaliação de Ocorrências.

DESCRIÇÃO	CRITÉRIO	GRAU
Extremamente remoto, altamente remoto	Probabilidade Remota	1
Remoto Improvável	Probabilidade Baixa	2
Pequena chance de ocorrência		3
Pequeno número de ocorrências	Probabilidade Moderada	4
Espera-se um número ocasional de falhas		5
Ocorrência moderada		6
Ocorrência frequente	Probabilidade Alta	7
Ocorrência Elevada		8
Ocorrência Muito Elevada	Probabilidade Muito Alta	9
Ocorrência Certa		10

Fonte: Palady (1997)

Entretanto, Miguel (2001) destaca que estes índices impedem que as organizações visualizem imperfeições que não refletem nos níveis de qualidade real ou de alguns setores da organização. Para tanto, a fim de identificar o percentual de ocorrência, foi desenvolvida, por Palady (1997), uma estimativa que explana a escala de ocorrência (Quadro 4), fazendo com que seja possível demonstrar que a incidência de uma determinada falha impacta no resultado final oferecido ao cliente. Este percentual pode variar em uma escala de 1 a 10.

Quadro 4 – Escala Percentual de Ocorrências

<b>Escala Percentual</b>	<b>Grau</b>
Menos de 0,01%	1
0,011% – 0,20%	2
0,210% – 0,60%	3
0,61% – 2,00%	4
2,001% – 5,00%	5
5,001 – 10,00%	6
10,001% – 15,00%	7
15,001% – 20,00%	8
20,001% – 25,00%	9
Mais de 25%	10

Fonte: Palady (1997)

Com base nestas três variáveis (Severidade, Ocorrência e Detecção), é possível a realizar a interpretação de um parâmetro que permita seguir os modos de falha que causam mais risco à linha de produção (Stamatis, 2003). De acordo com Moreira (2017, p. 8) “o método utilizado para obter essa priorização é a multiplicação dos valores obtidos para os três índices ( $NPR=SxDxO$ ) e, a partir deste resultado é calculado o RPN (*Risk Priority Number*) ou NPR (Número de Prioridade de Risco)”. O Quadro 5, exemplifica e quantifica a avaliação do NPR.

Quadro 5 – Pontuação do NPR

<b>Avaliação</b>	<b>Pontuação de Risco</b>
Baixo	1 – 50
Médio	51 – 100
Alto	101 – 200
Muito Alto	201 – 000

Fonte: Adaptado de Miguel (2001)

Para Miguel (2001) a aplicação do FMEA garante uma maior efetividade no processo ao evidenciar os gargalos existentes no processo produtivo, já que permite demonstrar os modos de risco/falhas que ocorrem, ou que poderão ocorrer no processo em estudo.

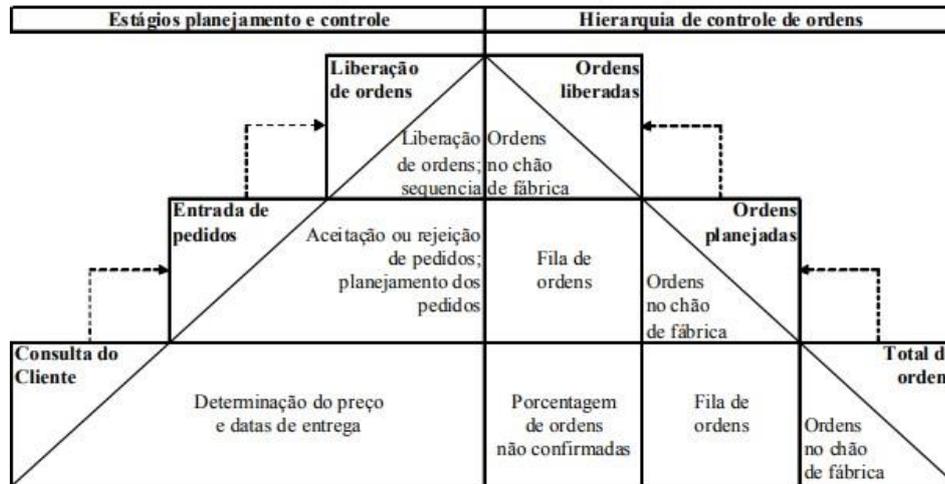
## 2.2. *Workload Control (WLC)*

Thurer e Godinho Filho (2012) conceituam o *Workload Control (WLC)* como uma metodologia desenhada para ambientes produtivos com um nicho específico de manufatura, já que possuem os conceitos de entrada da matéria-prima e saída do produto final bem definidos. Em se tratando de uma produção que é definida de acordo com a demanda do consumidor, é necessário analisar se a capacidade produtiva está seguindo a carga de trabalho total admitida no processo (entrada) para nunca exceder à capacidade de execução das operações (saída), caso isso ocorra, há consequências como a conclusão atrasada das ordens de produção e o “congestionamento” entre elas, o que ocasionará em uma recorrência de horas-extras de produção, tornando o processo de trabalho ineficiente (Soepenber, 2010).

No sistema WLC, a sequência de trabalho ocorre com a solicitação ou ordem de produção dos clientes, ou seja, os clientes “dão início” à entrada de pedidos e a liberação de como será realizado o processo de produção. Essas ordens serão tratadas, priorizadas e sequenciadas, respeitando-se regras próprias de produção definidas pelo empreendimento, além disso, essas etapas a execução dessas etapas devem estar acompanhadas de um gerenciamento adequado sobre a sua capacidade de produção (Stevenson, 2006). A figura 1 demonstra, de maneira esquematizada, a hierarquia de planejamento e controle do sistema WLC, indicando atividades-chave de controle da produção.

A carga de trabalho planejada é controlada pela emissão do pedido de produção do cliente, que dá suporte e determina as datas de entrega, bem como a possibilidade de aquisição de novos pedidos de fabricação, o que fornece à organização um diferencial competitivo frente aos seus concorrentes (Rodrigues; Selitto, 2008). Os mesmos autores salientam ainda que a carga de trabalho do chão de fábrica é controlada através de mecanismos permitem a visualização dos processos de produção, bem como os possíveis gargalos e deficiências que ocorrem durante a fabricação de determinado produto.

Figura 1 – Hierarquia de planejamento e controle do sistema WLC.



Fonte: Stevenson (2006)

### 3. Metodologia

Para iniciar o processo de implantação da metodologia *Workload Control* (WLC) em conjunto com a metodologia FMEA, foi realizado um estudo teórico quanto à utilização destes instrumentos como impulsionadores para o processo de melhoria contínua dos *sidecars* fabricados pela Empresa Alfa. Em seguida, para dar maior eficiência à pesquisa desenvolveram-se dois formulários, compostos por questões abertas e fechadas, aplicados a todos os doze (12) colaboradores da organização. Os dados posteriores deste estudo foram adquiridos através de consulta a *sites*, artigos de caráter técnico-científicos, livros, monografias e dissertações.

As questões contidas nos formulários tratam sobre a organização estratégica do empreendimento, sobre a produção dos equipamentos, a missão, a visão e os objetivos da empresa. Além disso, os formulários serviram também para identificar os possíveis fatores que influenciam no gargalo do processo produtivo, bem como, avaliar a opinião dos envolvidos no processo de melhoria e monitorar os resultados obtidos em todo o processo de fabricação dos *sidecars* fabricados pelo empreendimento em análise.

### 4. Análise dos Resultados

Com base nas informações coletadas, foi desenvolvida uma proposta para a aplicação das metodologias WLC e FMEA no processo de fabricação dos *sidecars* da Empresa Alfa. O primeiro passo relatado nesta análise foi à realização de uma reunião para que gestores e

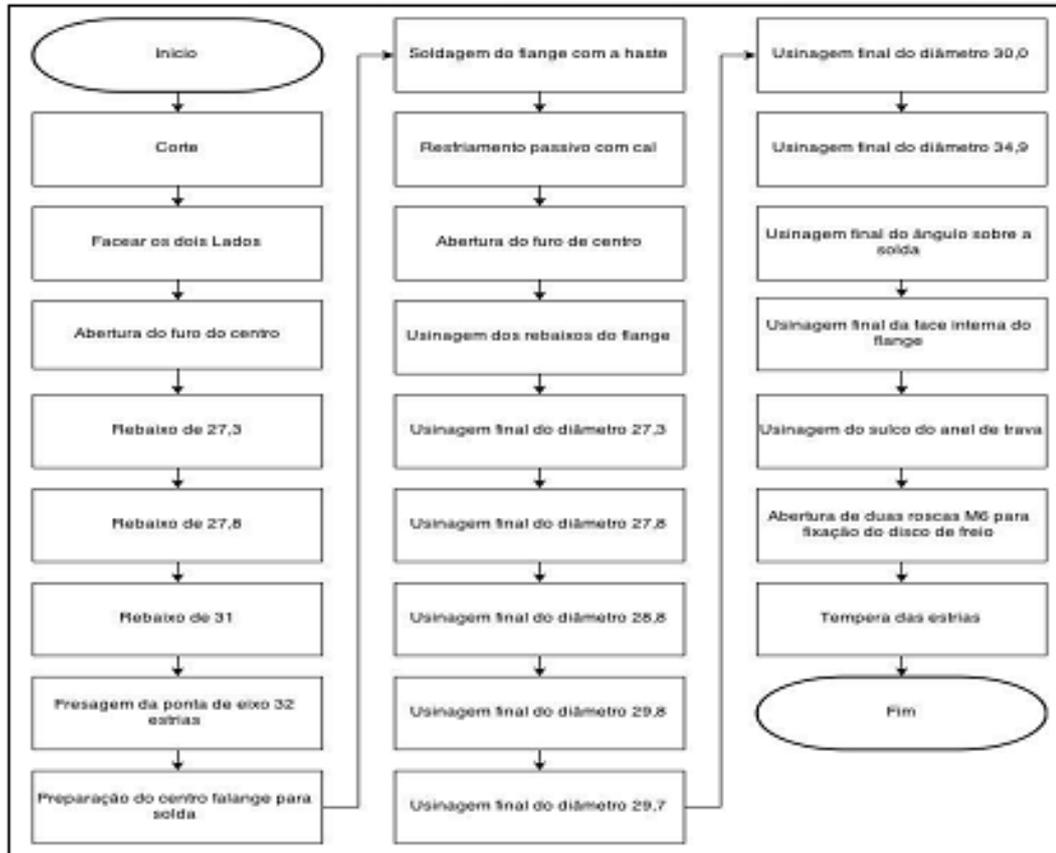
colaboradores pudessem esclarecer as informações sobre o funcionamento do triciclo e como é realizada a fabricação do *sidecar* da organização.

Desta forma, com base nos esclarecimentos adquiridos, foi possível definir os objetivos estratégicos para a elaboração de uma análise eficiente e que beneficiasse tanto colaboradores como os clientes que consomem os produtos do empreendimento analisado. Para Moreira *et al.* (2015) uma análise que ocorre no setor produtivo de um empreendimento só se torna bem-sucedido quando são considerados fatores que são vantajosos tanto para a organização (incluindo os colaboradores e os gestores) quanto para os clientes, pois nada adianta desenvolver um produto vantajoso para o empreendimento se os clientes não consumirem esses produtos.

A primeira medida a ser tomada para garantir a eficiência desta análise é a definição de uma equipe que deverá analisar todo o processo a fim de verificar todos os custos necessários para fabricar o produto internamente e quanto custará para uma empresa terceirizada fabricá-lo. Assim, foi definida a equipe que realizará o controle das cargas de trabalho realizadas no setor de usinagem dos *sidecars*.

Para melhor evidenciar o desenvolvimento de qualquer atividade no contexto organizacional, é importante demonstrar todos os procedimentos necessários para se compreender a sequência lógica das atividades que o compõem (Grimaldi; Mancuso, 1994 *apud* Moreira, 2017). Em virtude disso, a fim de realizar uma melhor análise desta metodologia, foi elaborado um fluxograma com a finalidade de demonstrar todas as etapas desenvolvidas no processo de usinagem dos *sidecars* (Figura 2).

Atuam no processo de laminação dos *sidecars* dois colaboradores, eles ficam responsáveis por todas as atividades, desde o recebimento da ordem de produção até a rebarba dos *sidecars* semiacabados. Entretanto, para identificar a carga de trabalho realizada por cada operador torna-se necessário a elaboração de um banco de dados com informações sobre as possíveis causas e modos de falhas existentes nessa etapa do processo produtivo.

Figura 2 – Fluxograma do processo de fabricação dos *sidecars*

Para desenvolver este estudo e aplicar a metodologia WLC torna-se indispensável à elaboração de um banco de dados com informações sobre as possíveis causas e modos de falhas existentes no processo produtivo organizacional. Neste sentido, a primeira etapa do desenvolvimento desta melhoria foi a de analisar, através do método FMEA, todos os dados de falhas contidos na linha de produção. Esta análise FMEA foi adquirida através de um levantamento realizado com a colaboração dos funcionários e gestores (quadro 5). Todos os fatores observados foram inseridos em um quadro que os classifica de acordo com a sua Severidade (S), Ocorrência (O), Detecção (D) e o Número Prioridade de Risco (NPR) – obtido através da equação  $NPR = S \times O \times D$ .

Com a visualização das possíveis falhas, torna-se possível identificar as ocasiões em que é necessária uma maior atenção dos colaboradores, mas não é possível estimar a colaboração de cada colaborador nas etapas de trabalho. Desta maneira, para evidenciar de maneira mais eficiente a atuação de cada colaborador, foi elaborado um diagrama homem-máquina para se analisar as cargas de trabalhado realizadas pelos equipamentos e por cada

colaborador (apêndice A).

Quadro 5 – Análise FMEA do processo de fabricação dos *sidecars*

Risco (s)	S	O	D	(NPR)	Prioridade (Grau) De Risco
1. Incoerência nas especificações dos clientes	5	4	1	20	Baixo Risco
2. Falha na união das peças dobradas	7	4	3	84	Risco Moderado
3. Incidência de trincas longitudinais durante o processo de corte e dobras	9	4	2	72	Risco Moderado
4. Incidência de porosidades/impurezas no processo de corte e dobra do chassi	8	4	2	96	Risco Moderado
5. Quebra do chassi semiacabado	9	6	6	324	Alto Risco
6. Quebra do esmeril	9	5	6	270	Alto Risco
7. Falta de Matéria Prima	4	4	1	16	Baixo Risco

Através do apêndice A foi possível evidenciar que há uma grande carga de trabalho em cada um dos colaboradores deste setor (percentual superior a 90%), o que poderá resultar em um grande desgaste dos funcionários e, conseqüentemente na redução da produtividade da organização. Além disso, foi possível observar que os colaboradores têm seu tempo de descanso muito escasso em virtude da alta demanda da empresa.

Desta maneira, com a finalidade de reduzir a carga de trabalho dos colaboradores, optou-se pela retirada de um colaborador da etapa de laminação – setor que apresentava as menores taxas de cargas de trabalho – e inseri-lo no processo do setor para que ele pudesse auxiliar os colaboradores e reduzir desta maneira as cargas de trabalho desta etapa do processo produtivo no ao mesmo passo que eleva a produtividade do empreendimento.

Após a realização do *turnover* do colaborador e da reestruturação do *layout* (por questões de confidencialidade com a empresa este *layout* não será ser informado) desta etapa realizou-se um novo diagrama homem-máquina para analisar ocorreria à redução nas cargas de trabalho dos colaboradores do setor de usinagem da Empresa Alfa (apêndice B). O apêndice B demonstra que houve uma redução significativa nas cargas de trabalho e esses colaboradores não ficarão ociosos, porque foram definidos parâmetros e indicadores que irão auxiliar colaboradores e gestores na realização de trocas temporárias de setores para que dessa forma nenhum colaborador fique ocioso ou com trabalho extra e como eles têm elevados

índices de produção, o tempo “parado” observado pelo apêndice B será utilizado para reiniciar a etapa de usinagem com uma nova chapa de aço.

## 5. Considerações Finais

Através desta pesquisa foi possível analisar que as metodologias WLC e FMEA trazem para a empresa em que ela foi implantada. Já que com uma visualização das possíveis falhas, identificadas através da metodologia FMEA, a empresa pode desenvolver um plano de ações corretivas para prevenir contra as eventuais falhas listadas. Além disso, a utilização da metodologia WLC possibilitou a visualização das cargas de trabalhos dos colaboradores, e tornou possível a visualização dos colaboradores que estavam sofrendo de fadiga e que estavam trabalhando de forma exaustiva.

Na Empresa Alfa, a utilização destas metodologias possibilitou, dentre outros fatores, a inserção de uma atividade que irá realizar a inspeção de qualidade nas chapas fabricadas, elevando a qualidade dos produtos fabricados pelo empreendimento, além de possibilitar um melhor direcionamento quanto à utilização da matéria prima e reduzir o risco de falta de matéria prima na linha de produção. Foi possível relatar também que com esta nova metodologia os funcionários estão mais preparados para a inserção de estratégias que favoreçam uma melhoria no ambiente de trabalho e um aumento na qualidade dos produtos oferecidos aos seus consumidores.

## Referências

- Antunes, J. (2008). *Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para o projeto e gestão da produção enxuta*. Porto Alegre: Editora Bookman.
- Black, J.T. (1998). *O Projeto da Fábrica com Futuro*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Caplice, C.; Sheffi, Y. (2003). Optimization Based Procurement for Transportation Services, *Journal of Business Logistics*. 24:2, p. 109-128.
- Chiavenato, I. (1990). *Iniciação ao Planejamento e Controle da Produção*. São Paulo: Mcgraw-Hill.
- Christopher, M. (2009). *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: criando redes que agregam valor*. 2ª ed., Ed. Cengage Learning.
- Dias, M.A.P. (2012). *Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão*. 6. ed. São Paulo: Atlas.
- Gil, A.C. (2002). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. Ed. Atlas. 4. ed. São Paulo.
- Gonçalves, J.E.L. (2000). As Empresas São Grandes Coleções De Processos. RAE – Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v.40, n.1, p. 6-19, Jan/Mar.
- Graban, M. (2013) *Hospitais Lean: melhorando a qualidade, a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários*. Porto Alegre: Bookman.
- Hill, M.M.; Hill, A. (2012). *Investigação por Questionário*. Sílabo Ltda. Lisboa.

- Holweg, M.; Jones, D.T. (2001). *The Build-to-Order Challenge: What it really takes to let Customer Orders drive the Assembly Schedule*. *Automotive World*. p. 40-45.
- Holweg, M.; Miemczyk, J. (2003) - Delivering the '3-Day Car' – The Strategic Implications for Automotive Logistics Operations. *Journal of Purchasing & Supply Management*. V. 9, p. 63-71.
- Krajewski, L.J.; Ritzman, L.P. (1996). *Operations Management: Strategy and Analysis*. Addison Wesley, 4ª edição.
- Miguel, P.A.C. (2001). *Qualidade: Enfoques E Ferramentas*. São Paulo: Artliber Editora.
- Moreira, J.P.S. (2017). Análise de falhas com base na metodologia Troubleshooting: um estudo de caso em uma empresa do setor industrial. In: XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Joinville/SC..
- Moreira, J.P.S. et al. (2015). Implantação das metodologias MASP e 5S no almoxarifado de uma indústria de sidecar. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza/CE.
- Neumann, C. (2013). *Gestão de sistemas de produção e operações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 248 p.
- Ohno, T. (1997). *O sistema Toyota de produção*. São Paulo: Artes Médicas.
- Oliveira, C.S. (2008). *Aplicação de Técnicas de Simulação em Projetos de Manufatura Enxuta*. Universidade Federal de Minas Gerais, Estudos Tecnológicos, v. 4, n. 3, p. 204-217.
- Oliveira, S.L. (1999). *Tratado de metodologia científica*. São Paulo: Pioneira.
- Palady, P. (1997) *FMEA: Análise Dos Modos De Falha E Efeitos: Prevendo E Prevenindo Problemas Antes Que Ocorra*. São Paulo: Imam.
- Pires, S.R.I. (2004). *Gestão da Cadeia de Suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos – Supply Chain Management*. São Paulo: Atlas.
- Pollick, M. (2016). *What is lead time?*. Wise Geek. Disponível Em: <<http://www.wisegeek.org/what-is-lead-time.htm>>. Acesso em 20 Ago. 2016.
- Rodrigues, D.M.; Sellitto, M. (2008). Práticas logísticas colaborativas: o caso de uma cadeia de suprimentos da indústria automobilística. *Revista Administração*, v. 43, n. 1, p. 97-111.
- Romeiro Filho, E. et al. (2010). *Projeto do produto*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Senapati, A.K.; Mishra, P.C.; Routra, B.C.; Biswas, A. (2012). An extensive literature review on lead time reduction in inventory control. In: *International Journal of Engineering and advanced Technology (IJEAT)*. v. 1, n. 6, p. 104-111.
- Silva, E.L.; Menezes, E.M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 4. ed. rev. atual. Florianópolis/SC: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2005.
- Soepenbergh, G.D. *Workload Control under diagnosis*. Groningen: Universidade de Groningen, 2010.
- Stamatis, D.H. (2003). *Failure Mode And Effect Analysis: fmea from theory to execution*. 2. ed. rev. e atual. United States: Asq.
- Stevenson, M. (2006). Refining a Workload Control (WLC) concept: a case study. *International Journal of Production Research*, v. 44, n. 4, p. 767-790.
- Thurer, M.; Godinho, M.F. (2012). Redução do lead time e entregas no prazo em pequenas e médias empresas que fabricam sob encomenda: a abordagem Worload Control (WLC) para o Planejamento e Controle da Produção (PCP). *Gestão & Produção*, vol. 19, no. 1, p. 43-58.
- Vergara, S.C. (2003). *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. 4. ed. São Paulo: Atlas.
- Waller, B. (2004) - Market Responsive Manufacturing for the Automotive Supply Chain. *Journal of Manufacturing Technology Management*. vol.15, n. 1, p. 10 – 19.
- Wells, P.; Nieuwenhuis, P. (2000). Why Big Business Should Think Small. *Automotive World*, jul.-Ago.
- Wiendahl, H.; Breithaupt, J.: (2001). Automatic production control applying control theory, *International Journal of Production Economics*, Amsterdam, v. 63, n.1, p.33-46.

Womack, J.P. *et al.* (2004). *A máquina que mudou o mundo*. 11.ed. Rio de Janeiro: Campus.

Yusuf, Y.Y.; Adeleye, E.O. (2002). A comparative study of lean and agile manufacturing with a related survey of practices in the UK. *International Journal of Production Research*, v. 40, n. 17, p. 4545-4562.

## Apêndices

Apêndice A – Representação do Diagrama homem-máquina do setor de corte e dobra com dois colaboradores

Setor de Usinagem							
Homem				Máquinas			
Operador 1	Tempo (min)	Operador 2	Tempo (min)	Máquina 1 - Guilhotina	Tempo (min)	Máquina 2 - Dobradeira	Tempo (min)
Selecionar Chapa	2	Selecionar Chapa	2	Parado	2	Parado	2
Transporte da Chapa	3	Transporte da Chapa	3	Parado	3	Parado	3
Marcação do Corte	1,5	Parado	1,5	Parado	1,5	Parado	1,5
Corte da Chapa	0,5	Parado	0,5	Corte da Chapa	0,5	Parado	0,5
Parado	0,4	Marcação da Dobra	0,4	Parado	0,4	Parado	0,4
Dobrar a Peça	3						
Encaminhar para Montagem	2,5	Encaminhar para Montagem	2,5	Parado	2,5	Parado	2,5
<b>Percentual Trabalhado</b>	93,02%	<b>Percentual Trabalhado</b>	92,24%	<b>Percentual Trabalhado</b>	3,87%	<b>Percentual Trabalhado</b>	23,25%

Apêndice B – Representação do Diagrama homem-máquina do setor de corte e dobra com três colaboradores

Setor de Usinagem									
Homem						Máquinas			
Operador 1	Tempo (min)	Operador 2	Tempo (min)	Operador 3	Tempo (min)	Máquina 1 - Guilhotina	Tempo (min)	Máquina 2 - Dobradeira	Tempo (min)
Selecionar Chapa	1	Selecionar Chapa	1	Selecionar Chapa	1	Parado	1	Parado	1
Parado	2	Parado	2	Transporte da Chapa	2	Parado	2	Parado	2
Marcação do Corte	1,5	Parado	1,5	Parado	1,5	Parado	1,5	Parado	1,5
Corte da Chapa	0,5	Parado	0,5	Parado	0,5	Corte da Chapa	0,5	Parado	0,5
Parado	0,5	Marcação da Dobra	0,5	Parado	0,5	Parado	0,5	Parado	0,5
Dobrar a Peça	3	Dobrar a Peça	3	Parado	3	Dobrar a Peça	3	Dobrar a Peça	3
Inspeção de Qualidade	3	Inspeção de Qualidade	3	Inspeção de Qualidade	3	Inspeção de Qualidade		Inspeção de Qualidade	3
Parado	1,5	Parado	1,5	Encaminhar para Montagem	1,5	Parado	1,5	Parado	1,5
<b>Percentual Trabalhado</b>	65,38%	<b>Percentual Trabalhado</b>	65,38%	<b>Percentual Trabalhado</b>	57,7%	<b>Percentual Trabalhado</b>	3,84%	<b>Percentual Trabalhado</b>	23,07%