

ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA QUADRO DE ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO (QAP) NO SETOR DE METROLOGIA DE UMA EMPRESA DO RAMO AERONÁUTICO

Autores

Felipe dos Santos Pinheiro¹

Italo Faria Veloso²

Ivan Luis dos Santos³

Adriano José Sorbille de Souza⁴

Marcílio Farias da Silva⁵

Resumo

Na Gestão da Produção, a prática de coleta de dados e análises são essenciais, mas requer muita técnica, para isso, o Quadro de Acompanhamento da Produção – QAP auxilia visualizar os problemas no processo e a sua representação e tratamento de dados, executadas corretamente, auxiliam a atuação do Gestor. Reconhece-se que a melhoria dos processos produtivos e aumento de sua eficiência determinam a competitividade das empresas e, por isso, a sua relação com o pensamento do Lean Manufacturing e das ferramentas da qualidade, Takt Time e Metrologia. O estudo tem o objetivo de discutir e aplicar o QAP no setor de metrologia de uma empresa do ramo aeronáutico que possibilite identificar as ocorrências que impactam na medição das peças, desperdícios de tempo e materiais. Trata-se de um estudo de abordagem qualitativa, do tipo de pesquisa descritiva, baseado na pesquisa-ação e em estudo de caso. Os resultados permitiram aferir que a aplicação do QAP traz melhoria na gestão da produção que contribuíram para identificar 24 problemas nas máquinas 3D e contorno. As aferições foram realizadas por período de um trimestre e devem ser acompanhadas, visando a identificação das causas e após identificadas, devem ser tratadas através de planos de ação, realizando as melhorias do processo. Identificou-se que as principais ocorrências estão relacionadas com defeitos nas máquinas, falta de operador, análise de medição, reuniões e procura dos lotes.

Palavras-chave: Sistema de produção. Lean manufacturing. Metrologia. Takt time. Quadro de acompanhamento da produção.

ANALYSIS AND IMPLEMENTATION OF THE PRODUCTION MONITORING TOOL (QAP) TOOL IN THE METROLOGY SECTOR OF AN AERONAUTICAL BRANCH COMPANY

Abstract

In Production Management, the practice of data collection and analysis is essential, but it requires a lot of technique, for that, the Production Monitoring Board - QAP helps to visualize the problems in the process and their representation and data treatment, executed correctly, assist the performance of the Manager. It is recognized that the improvement of production processes and the increase of their efficiency determine the competitiveness of companies and, therefore, their relationship with the thinking of Lean Manufacturing and quality tools, Takt Time and Metrology. The study aims to discuss and apply the QAP in the metrology sector of an aeronautical company that makes it possible to identify the occurrences that impact the measurement of parts, waste of time and materials. This is a qualitative study, of the type of descriptive research, based on action research and a case study. The results made it possible to verify that the application of QAP improves production management, which contributed to the identification of 24 problems in 3D and contour machines. The measurements were carried out

¹ Graduação em Gestão da Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – Fatec Prof, Waldomiro May. E-mail: contato@fateccruzeiro.edu.br

² Graduação em Gestão da Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – Fatec Prof, Waldomiro May. E-mail: contato@fateccruzeiro.edu.br

³ Graduação em Gestão da Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – Fatec Prof, Waldomiro May. E-mail: contato@fateccruzeiro.edu.br

⁴ Doutorado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e docente na Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – Fatec Prof, Waldomiro May. E-mail: adriano.souza26@fatec.sp.gov.br

⁵ Doutorado em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e docente na Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – Fatec Prof, Waldomiro May. E-mail: marcelio.silva2@fatec.sp.gov.br

for a period of one quarter and will be carried out periodically and accompanied by an action plan aimed at identifying the causes and improving the processes. Occurrences related to improving the control and measurement of parts, reducing waste of time and materials in the company's sector.

Keywords: Production system. Lean manufacturing. Metrology. Takt time. Production monitoring framework.

Introdução

Visto que a empresa depende diretamente da linha produtiva, ela deve estar em constante melhoria, visando sempre diminuir os custos e desperdícios assim aumentando os lucros da empresa. No setor produtivo da empresa, de modo geral, se tem implantado o Quadro de Acompanhamento de Produção, o qual funciona por meio de células, e para cada célula tem uma meta de liberação de lote com certa quantidade diária de peça por dia ou turno variando de acordo com o produto produzido. Importante destacar, que ao se iniciar a produção de um lote, as células devem realizar a medição da primeira peça do lote.

A revisão da literatura (MELLO, 1998; NETO SILVEIRA, 2001; SILVA e SANCHES, 2001) aponta que ao iniciar a sequência na produção, a primeira peça deve estar aprovada conforme as medições realizadas pelo setor de metrologia e, por sua vez, pode-se detectar um gargalo de produção, as razões seriam devido à complexidade ou quantidade de peças que estão aguardando medições.

Visando ampliar os dados para o gestor, o presente estudo tem o objetivo geral de implementar o QAP no setor de metrologia de uma empresa do segmento aeronáutico. Como objetivos específicos o estudo busca: a) proporcionar melhoria no controle da medição de peças hora a hora; b) assegurar apontamentos de eventuais problemas que acabem interferindo na inspeção; c) tratar os problemas eliminando possíveis desperdícios e aumentando sua produtividade.

O estudo é pautado pela utilização da filosofia Lean Manufacturing, devido à sua ênfase na eliminação das fontes de desperdícios, e também da ferramenta da qualidade takt time, utilizada para medir a demanda do cliente (produção) e hora máquina disponível, através disso será calculado a quantidade de peça que será medida por hora.

Para atender aos objetivos propostos, utiliza-se a metodologia da pesquisa é de natureza qualitativa de caráter descritiva, com a utilização dos métodos de pesquisa-ação e estudo de caso. O estudo está subdividido pela parte introdutória. Na segunda parte, discute-se o sistema de produção, o pensamento Lean Manufacturing, a metrologia enquanto setor da área produtiva que tem a finalidade de mensurar as medições de peças em processo e as ferramentas da qualidade, Takt Time e o Quadro de Acompanhamento da Produção, Na terceira parte é apresentado o capítulo da metodologia da pesquisa, que foi realizado um estudo de caso no

setor de metrologia de uma empresa do ramo aeronáutico e que implanta o QAP buscando achar erros na parte produtiva, e assim soluciona-los. Na quarta parte são apresentadas as análises e discussões e, por fim, as considerações finais.

1. Fundamentação Teórica

1.1 Sistema de Produção

Do latim *productio.onis*, "ação ou efeito de produzir", o termo está relacionado ao resultado de algum processo humano, da natureza ou artificial (máquina) gerando um produto ou serviço (RIBEIRO, 2018). Desde os primórdios, o homem descobriu a capacidade de produzir coisas que a natureza lhe fornecia e, com o passar dos séculos, essa habilidade foi refinando-se, então, surgiram os artesões, especialistas em criar diversos tipos de produtos com suas próprias mãos, os quais eram vendidos para atender a necessidade de uma certa região.

Com o aumento da população essas atividades antes realizadas manualmente já não satisfazem a demanda do mercado, assim buscando novas formas de ampliar o processo produtivo surge a primeira revolução industrial, ocorrida nos meados de 1765, o mundo entra num cenário diferente com o surgimento das indústrias. Esse século foi marcado por transformações sem precedentes na história, essa transformação fez com que a indústria se desenvolvesse e criassem métodos eficazes de trabalho (FREEMAN; PEREZ, 1988).

Desde então, a sociedade vem evoluindo e com ela os sistemas produtivos também, atualmente o mundo é mantido pelas produções indústrias que crescem cada dia mais rápido com auxílio das tecnologias existentes. MacCarthy e Fernandes (2000) ao definirem sistema de produção industrial afirmam que esta é a junção dos elementos humanos, físicos e gerenciais relacionados entre si e projetados para que a produção seja de maneira que o valor final dos produtos seja maior que os custos para produzi-los. São várias as maneiras e parâmetros de classificação dos sistemas produtivos, partindo dos mais amplos e genéricos até os mais específicos e estreitos.

Uma classificação genérica amplamente conhecida dos sistemas produtivos baseia-se na atividade econômica à qual se refere (PIRES, 2004): a) Primária: agropecuária, extrativismo; b) Secundária: indústria, transformação; c) Terciária: serviços.

Sipper e Bulfin (1997) afirmam que todos os sistemas produtivos industriais possuem como “espinha dorsal” o processo de manufatura, possuindo dois elementos principais: material e informação. Logo, a transformação é a atividade essencial de um sistema de produção e o resultado fundamental aguardado é o valor que será agregado ao produto. Sistema de Produção é um conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens ou

serviços a partir do uso de recursos (inputs) para mudar o estado ou condição de algo para produzir saídas/resultados (outputs).

Nas organizações, o processo de transformação, denominado produção, é a atividade predominante num sistema de produção e se constitui na transformação de insumos, ou seja, matérias-primas, tecnologia, capital financeiro e intelectual, entre outros, em saídas, que podem ser produtos e/ou serviços (GAITHER; FRAZIER, 2006).

Atualmente no mundo globalizado quem predomina os sistemas de produção que empregam alta tecnologia em seus processos são as montadoras automobilísticas, que alcançaram grande sucesso em suas atividades partindo de alguns princípios criados na década de 50 no Japão.

1.2 Lean Manufacturing (Produção Enxuta)

O conceito Lean surgiu associado à linha de Produção, teve sua origem no Sistema Toyota de Produção (TPS – Toyota Production System), desenvolvido por Taiichi Ohno na década de 50 no Japão pós guerra, com esse princípio buscou-se reduzir ou eliminar os desperdícios. A situação da Toyota após a Segunda Guerra Mundial, em 1950 era de uma indústria automotiva que começava a florescer. O país havia sido dizimado por duas bombas atômicas, a maioria das fabricas haviam sido destruídas, a plataforma de abastecimento era nula e os consumidores tinham pouco dinheiro (LIKER, 2005).

Segundo Dennis (2008), o momento que a Toyota vivenciava em 1950 era de uma profunda crise, juntamente com todo o Japão. A empresa que ganha destaque nessa década é a montadora Toyota, que de maneira excepcional cria um sistema de produção que utiliza de uma sistemática fundada em princípios e valores que são usados até os dias atuais, o que a leva ser conhecida mundialmente pelo TPS (Toyota Production System) ou sistema Toyota de produção. Para Ohno (1988), desperdício se refere a todos os elementos de produção que só aumentam os custos sem agregar valor, ou seja, são as atividades que não agregam valor ao produto, do ponto de vista do cliente, mas são realizadas dentro do processo de produção. MONDEN (1984)

Este conceito aplica-se através de um conjunto de ferramentas que visam eliminar o que não agrega valor ao processo, produto e cliente. No sistema de produção enxuto tudo o que não agrega valor ao produto, visto sob os olhos dos clientes, é desperdício. Segundo Ohno (1997) a verdadeira melhoria na eficiência surge quando produzimos zero desperdício e levamos a porcentagem de trabalho para 100%. Embora a filosofia Lean manufacturing seja baseado em aplicação de ferramentas que auxiliam a redução dos desperdícios, sua efetividade não está

apenas relacionada em sua aplicação, pois ela necessita de uma mudança comportamental que envolve a cultura do ambiente e de um controle constante e principalmente a adesão por parte da equipe envolvida.

Para uma melhor visualização, o Lean se embasa em cinco princípios básicos que visam a eliminação ou redução dos desperdícios: 1) **Valor** – Identificar o que gera e não gera valor na perspectiva do cliente; ao contrário do que tradicionalmente se faz, esta análise não deve ser realizada na óptica da empresa ou dos seus departamentos; 2) **Fluxo de valor** – Definir todos os passos necessários para fabricar o produto ao longo da linha de produção, sem gerar desperdícios; 3) **Fluxo contínuo** – atuar de forma a garantir um fluxo de valor contínuo, sem interrupções ou esperas; 4) **Produção Pull** – produzir apenas as quantidades solicitadas pelo cliente; 5) **Perfeição** – Concentrar-se na melhoria contínua, procurando a eliminação constante de perdas e desperdícios.(WOMACK et al., 2003)

O Lean Manufacturing foca nas fontes de desperdícios, a saber: Tempo perdido em conserto ou refugo; Produção além do volume necessário ou antes do momento necessário; Operações desnecessárias no processo de manufatura; Transporte; Estoque; Movimento humano e Espera. A Figura 1 abaixo menciona os sete desperdícios expressos por OHNO (1997).

Figura 1: 7 Desperdícios.



Fonte: OHNO (1997).

No entanto a filosofia Lean manufacturing, apresenta uma ampla abrangência em sua aplicação, já que apresenta flexibilidade para adaptar a qualquer tipo de processo de acordo com seu nicho de mercado. Pois todos buscam o mesmo objetivo final, que está relacionado ao

aumento da eficácia, otimização de custos, melhoria na qualidade dos produtos e serviços prestados aos clientes. (WOMACK et al., 2003)

1.3 Metrologia (Como função do departamento de produção).

A metrologia é um vocábulo de origem grega, “metron” significa medida e “logo” significa ciência. A humanidade sempre buscou estabelecer unidades de medida que viabilizassem as relações comerciais. Neste contexto a metrologia é provavelmente uma das ciências mais antigas do mundo. (GONÇALVES; ELIZETE, 2005)

Segundo Theisen (1997) em civilizações extintas, como a egípcia, observam-se indícios da prática da metrologia na padronização da unidade de comprimento, a partir da medida do comprimento do antebraço do Faraó reinante, denominada “Cúbito Real Egípcio”. Este padrão de medição era entalhado em uma pedra de granito preta e transferido aos trabalhadores por meio de padrões de trabalho feitos de granito ou madeira. A tarefa de calibrar os padrões de unidade de comprimento a cada lua cheia era rigorosamente fiscalizada e o seu não cumprimento implicava pena de morte dos infratores do preceito metrológico. O esforço dessa civilização na busca por medidas exatas resultou em pirâmides que apresentam extraordinários níveis de exatidão em suas formas geométricas, considerando-se que nenhum lado da base quadrada destas pirâmides desviou-se do comprimento do lado médio mais que 0,05%.

Durante todos esses anos a metrologia foi sendo evoluída e adaptada até que em 1960 foi adotado o Sistema Internacional de Unidades (SI) pelos países signatários da Convenção do Metro, que hoje congrega 51 países signatários. O SI é um sistema coerente de unidades de medida que institui regras e definições, estabelecendo uma regulamentação de conjunto para as unidades de medida, amplamente utilizado nas relações internacionais, no ensino e no trabalho científico. Caracterizando-se por ser um sistema dinâmico, este sistema tem sido oficialmente modificado no decorrer dos anos em função da evolução tecnológica e da nova tendência de evoluir de um sistema morfológico de unidades de medida para outro mais científico que toma por base as Constantes Fundamentais da Física. O Sistema Internacional de Unidades (SI) é o sistema oficialmente adotado no Brasil para expressar as unidades das grandezas e atender aos propósitos das medições.

O Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais da metrologia (VIM) define a metrologia como “a ciência da medição”, que abrange todos os aspectos teóricos e práticos que influenciam um processo de medição, qualquer que seja o nível de exatidão e em qualquer campo da ciência ou tecnologia. É, portanto, uma ciência multidisciplinar e de vital importância para o desenvolvimento das atividades econômicas, científicas e tecnológicas.

Com o processo de globalização da produção, a metrologia assume destacada importância à medida que as medições estão presentes em praticamente todos os processos de tomada de decisão, abrangendo as áreas industriais, comercial, a saúde e o meio ambiente. (GONÇALVES; ELIZETE, 2005)

Os sistemas de controles metrológicos acrescentam benefícios aos sistemas produtivos, reduzem os custos com trabalho e retrabalho e influenciam diretamente na qualidade dos produtos e serviços, além de agregar credibilidade para as empresas que os adotam. Nesses sistemas, especificamente, a aplicação da calibração e a avaliação da incerteza conferem qualidade metrológica a instrumentos e padrões do processo de produção.

O setor de metrologia está diretamente ligado ao setor da produção, visto que o mesmo é responsável por verificar, controlar e dimensionar as características especificadas pelo cliente através de desenhos e normas.

1.4 Ferramenta da qualidade: Takt time

Segundo Shook e Rother (1998) A palavra alemã 'takt' serve para designar o compasso de uma composição musical, tendo sido introduzida na Alemanha nos anos 30 com o sentido de 'ritmo de produção', quando técnicos japoneses estavam a aprender técnicas de fabricação com engenheiros alemães. Iwayama (1997) afirma que o takt-time é o tempo alocado para a produção de uma peça ou produto em uma célula ou linha. A ideia de 'alocação' de um tempo para produção pressupõe, naturalmente, que alguém 'aloca'; o takt-time não é dado absoluto, mas sim determinado.

Takt time é o ritmo no qual você precisa completar um produto para suprir a demanda do consumidor. Tem como função ser a taxa de venda e pode ser facilmente caracterizado como o batimento cardíaco do seu processo de trabalho. Ele permite que otimize sua capacidade da maneira mais adequada para suprir a demanda sem manter muito inventário na reserva. O Takt time foi usado pela primeira vez na década de 30 na Alemanha, para a produção de aviões. Vintes anos depois, ele contribuiu significativamente para o crescimento da Toyota de uma pequena produtora de carros japonesa para uma das maiores fabricantes de automóveis do mundo.

A Figura 2, a seguir, exemplifica a forma para se calcular o takt-time.

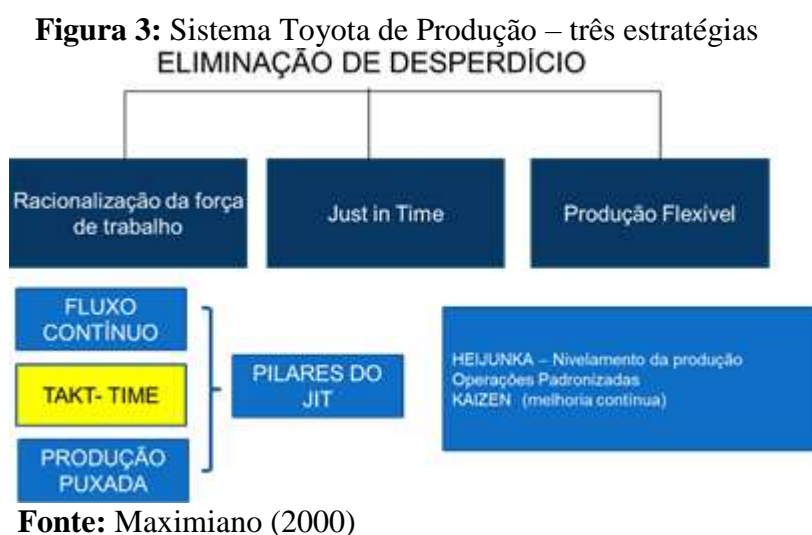
Figura 2: Fórmula Takt-time.

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Total Available Production Time}}{\text{Average Customer Demand}}$$

Fonte: Kanbanize (2020)

Conforme se observa na Figura 2, para definir o takt time, você precisa dividir o tempo de produção disponível pela demanda do consumidor. Reconhecendo que um ritmo de produção mais rápido gera estoque, enquanto um ritmo mais lento cria a necessidade de aceleração do processo, gerando perdas. O takt time é usado para sincronizar o ritmo de produção com o ritmo de vendas, por isso deve-se atuar na mesma velocidade de vendas e quanto mais reduzirmos nossas perdas, mais produzimos, e com menos recursos. (IWAYAMA, 1997)

A utilização do takt time no programa de produção proporciona uma visão enxuta, que produz de acordo com uma programação nivelada, focada no sistema JIT (Just-in-time) e TQC (Controle da Qualidade Total – Total Quality Control) e sem perdas e interrupções no processo, que fluirá conforme a necessidade do cliente. A Figura 3 a seguir, apresenta um esquema do Just in Time.



Conforme a Figura 3 acima, é apresentado onde o Takt Time se apresenta no processo de eliminação de desperdício. Para produzir de acordo com o takt time, todas as áreas da organização devem: (1) Fornecer respostas rápidas para os problemas apontados; (2) Eliminar as causas de paradas de máquinas não planejadas; (3) Eliminar tempos de troca em processos posteriores (troca rápida de ferramentas); (4) O material deve estar à disposição na hora, em quantidades e local desejado (Kanban) e deve apresentar qualidade assegurada (CEP – Controle Estatístico do Processo).

1.5 Quadro de Acompanhamento da Produção (Q.A.P)

O Quadro de Acompanhamento da Produção (Q.A.P), também conhecido como quadro de Gestão a vista, tem a finalidade de manter todos os colaboradores cientes das informações relacionadas a produção dos turnos por dia e por produtos, diferenciados pelas

cores amarelo, verde e vermelho cores utilizadas frequentemente na ferramenta Cambam. O principal objetivo é alocar em lugar visível e apropriado, as informações consideradas cruciais para percepção de problemas e identificação de oportunidades de melhorias (SILVA; SANCHES, 2001).

O controle é organizado de acordo com pré requisitos determinados pelo gestor de produção, podendo variar de empresa para empresa e de setor para setor. Os principais objetivos da gestão à vista são (MELLO, 1998):

- Oferecer informações acessíveis e simples, capazes de facilitar o trabalho diário, aumentando o desejo de se trabalhar com maior qualidade.
- Aumentar o conhecimento de informações para o maior número de pessoas possíveis.
- Reforçar a autonomia dos funcionários, no sentido de enriquecer os relacionamentos e não de enfraquecê-los.
- Fazer com que o compartilhamento das informações passe a ser uma questão de cultura da empresa.

A necessidade de um acompanhamento diário da meta, de sua execução e quanto falta para alcançá-la, segundo o objetivo proposto. A Tabela 1, a seguir, mostra um modelo de QAP exemplo utilizado pela produção de uma empresa para apontamento de peças produzidas, e demais informações pertinentes a produção do dia.

TABELA 1: Modelo de QAP

Horário	Previsto	Real	Ocorrências
19:50 - 20:00	0	0	SETUP
20:00 - 20:10	2	3	N/A
20:10 - 20:20	2	2	N/A
20:20 - 20:30	2	3	N/A
20:30 - 20:40	2	2	N/A
20:40 - 20:50	0	0	Manutenção preventive

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme se observa no Tabela 1, a produção utiliza esse modelo QAP, onde foi estabelecido um tempo e uma meta por peças, e horarios para setup e manutenção preventiva.

Assim podemos visualizar que devido a utilização das cores, torna-se de fácil compreensão das informações nele descritas, geralmente fica exposto em uma área da produção com fácil visibilidade para ajudar no acompanhamento das atividades diárias e de rotina. A Gestão à vista é uma forma de comunicação que pode ser observada por qualquer um que trabalha em uma dada área, qualquer um que esteja de passagem por esta e para qualquer um onde esteja visível. Ou seja, é aquela comunicação que está disponível em uma linguagem acessível para todos aqueles que posam vê-la, trazendo uma nova luz e uma nova vida à cultura no local de trabalho, através do compartilhamento das informações (SOUSA 2004). Em

seguida temos imagens de modelos de QAP encontrados na internet, que serão utilizados como referência para elaboração do nosso.

A Figura 4, a seguir, ilustra um modelo de QAP utilizado por empresas.

Figura 4: Modelo de QAP

		Qtd Produzida		Tempo Parada		Projeto		
Horário	Ordem de Produção	Meta	Real	Programada	Não Programada	Meta	Real	Obs.
1º Turno								
Total								
2º Turno								
Total								
3º Turno								
Total								

Fonte: Isoflex (2020)

Observa-se na Figura 4 que o QAP está separado por turnos e utiliza cores para classificação, mostra a quantidade produzida e as observações do processo. Na Figura 5, observamos outro modelo de QAP chamado de quadro diagramado de controle de produção.

Figura 5: Quadro Diagramado de Controle de Produção

Dia	SEGUNDA		TERÇA		QUARTA		QUINTA		SEXTA		TOTAL
	META	REALIZADO	META	REALIZADO	META	REALIZADO	META	REALIZADO	META	REALIZADO	
01											
02											
03											
04											
05											
06											
07											
08											
09											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											

Fonte: Isoflex (2020)

De acordo com o modelo da Figura 5, pode se notar que o quadro diagramado de controle de produção tem algumas semelhanças com a figura 4, controle de produção, porém nesse caso a gestão a vista é aplicada no mês todo não apenas nos turnos diários, coletando informações sobre a meta de peças e o que foi realizado, também disponibiliza o total do dia, assim auxilia o controle de produção de turnos demonstrado na figura 4.

O desenvolvimento e implantação da gestão à vista facilita a agilização da divulgação de informações dentro da empresa, principalmente quanto às metas de desempenhos especificadas, além de permitir um feedback, em períodos de tempo adequados e flexíveis, dos resultados das atividades de produção para a gerência e para os funcionários (NETO SILVEIRA, 2001).

2. Metodologia

O presente estudo busca embasar-se nos modelos de pesquisa científica, onde identificou se o melhor modelo aplicável para engajar a o estudo a ser desenvolvido, segundo a bibliografia, estes estudos podem ser classificados nas seguintes formas sendo eles: Qualitativa; Quantitativa; Descritiva; Bibliográfica; e Estudo de Caso. Segundo Manzato e Santos (2012), a pesquisa Qualitativa, de modo geral, tem gerado muitas controvérsias e discussões na medida em que normalmente não pode ser mensurada estatisticamente (relação universo amostra). No entanto sua aplicabilidade tem auxiliado tanto no apoio às pesquisas quantitativas, quanto como elemento informativo em si. Segundo J. Wainer (2007), a pesquisa Quantitativa é baseada na medida (normalmente numérica) de poucas variáveis objetivas, na ênfase em comparação de resultados e no uso intensivo de técnicas estatísticas.

As pesquisas Descritivas têm como objetivo primordial à descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. Serão inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas estão na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistêmica. (GIL, 2002).

Segundo Lima e Miotto (2007), refere-se à classificação do material selecionado como fonte de pesquisa como por exemplo: livros, coletânea de textos (citando o nome daqueles que foram consultados), teses e dissertações, periódicos (citando o nome daqueles que foram consultados). Segundo Yin (2001), o estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode incluir tanto estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa.

A metodologia aplicada a esse estudo refere se a pesquisas bibliográficas segundo os

autores da literatura aplicável a pesquisa científica, buscando artigos e publicações sobre aplicações de lean manufacturing e Quadro de Acompanhamento da Produção (QAP), para análise do processo visou se o estudo quantitativo, aplicado juntamente ao estudo descritivo com aplicação de estudo de caso e sugestão de melhoria no setor de metrologia.

3 ESTUDO DE CASO: SETOR DE METROLOGIA

A empresa alvo do estudo está situada no Vale do Paraíba interior de São Paulo, na cidade de Guaratinguetá-SP, as margens da rodovia Presidente Dutra próximo ao KM 58, onde possui uma de suas filiais, empresa do ramo aeronáutico multinacional atende o mercado interno Brasileiro e exporta peças para diversos países. Sendo seus principais clientes fabricantes de aeronaves da Embraer e Boeing.

Em seu processo de manufatura as atividades desenvolvidas são minuciosas e de grande precisão realizada com auxílio de tecnologia de tornos e centros de usinagem CNC, distribuídos em um galpão com várias células diferentes que trabalham simultaneamente processando diversos tipos de peças conforme a demanda dos clientes. Logo após a concepção das peças, um colaborador que é responsável pela rota das peças que devem ser medidas se desloca entre as células onde o mesmo recolhe as peças para análise de precisão, verificação das medidas e parâmetros através dos controles de qualidade, quando finalizado a peça é novamente devolvida para a célula e o ciclo se repete durante as 8 horas da jornada de trabalho de cada turno.

Devido à grande demanda e complexidade das peças, o setor muitas vezes acaba se tornando o “gargalo” da produção, pois em todos os lotes é medido a primeira peça e só se pode realizar a produção das demais peças após a medição e aprovação da primeira. Visando isso o estudo baseia-se na aplicação da ferramenta QAP, no setor de metrologia da empresa onde busca-se melhor visualização dos problemas que ocorrem durante a jornada de trabalho, podendo assim agir de forma mais eficaz na solução e neutralização dos mesmos, visto que seu processo de manufatura é de alto valor agregado e o processo de metrologia é primordial para que a qualidade do produto final esteja dentro dos padrões desejados pelos clientes.

Visto que atualmente a empresa não possui um quadro de acompanhamento no setor da metrologia, somente é controlado através da entrada e saída de cartões finalizados (medidos) que é realizada pelo responsável pela rota de medição, funciona como um Kanban onde os cartões Vermelhos são para máquinas paradas (alta prioridade), cartões Azuis são para peças em desenvolvimento (média prioridade), cartões Brancos para máquinas que estão produzindo menor prioridade), cartões Verdes para medições de dispositivos (prioridade a ser definida pelo

gestor que solicita a medição), a partir disso obtivemos a ideia de elaborar um quadro de acompanhamento para assim obter uma gestão mais visual dos problemas encontrados pelos metrologistas na hora de realizar a medição, que impacta direto no tempo de espera da produção.

Para a implementação do quadro, foi realizado o estudo e acompanhamento da quantidade de peças medidas durante três meses, gerando uma média de 410 peças medidas por mês no perfilômetro e 1110 peças medidas por mês na máquina tridimensional e dividindo esse valor por vinte dias, desconsiderando as paradas para almoço/janta, obtivemos o resultado que deve ser medido 20,5 peças por dia no perfilômetro, e 55,5 peças por dia na máquina tridimensional. Considerando a quantidade de peças a serem medidas por dia, obtivemos a quantidade de peças a serem medidas por hora considerando os três turnos do setor, o perfilômetro deve medir 1 peça por hora, enquanto a máquina tridimensional deve medir 2,5 peças por hora. Algumas peças levam um período maior devido sua complexidade e características a serem controladas, os valores acima variam de acordo com as peças.

Para gerenciar o quadro e obter resultados positivos, o líder da área deve estar coletando os dados diariamente no início do primeiro turno, após isso deve ser realizado um levantamento trimestral com as maiores causas de interrupções nas medições e também novo cálculo para verificar se houve aumento ou diminuição na demanda das peças a serem medidas. A seguir na figura 6, se observa a representação conceitual do sistema produtivo da empresa.

Figura 6: Representação conceitual do sistema produtivo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme a Figura 6 acima, o setor de metrologia compõe a unidade de fabricação, sendo a sequência de produção iniciada pelo setor de almoxarifado, onde é realizada a documentação e liberação de matéria prima onde segue para a célula produtiva responsável pelo item a ser produzido, durante a produção que é realizada por fases (em média 3 fases)

existe a necessidade de realizar a medição da primeira peça do lote nessas fases nas máquinas tridimensionais e perfilômetros encontradas na metrologia, após a medição as peças retornam para a linha produtiva, logo em seguida são direcionadas para a ajustagem que faz parte da célula de usinagem, após esse processo de ajustagem as peças seguem para o setor de galvanoplastia onde é realizado os devidos tratamentos químicos, em seguida para as montagens mecânica e elétrica, após montagem são direcionadas para o setor de inspeção final e estoque.

3.1 Implantação do QAP

A seguir são apresentadas as 9 Etapas que envolveu o processo de implantação do Quadro de Acompanhamentos da Produção. Em cada uma das etapas houve verificações de procedimentos e normas a fim de manter o padrão elevado que a empresa possui, todas as etapas foram acompanhadas pelo gestor da área, visando sempre o melhor para o setor, com o seguinte roteiro de implantação:

Etapa 1: O setor de metrologia foi identificado como “gargalo” para a linha produtiva, visto que algumas peças ficam aguardando por mais de 24 horas para serem medidas, por diversos motivos, alguns deles até causados pela própria produção;

Etapa 2: Levantamento de dados para elaboração de um quadro de acompanhamento, a fim de obter maior controle e visão dos problemas encontrados na hora da medição;

Etapa 3: Levantamento junto aos operadores das causas que acabam interrompendo a medição, assim, elaborou-se quadro identificando as causas, representado no Quadro 1 e Quadro 2 a seguir, com um código para facilitar a identificação da ocorrência no Quadro de Acompanhamento da Produção;

Quadro 1: Quadro de ocorrências para a máquina de contorno.

Código	Motivo
A	Treinamento / Reunião
B	Problema na fixação
C	Análise de resultado/medição
D	Falta de operador / operando 2 máquinas
E	Calibração de ponta
F	Manutenção/ Calibração máquina – Accretech
G	Limpeza de peça
H	Buscando lote
I	Sem peça para medir
J	Queda de energia
K	Realizando registro
L	Empréstimo de ponta de outra máquina
M	Teste
N	Falta informação para medição (RIU, plano controle, Inf. Eng)
O	Falha no programa
P	Limpeza da sala (ambiente de trabalho) - máquina indisponível
Q	Outros

Fonte: Elaborado pelos autores e líderes da área.

Quadro 2: Quadro de ocorrências para a máquina tridimensional.

Código	Descrição do problema
A	Treinamento / Reunião
B	Problema na fixação
C	Análise de resultado/medição
D	Falta de operador / operando 2 máq.
E	Calibração de ponta
F	Calibração de Mesa
G	Limpeza de peça
H	Buscando Lote
I	Sem peça para medir
J	Falta de energia
K	Try-out de novo programa
L	Empréstimo de ponta de outra máq.
M	Manutenção da máquina
N	Falta documento para medição
O	Parada para medir outro PN
P	Limpeza de sala
Q	Medição de dispositivo de Usinagem
R	Defeito máquina
S	Quebra de ponta
T	Correção de programa

Fonte: Elaborado pelos autores e líderes da área.

Etapa 4: Após acompanhamento foi encontrado a média de peças que são enviadas para serem medidas pelas máquinas da metrologia, conforme demanda da produção, com esse resultado foi identificado a quantidade de peças a serem medidas por dia, gerando um total de 41 peças para as duas máquinas de contorno (20,5 para cada), 111 peças para as máquinas tridimensionais (55,5 para cada);

Etapa 5: Foi acordado entre a liderança que será realizado uma estratificação trimestral e atuação nos problemas detectados, possíveis ajustes na demanda de peças a serem medidas, demonstradas por meio de histograma (regra 80x20) ou seja 20% das causas podem representar 80% das ocorrências.

Etapa 6: Foi realizado a elaboração do quadro de acompanhamento junto a liderança da área, representados na Figura 7 e Figura 8, com o intuito de levantar os motivos que interrompem as medições.

Figura 7: Quadro de acompanhamento Tridimensional

Máquina: 30-0005

Quadro de Acompanhamento da Produção

Turno	Operário	Hora Início	Hora Fim	Produção	Defeitos	Paradas	Materiais	Observações	Status
1º TURNO				2,0	2,0				
				3	3,0				
				4	4,0				
				5	5,0				
				6	6,0				
				7	7,0				
				8	8,0				
				9	9,0				
				10	10,0				
				11	11,0				
				12	12,0				
	2º TURNO				13	13,0			
				14	14,0				
				15	15,0				
				16	16,0				
				17	17,0				
				18	18,0				
				19	19,0				
				20	20,0				
				21	21,0				
				22	22,0				
				23	23,0				
3º TURNO					24	24,0			
				25	25,0				
				26	26,0				
				27	27,0				
				28	28,0				
				29	29,0				
				30	30,0				
				31	31,0				
				32	32,0				
				33	33,0				
				34	34,0				
				35	35,0				

Fonte: Elaborado pelos autores e líderes da área.

Figura 8: Quadro de acompanhamento Contorno.

Máquina: Contorno - CO-0005

Quadro de Acompanhamento da Produção

Turno	Operário	Hora Início	Hora Fim	Produção	Defeitos	Paradas	Materiais	Observações	Status
1º TURNO				36	36,0				
				37	37,0				
				38	38,0				
				39	39,0				
				40	40,0				
				41	41,0				
				42	42,0				
				43	43,0				
				44	44,0				
				45	45,0				
				46	46,0				
				47	47,0				
2º TURNO				48	48,0				
				49	49,0				
				50	50,0				
				51	51,0				
				52	52,0				
				53	53,0				
				54	54,0				
				55	55,0				
				56	56,0				
				57	57,0				
				58	58,0				
				59	59,0				
3º TURNO				60	60,0				
				61	61,0				
				62	62,0				
				63	63,0				
				64	64,0				
				65	65,0				
				66	66,0				
				67	67,0				
				68	68,0				
				69	69,0				
				70	70,0				
				71	71,0				

Fonte: Elaborado pelos autores e líderes da área.

Etapa 7: Após realizar a estratificação do acompanhamento (Trimestral), foi obtido as ocorrências mais frequentes, representadas a seguir no Quadro 3, que apontam as horas de

paradas de máquina que foram registradas ao longo do período de três meses observando as máquinas 3D e de Contorno.

Quadro 3: Classificações das ocorrências nas máquinas tridimensional e de contorno.

Problemas – 3D		
Item	Minutos	horas
R	2888	48,1
D	1460	24,3
C	1370	22,8
T	850	14,2
E	765	12,8
I	755	12,6
A	560	9,3
F	530	8,8
H	330	5,5
J	300	5,0
G	100	1,7
B	20	0,3
Q	20	0,3
O	10	0,2

Problemas – Contorno		
Item	Minutos	horas
A	1160	19,3
D	980	16,3
H	565	9,4
F	390	6,5
E	305	5,1
O	280	4,7
C	220	3,7
K	65	1,1
J	15	0,3
G	10	0,2

Fonte: Elaborado pelos autores e líderes da área.

Etapa 8: Realizar um histograma com os resultados obtidos. A análise realizada através do gráfico demonstra a frequência na qual as peças eram medidas e liberadas pelo setor de metrologia, através da medição do tempo de análise metrológica das peças produzidas em cada máquina onde houve ocorrências que ocasionaram atraso, ou perda de tempo hábil de trabalho. Conforme mostrado no Gráfico 1.

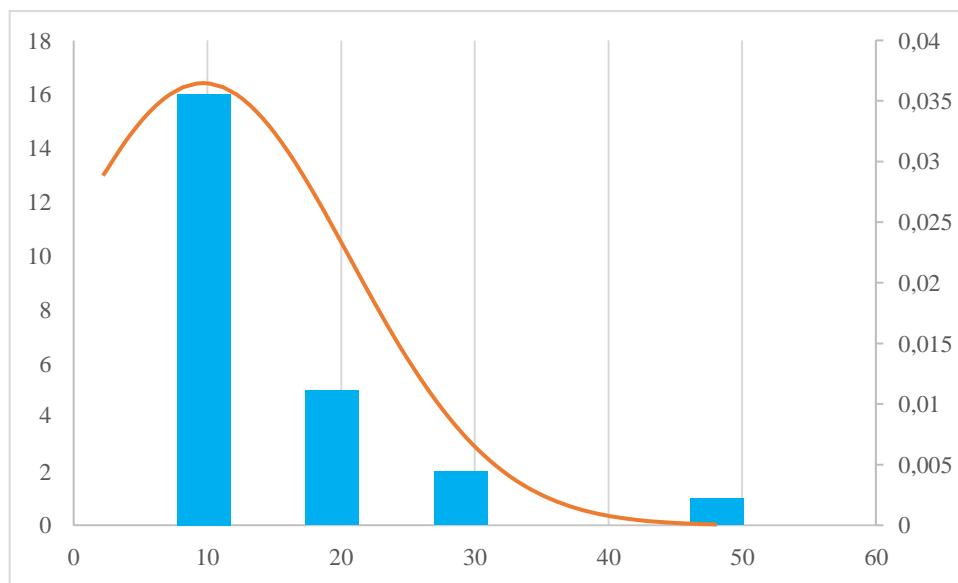
Gráfico 1: Gráfico histograma de frequência



Fonte: Elaborado pelos autores e líderes da área

O gráfico abaixo representa as maiores frequências com as quais as ocorrências acontecem, podemos notar que as maiores ocorrências estão de 0 a 10 horas como mostra a primeira coluna do gráfico e assim sucessivamente seguindo a análise de horas a segunda maior ocorrência ocorre entre 10 a 20 horas a terceira maior ocorrência ocorre entre 20 a 30 horas e a quarta maior ocorrência ocorre entre 40 a 50 horas, essa análise foi baseada de acordo com os dados coletados pelos autores de acordo com o número de peças medidas.

Gráfico 2: Gráfico histograma



Fonte: Elaborado pelos autores e líderes da área

Etapa 9: Apresentar o plano de ação para eliminar os maiores causadores de interrupção na medição.

4. Resultados Obtidos

Com a realização da implementação do Quadro de acompanhamento, foi possível diminuir as paradas que são feitas durante a medição, através do levantamento e atuação nos problemas que foram demonstrados com a implementação do quadro, com isso estima-se que as peças terão um retorno mais rápido para a linha produtiva, eliminando o tempo de espera desnecessário por parte da produção, fazendo com que as peças sejam entregues em seu prazo correto.

Para obter melhor resultado, após levantamento das maiores causas de interrupção na medição foi elaborado um histograma e na sequência foi realizado planos de ação afim de - eliminar os causadores, fazendo com que as peças sejam liberadas com maior agilidade.

De acordo com os dados analisados no gráfico histograma onde o valor mínimo encontrado das ocorrências é equivalente a 0,2 horas equivalentes a 20 minutos, e o valor máximo

é equivalente a 48,1 horas equivalente a 2886 minutos. A média encontrada nas ocorrências é de 9,69 horas equivalentes a 581 minutos levando em consideração que o ponto onde ocorre o desvio-padrão é equivalente a 10,93 horas equivalentes a 656 minutos. Conforme observado na Figura 9.

Tabela 2: Dados gerais do histograma

Análise	Tempo em horas	Minutos
minimo	0,2	20
maximo	48,1	2886
media	9,69	581
desv pad	10,93	656

Fonte: Elaborado pelos autores e líderes da área

Com o decorrer da implementação nosso grupo obteve dificuldade somente para o levantamento de dados, exemplo a quantidade de peças medidas em cada máquina por mês, mas foi facilmente solucionada pela liderança da área, outro ponto que interrompeu o andamento das análises do projeto foi a redução de jornada devido a COVID-19.

Com a implementação do quadro, observamos que os problemas que interferem as medições ficam em maior evidência, com os problemas expostos é mais fácil encontrar a solução para eliminá-los, outro ponto positivo notado pela liderança foi a questão do controle do tempo que as peças levam para serem medidas, também com o apontamento no quadro o gestor pode observar melhor o rendimento de seus funcionários, buscando sempre prestar o devido auxílio.

Considerações Finais

De acordo com os resultados encontrados, com a implementação do quadro a empresa tende a eliminar grande desperdício, visto que muitas vezes as medições são interrompidas por problemas que podem ser evitados facilmente.

Com o levantamento dos problemas e os planos de ação sendo bem aplicados, as peças tendem a voltarem para a produção com maior agilidade e menor tempo, seguindo o fluxo correto, fazendo assim com que as peças sejam entregues nos prazos alinhados com os clientes.

Desse modo, os objetivos do presente estudo de caso, foram alcançados, mas recomenda-se que a liderança continue realizando o acompanhamento e também a atuação nos principais causadores de parada, e se possível realizar a aplicação do método QAP em outros setores da empresa, tomando como base os resultados positivos encontrados pela Metrologia.

Referências:

DENNIS, P. (2008). **Produção Lean Simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo.** Tradução: Rosalia Angelita Neumann Garcia. Porto Alegre: Bookman.

FREEMAN, C.; PEREZ, C. **Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour.** In: DOSI, G. et al (Ed.). *Technical change and economy theory.* Londres: Pinter, 1988. p. 38-65.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações.** 8 ed. São Paulo: Thompson Learning, 2006. 598p.

GIL, Antonio Carlos, 1946, **Como elaborar projetos de pesquisa.** Antonio Carlos Gil. - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002 .

GONÇALVES, L.R.; ELIZETE, G. **Normalização em metrologia no comando da aeronáutica: diagnóstico e considerações sobre um modelo integrado.** 2005.

INMETRO. **Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia – VIM, PORTARIA 029 DE 1995, 3ª. EDIÇÃO, 2003.**

INMETRO. **Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2003- 2007, 2003.**

INMETRO. **Sistema Internacional de Unidades (SI) 8ª. Edição, 116p, 2003.**

INMETRO. **Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia: portaria nº 029 de 1995. 5. ed. Rio de Janeiro: INMETRO/SENAI, 2007.**

ISOFLEX. Modelo de QAP. Disponível em: <https://www.isoflex.com.br/produtos/quadro-para-acompanhamento-da-producao/>. Acesso em: 28 fev. 2020

ISOFLEX. Quadro Diagramado de Controle de Produção.
<https://www.isoflex.com.br/produtos/quadro-diagramado-de-controle-de-producao-paut-cpd01/>. Acesso em: 28 fev. 2020

IWAYAMA, H.: **Basic Concept of Just-in-time System, mimeo, IBQP-PR, Curitiba, PR, 1997.**

LIKER, J. K. (2005). **O modelo Toyota, 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Tradução Lene Belon Ribeiro, revisão Marcelo Klippel. Porto Alegre: Bookman.

LIMA, Telma Cristiane Sasso de; MIOTO, Regina Célia Tamasso. **Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica.** Revista Katalysis, v. 10, p. 35-45, 2007.

MACCARTHY, B. L.; FERNANDES, F. C. F. **A Multidimensional Classification of Production Systems for the Design and Selection of Production Planning and Control Systems.** *Production Planning & Control*, 2002, Vol. 11, n. 5, 481-496.

MANZATO, Antonio José e SANTOS, Adriana Barbosa. **A elaboração de questionários na**

pesquisa quantitativa.2012.

MELLO, Carlos Henrique P. Auditoria Contínua: **Estudo de Implementação de uma ferramenta de Monitoramento para Sistema de Garantia da Qualidade com Base nas Normas NBR ISO 9000**. Dissertação de mestrado, Itajubá: EFEI. 1998.

MONDEN, Y.: **Sistema Toyota de Produção**. IMAM, São Paulo, SP, Brasil,1984.

NETO SILVEIRA, Wlatter Dutra da. **Avaliação visual de rótulos de embalagem**. Dissertação de mestrado, Florianópolis: UFSC. 2001.

OHNO, T. (1997). Sistema Toyota de Produção - **Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Editora Bookman.

OHNO, T. (1988). **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**. Portland, OR: Productivity Press.

PIRES, S. **Gestão da Cadeia de Suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos**. São Paulo: Atlas, 2004.

RIBEIRO, D. Dicio Dicionário Online de Português. www.dicio.com.br,2018.Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/producao/>>. Acesso em: 27 mar. 2020

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1. Ed., 1998.

SILVA, Mariana M.; SANCHES, Estevão B. **Um Sistema Computacional de Geração de Informações para a Sistemática de Gestão à Vista da Tapetes São Carlos**. Apostila interna, 2001

SIPPER, D.; BULFIN, R. L. Jr. **Production: Planning, Control, and Integration**. New York: McGraw-Hill, 1997.

SOUSA, K., A.; PAULA, N.; SILVA, C., E., S; TURRIONI, J., B.; **Implementação e Padronização da Gestão à Vista em uma Empresa de Prestação de Serviços**. In: XI Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), 2004. Bauru.

THEISEN, A. M. F. **Fundamentos da Metrologia Industrial**, Suliani Editografia Ltda. 1997.

WAINER, J. **Metodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a ciencia computacao**. In: Tomasz Kowaltowski ; Karin Breitman. (Org.). **Atualizacao em informatica 2007**. : Sociedade Brasileira de Computacao e Editora PUC rio, 2007, v. , p. 221-262.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. New York: Free Press, 2003.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2a ed. Porto Alegre: Bookman; 2001.