

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA MÁQUINA DE PARAFUSO SEMIAUTOMÁTICA PARA MELHORAR O BALANCEAMENTO ENTRE PROCESSOS EM UMA EMPRESA DE TELEVISORES DE MANAUS.

IMPLEMENTATION OF A SEMI-AUTOMATIC SCREW TO IMPROVE THE BALANCE BETWEEN PROCESSES AT A TELEVISION COMPANY IN MANAUS.

Leticia Gabriela Santos Massulo¹; Pedro Henrique dos Santos Cortez²; Ramon de Oliveira Carvalho³;
Marcelo Albuquerque de Oliveira⁴; Dércio Luiz Reis⁵

RESUMO: Neste trabalho será demonstrada uma proposta de implementação de uma máquina de parafuso semiautomática para melhorar o balanceamento de processos entre postos de uma linha de televisores referente à uma empresa de Manaus. O objetivo deste estudo está relacionado à dificuldade de atendimento da linha de produção em questão que, em época de temporada de *high season* necessitava de 4 linhas operando no 2º turno para atender a demanda, além do alto custo relacionado à mão-de-obra para execução da atividade. Os resultados adquiridos após as ações listadas neste estudo demonstram que existem formas de melhorar atividades manuais de forma orgânica e benéfica para a empresa, de forma que valorizem o que realmente importa: agregação de valor ao que o cliente final deseja, de forma exequível e com custo competitivo.

Palavras-chave: Cronoanálise, Takt Time, Balanceamento de linha, Automatização.

ABSTRACT: In this study it will be demonstrated a proposal for implementation of a semiautomatic screw machine to improve the balancing of processes between posts of a line of televisions referring to a company in Manaus. The objective of this study is related to the difficulty of attendance of the production line in question that, at the time of high season needed 4 lines operating in the 2nd shift to meet the demand, besides the high cost related to labor for execution of the activity. The results acquired after the actions listed in this study demonstrate that there are ways to improve manual activities in an organic and beneficial way for the company, so that they enhance what really matters: adding value to what the end customer wants, in a feasible way and with competitive cost.

Key words: Stop watch, Takt Time, Line Balance, Automation.

¹ Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: leticia.massulo@gmail.com

² Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: pedro2505.ph@gmail.com

³ Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: r.carvalho3105@gmail.com

⁴ Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: marcelooliveira@ufam.edu.br

⁵ Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: dercioreis@ufam.edu.br

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

1. INTRODUÇÃO

Em decorrência do grande crescimento da competitividade do mercado devido à globalização nas últimas décadas, as maiores empresas dos mais variados ramos buscam sempre a melhoria de seus processos em prol de tornarem seus produtos cada vez mais competitivos em qualidade e custo principalmente, consequentemente aumentando seus lucros e ocupando uma fatia maior do mercado consumidor. Sendo assim, com o passar dos últimos anos diversas metodologias e ferramentas foram criadas focadas em alcançar esses resultados previamente listados.

Seguindo esta premissa, Maia et al (2006) retrata que a metodologia de gestão mais recorrentemente utilizada pelas empresas do ramo industrial é o Sistema Toyota de Produção (STP). Focada na agregação de valor ao cliente como meta principal, atendendo ao mercado consumidor de maneira a entregar apenas o que o mercado demanda, de maneira exclusiva e direcionada, com capacidade de ser flexível para as necessidades do cliente.

Para adquirir melhores resultados, as indústrias adotam a estratégia de maximizar a utilização de seus recursos disponíveis. Pela visão de Araújo e Vilar (2016), isso pode ser alcançado a partir do balanceamento de linha. O balanceamento de linha, possibilita uma aproximação de um equilíbrio da carga entre os postos de trabalhos para que o tempo ocioso, que no caso é o tempo que poderia estar sendo dedicado à produção, seja minimizado, de forma a exercer as atividades e atender aos tempos pré-estabelecidos nas ordens de fabricação.

No estudo de caso a seguir, uma linha produtiva de televisores enfrenta diversos problemas com seus custos e dificuldade de atendimento às demandas dos setores clientes justamente por encontrar-se com uma formação que a engessa e dificulta justamente sua adaptabilidade às novas demandas dos clientes finais, prejudicando as operações da empresa, necessitando então passar por uma reformulação de seus conceitos e aplicabilidades de maneira a dar.

No entanto, o presente artigo tem como objetivo desenvolver o balanceamento em uma linha produtiva de televisores de uma multinacional do Polo Industrial de Manaus, de modo a otimizar o atendimento da demanda, ou seja, fazendo com que a empresa consiga sempre atender à sua demanda sem sobrecarregar os operadores.

2. Referencial Teórico

2.1. Lean Manufacturing

A filosofia do Lean Manufacturing aponta cinco princípios originais, criados e aplicados no STP, para orientar a cadeia produtiva de modo a aumentar a produtividade e eliminar os desperdícios, maximizando os lucros.

Em 1950, Taiichi Ohno criou e implementou um sistema de produção, em que o objetivo principal é a eliminação de desperdícios, e como consequência redução de custos, aumento da produção e velocidade na entrega aos clientes. O Sistema Toyota de Produção por caracterizar uma forma de produzir cada vez cada vez mais com menos recursos, foi designada Produção Enxuta (WERKEMA, 2012).

O pensamento Lean, de manufatura ou nos serviços, buscam excelência através da eliminação de perdas, combater os desperdícios em todos os níveis de uma organização com ênfase na qualidade, flexibilidade e agilidade no atendimento das necessidades dos clientes tornando o ambiente mais produtivo; uma empresa sem desperdícios não é um diferencial e sim uma condição de sobrevivência no mercado global e competitivo (RODRIGUES, 2014).

Três expressões no desperdício que precisam ser evitadas: muri, muda, mura, são termos empregados em conjunto com o pensamento enxuto, mais conhecidos com os três Ms (muda desperdício, mura – distribuição

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

desigual e muri – sobrecarga) representam falhas e inconsistências para a organização causando impactos negativos e indesejáveis. Estes termos descrevem desperdícios que precisam ser abolidos (PETENATE, 2019)

Segundo van der Steen (2018), a majoritária parte das companhias executavam um controle baseado na contabilidade. Os impactos dessa metodologia de controle geravam informações referentes ao custo incoerente, uma vez que ignoravam diversos benefícios obtidos através da otimização de processos referentes à qualidade, flexibilidade de produção, tempo de entrega e aceitação dos produtos no mercado. Em ambientes Lean, os sistemas de controle devem beneficiar a gestão e os colaboradores pela redução de desperdícios e aumento da qualidade, enquanto nos ambientes de controle contábil, usualmente, são realizadas ações que valorizem essa vertente, que muitas vezes acarretava em ações que poderiam prejudicar a qualidade, além de comumente aumentar inventários.

Por se tratar de uma metodologia de sistema de produção, para uma devida implementação do Lean, diversas ferramentas de análise processos e redução de desperdícios foram criadas. Sheikh-Sajadieh et al. (2013) aborda acerca de uma das mais conhecidas e implementadas dessas ferramentas: Os Sete Desperdícios. Originalmente criada por Taichii Ohno e Shigeo Shingo, é uma ferramenta que permite categorizar os desperdícios mais comumente identificados em indústrias, para que cada uma receba o tratamento direcionado e eficaz, com o foco de eliminar o desperdício (“Muda”), aumentando assim a performance da planta e os indicadores de qualidade. Os Sete Desperdícios podem ser categorizados conforme informações do Quadro 1.

Quadro 1 - Os Sete Desperdícios do Lean

Nº	Desperdício	Descrição	Exemplos
1	Super Produção	Produzir mais que o necessário para atender a demanda solicitada.	Rejeição, Produção Empurrada.
2	Espera	Pessoas ou processos aguardando insumos independente de motivo.	Falta de insumos, atraso de entrega fornecedor-cliente.
3	Transporte	Movimentações de materiais, produtos, informação em excesso.	Alimentação de produção longe do posto de execução.
4	Processamento Excessivo	Processos com atividades que não agregam valor ou repetitivas.	Diversas inspeções de qualidade, polimento, limpeza de produtos.
5	Estoque	Produtos finalizados armazenados aguardando envio.	Estoque entre processos.
6	Retrabalho	Erros frequentes no processo produtivo.	Índice de rejeição elevado, posto de recuperação de peças.
7	Movimento	Movimento desnecessário de pessoas e materiais.	Contra-fluxo de entre processos.

Fonte: Adaptado de Sheikh-Sajadieh (2013)

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

2.2. Sistema Toyota de Produção

Focada na otimização dos recursos fabris, a metodologia empregada pela Toyota surge em um momento histórico instável economicamente devido aos percalços do pós-Segunda Guerra Mundial com uma missão: Reduzir custos. Ohno (1997) define como principal objetivo do Sistema Toyota de Produção (STP) aumentar a eficiência da produção pela eliminação consistente e completa de desperdícios.

Shingo (1989) lista sete principais desperdícios encontrados na realidade industrial: Superprodução; Espera; Transporte; Processamento; Estoque; Movimentação e Retrabalho, os quais devem ser mitigados ou eliminados dos processos produtivos, a fim de que as empresas se tornem mais competitivas e aumentem seus lucros através da redução de custos de fabricação. Machado (2014) traz que a necessidade de combater as perdas nos processos deve-se a não agregação de valor ao produto, bem como a geração de custos, motivando, em algumas situações, o comprometimento à competitividade da organização.

Ohno (1997) afirma que a o STP depende fortemente da colaboração dos trabalhadores, uma vez que são eles que estarão no dia a dia desenvolvendo as atividades produtivas no chão de fábrica. Linker e Meier (2007) abordam que o diferencial do STP é sua essência, onde o desenvolvimento de pessoas e equipes excepcionais, com os direcionamentos corretos, geram resultados excepcionais. Dessa forma, as empresas que buscam resultados através da implementação da metodologia de trabalho do STP devem valorizar e desenvolver suas equipes para que possam pensar na melhoria contínua dos processos.

2.3. Just-in-Time

A filosofia Just-in-Time (JIT) surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial, onde a Toyota Motor Company foi sua precursora e projeto piloto, conforme Tubino (1997). O objetivo primário da filosofia JIT é eliminar desperdício no sistema de produção, conforme Shingo (1996). O sistema de trabalho Just-in-Time tem como objetivo principal o que os japoneses chamaram de “Estoque Zero”, onde há a busca por trabalhar apenas com o mínimo no que se refere a equipamentos, matéria-prima, insumos e estoque de produtos acabados, por conta disso, cada processo deve ser abastecido com os itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário.

O maior desafio do JIT é alcançar o índice ótimo em relação ao estoque mínimo e não parar as linhas de montagem que demandam suprimentos ininterruptamente. Segundo Corrêa (2009), a metodologia surgiu exatamente pelo fato da Toyota Motor Company buscar um sistema que pudesse coordenar produção e a necessidade do mercado, de forma a possibilitar a execução do plano de produção, sem a superprodução, minimizando desperdícios.

2.4. Balanceamento de Processos

Um dos recursos mais importante no ambiente organizacional é o fator tempo, e técnicas para melhor aproveitar o tempo disponível de produção se tornam indispensáveis para qualquer empresa. O balanceamento de linha de produção é uma das mais utilizadas técnicas para alinhar o ritmo da produção e minimizar desperdícios. Segundo Pessoa et al. (2018) balancear a linha de produção é harmonizar a produção com a demanda, distribuindo as cargas de trabalho de forma que nenhum operário fique ocioso ou sobrecarregado, fazendo com que todos trabalhem de acordo o takt time.

Pessoa et al. (2018), fala ainda que o objetivo é fazer com que a produção aconteça de forma contínua e nivelada, eliminando gargalos, possibilitando produtividade e eficiência máxima, respeitando as questões ergonômicas, trazendo um ritmo de produção adequado para a demanda da empresa. Em resumo, o balanceamento de linha busca assim elevar a utilização dos postos de trabalho, diminuindo a diferença de tempo de ciclo entre eles.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

O balanceamento de linha envolve a atribuição de tarefas às estações de trabalho que formam a linha, para que todas elas levem aproximadamente a mesma quantidade de tempo para completar a atividade. Isso minimiza o tempo de inatividade do trabalho e do equipamento em uma linha produção, onde o trabalho flui de uma estação para outra (PEINADO; GRAEML, 2007). Na Figura 1 é representado um exemplo de Linha de Montagem.

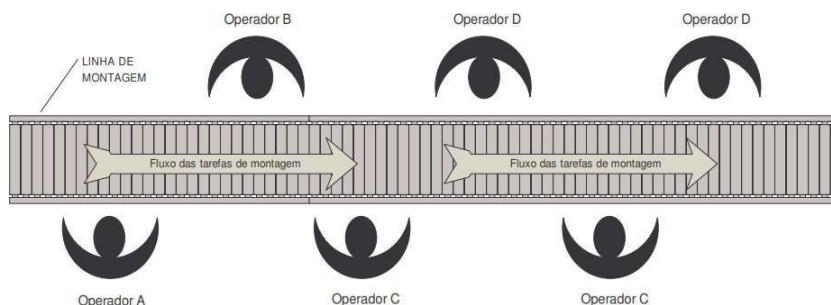


Figura 1. Linha de Montagem. Fonte: Peinado e Graeml (2007)

Para balancear e dimensionar uma linha de produção ou processo, é necessário realizar análises onde a atividade ocorre. A análise envolve mapear as tarefas de uma linha de produção ou processo, aplicar tempos cronometrados para dimensionar a linha de produção, estudar melhorias para empresa e funcionários, e aplicar resultados sempre que possível (CORREA, 2017; SLACK, 2015).

Peinado e Graeml (2007) apresentam um procedimento de balanceamento de linha de produção em 9 passos.

Quadro 1: Procedimento de balanceamento de linha de produção.

Passo	Procedimento
1	Fracionar as operações de trabalho em componentes de trabalho que possam ser realizados de modo independente.
2	Levantar o tempo padrão para cada um dos componentes de trabalho, por meio do estudo de cronoanálise.
3	Determinar a sequência de tarefas e suas predecessoras.
4	Desenhar o diagrama de precedências.
5	Calcular o tempo de duração do ciclo e determinar o número mínimo de estações de trabalho.
6	Seguir regras para atribuição das tarefas às estações de trabalho: a - só atribuir a atividade caso as suas predecessoras já estejam alocadas; b - calcular o tempo disponível na estação de trabalho para realizar a escolha da atividade; c - priorizar as atividades com maior tempo de duração e/ou que estejam mais no início do processo; d - quando houver atividades na mesma condição, escolher forma arbitrária. Caso não haja mais tarefas que possam ser alocadas, iniciar a atribuição na estação seguinte.
7	Analisar se há uma maneira de melhorar modelo proposto e que o balanceamento entre as estações de trabalho tenha a mesma quantidade de tempos ociosos.
8	Medir a eficiência da linha de produção e o percentual de tempo ocioso.
9	Uma proposta para melhorar o balanceamento após todas as etapas já seguidas, é usar estações paralelas para operações demoradas e que não podem ser divididas. Com isso a velocidade de produção de uma determinada parte do processo será dobrada.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007)

Peinado e Graeml (2007), ao apresentarem os resultados do estudo realizado em um fornecedor de bombas d'água, trouxeram a descrição das 15 operações de modo independente, o tempo de execução de cada tarefa por meio da cronoanálise e a sequência das tarefas já identificando suas predecessoras. Na proposta final de atribuição de tarefas, Peinado e Graeml (2007) tiveram um ganho de aproximadamente 6% no tempo de montagem do produto. No balanceamento buscaram como melhoria, deixar o mesmo tempo de ociosidade em cada estação de trabalho. Com isso foi medido um percentual de 4,58% de ociosidade e o grau de utilização de 95,42%. Reginato et al. (2016) sugere um método para balanceamento como uma nova heurística de balanceamento para linha de montagem mista intitulada RPW alvo móvel, em cenários sujeitos a mudanças do mix de produtos, fazendo-se a linha de montagem seja apta a atender à demanda de produção independente do modelo.

Nesse método apresentado por Reginato et al. (2016), a atribuição de tarefas às estações de trabalho segue três restrições: cumprir a ligação do diagrama de precedência equivalente, atribuir tarefas às estações de trabalho até que o tempo médio ponderado total das estações de trabalho não exceda o alvo móvel e atribuir tarefas às estações de trabalho de modo que o tempo total nas estações não exceda o tempo de ciclo.

O estudo de Reginato et al. (2016), foi aplicado a uma empresa com linha de montagem mista de 7 modelos diferentes. O método aumentou a capacidade de produção em 35%, reduziu o tempo de produção e aumentou a eficiência de linha e balanceamento devido à melhor distribuição de tarefas.

2.5. Gargalo

Dentro dos processos produtivos existem variações entre os tempos das atividades. Quando alguma atividade possui um estreitamento na taxa de entrega do produto, considera-se este, um gargalo produtivo, pois o fluxo produtivo (SOUZA, BAUER, & JUNIOR, 2018).

Os processos produtivos têm diferentes taxas de produtividade, para isso se faz necessário o mapeamento do fluxo de valor, o qual é amplamente utilizado para identificar gargalos produtivos. Com a identificação do fluxo de valor é possível dividir as atividades entre as operações para alcançar um melhor equilíbrio entre as taxas de produtividade de cada uma, visando atingir o balanceamento ideal da linha (GODOY, 2018).

O gargalo pode estar em qualquer posição do processo, sendo essa operação a que determina o ritmo da produção. As demais atividades devem trabalhar no mesmo ritmo do processo gargalo, para evitar a superprodução por determinada atividade operacional (SIMÕES & LIMA, 2018).

2.6. Estudo de tempos e métodos

O estudo de tempos e métodos trata de técnicas que contêm uma análise detalhada das operações das atividades do fluxo produtivo, objetivando a eliminação dos elementos desnecessários e, determinando assim, o modelo mais eficiente de execução da atividade produtiva (BARNES, 1977; PEINADO; GRAEML, 2007).

Para atingir o melhor método não podem ser considerados apenas os aspectos econômicos, pois aspectos como segurança e ergonomia têm grande impacto na tomada de decisão para a padronização do melhor método de produção. Ao analisar os TM, busca-se conhecer o lead time, o takt time e o tempo de ciclo do processo (FELIPPE et. al. 2012).

O lead time é o tempo transcorrido entre a confirmação do pedido até a entrega do produto. Para Alves (2018), dentro desse tempo são considerados todos os desperdícios propiciando um aumento no tempo total de processo e no custo do produto. Com a redução do lead time, criase uma melhor relação entre requisitos do cliente com a resposta da empresa, criando uma relação fiel. O ganho de tempo com a diminuição do lead time se torna um investimento na satisfação do consumidor (BATTISTI, 2013).

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

Por outro lado, o takt time corresponde à demanda necessária do mercado pelo tempo disponível. O Takt time ainda define o ritmo da produção para o atendimento determinado por uma demanda específica (ANTUNES, et. al. 2008).

$$\text{takt time: } \frac{\text{Tempo disponível para produção}}{\text{demanda de peças}}$$

2.7. Cronoanálise

Pessoa et al. (2018), fala que o estudo dos tempos e movimentos (cronoanálise), foi criado por F. Taylor para padronizar as atividades. É uma forma de mensurar o tempo de operação de uma atividade, chegando a um tempo padrão necessário para se realizar a operação. De acordo com Arciere, Andrade e Primo (2018), a cronoanálise é uma ferramenta da qualidade que permite detalhar as atividades de uma operação, possibilitando a visualização de pontos de melhorias, é amplamente utilizada para encontrar o tempo de execução de um procedimento em um sistema produtivo, sempre levando em consideração tolerâncias como: quebra de maquinário, falta de matéria prima, necessidades fisiológicas, entre outros.

Essa metodologia foi originalmente criada pelos engenheiros americanos Frank Gilberth e Frederick Taylor. Eles perceberam que o tempo era a principal variável na busca por mais produtividade e eficiência na linha de produção de uma indústria. Por isso eles se dedicaram a analisar os tempos gastos no processo produtivo e para assim entenderem melhor a linha de produção e então poderem melhorá-la. O objetivo é entender quanto tempo cada etapa leva para ser concluída e assim otimizar todas as etapas em que há espaço de melhoria (LEÃO, 2019).

Segundo Santos (2018), as principais finalidades da cronoanálise são:

- a) Estabelecer padrões para os programas de produção;
- b) Fornecer os dados para a determinação dos custos padrões;
- c) Estimar o custo de um novo produto;
- d) Fornecer dados para o estudo de balanceamento de estruturas de produção.

Dessa forma, a busca pelo método ideal para se executar uma operação, passa pelo estudo de tempo e movimentos, no entanto, além de determinar o tempo cronometrado, outros fatores passam por esse estudo, como tolerâncias para necessidades pessoais, eficiência, fadigas e

esperas (STIVAL et al., 2018). Contudo, a partir dos dados cronometrados é necessário realizar uma série de análises e cálculos para a determinação dos tempos padrão e normal, e o número de amostras necessárias para um nível de confiança adequado.

2.8. Ferramenta da Qualidade

2.8.1. Diagrama de Causa e Efeito

“Diagrama de Causa e Efeito”, “Diagrama Espinha de Peixe” ou “Diagrama de Ishikawa”, é um instrumento gráfico utilizado pela administração para o gerenciamento e identificação de causas que diminuem a qualidade final dos produtos. Suas aplicações permitem que se possa identificar, explorar e mostrar através de gráficos possíveis fatores, causas relacionadas a um problema, condição ou efeito.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

O diagrama de Ishikawa pode ser usado para a investigação de um efeito negativo, e corrigi-lo, ou bem como o de um efeito positivo, e incorporá-lo ao processo. As informações são dispostas a partir de eixos principais denominados seis M (método, material, máquinas, meio ambiente, mão de obra e medição) identificando as causas por meio da realização de um encadeamento de perguntas evidenciando a ligação entre os fatos atuando sobre o efeito estudado (OLIVEIRA, p. 68, 2014). A Figura 2 mostra como funciona essa ferramenta.

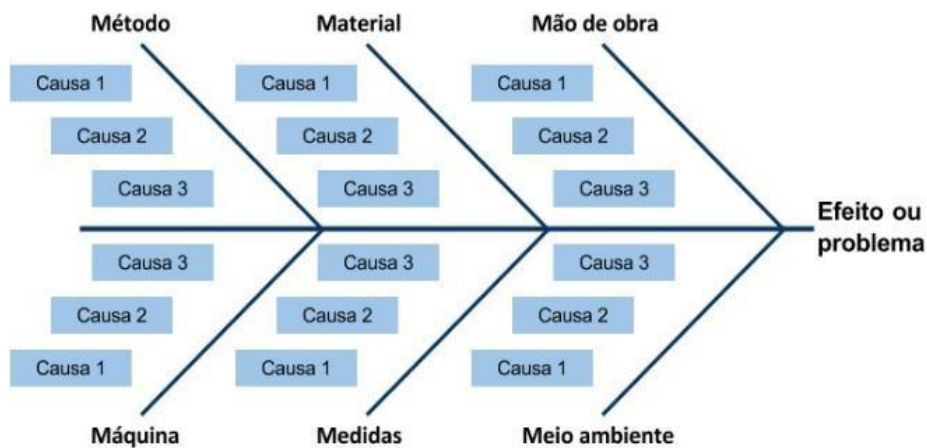


Figura 2. Exemplo do diagrama de causa e efeito. Fonte: O Autor (2023)

3. Metodologia

Esse trabalho trata de um estudo de caso, que segundo Miguel (2010), é um estudo com a finalidade empírica que se realiza dentro de um contexto real e atual, se aprofundando em objetivos que possibilitam amplo detalhamento e aplicação de soluções. O estudo baseia-se em levantamento de dados da literatura e documental, entrevistas e coletas de dados por meio de técnicas da Engenharia de Produção, que de acordo com Ganga (2012) são os pilares de uma pesquisa e é uma das tarefas mais difíceis, por exigir do pesquisador várias fontes que provem a validação do seu projeto.

Para elaboração desse artigo optou-se a utilizar de forma metodológica o uso de revisão da literatura e um estudo exploratório que visa, por meio da abordagem quantitativa, efetuar o balanceamento da linha de produção em uma empresa do ramo de eletrônicos, localizada no Polo industrial de Manaus. A empresa em estudo atua na produção de Televisores. Posteriormente, descreve-se toda a situação atual enfrentada pela empresa avaliada, seus impactos e consequentemente os motivos que levaram o autor a escolha desta temática de abordagem, seguindo por uma análise da causa raiz do problema levantado na tese endossada pelo uso da filosofia do Lean Manufacturing, além da proposta de solução dos fenômenos, assim como os resultados discutidos de maneira lúdica. O fluxograma abaixo demonstra o processo de pesquisa na pesquisa.



Figura 3. Fluxograma de Desenvolvimento. Fonte: O Autor (2023)

A proposta desta pesquisa, dentro do estudo de caso, trata de uma pesquisa exploratória, que de acordo com Martins et. al. (2014) define-se como um estudo novo, feito para testar hipóteses e principalmente procedimentos e instrumentos, com a finalidade de buscar melhorias para o fenômeno contemporâneo

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

estudado, permitindo fazer reformulações em todo seu processo de pesquisa, acrescentando ou retirando os instrumentos que foram utilizados a medida que for sendo tomado conhecimento acerca do estudo de caso.

Para a realização do estudo de caso, inicialmente foram coletados dados referentes ao layout utilizado na empresa, postos de trabalho, mapeamento do processo, quantidades a serem produzidas e tempos de processamento de cada produto. Feito isto, são calculados tempo de ciclo, tempos ponderados para cada operação e número mínimo de operadores. Posteriormente, é efetuada a análise de dados e escolhida a melhor opção para o caso da empresa. Feito o arranjo dos postos de produção, é calculada a eficiência do balanceamento (para o balanceamento total e para cada posto de trabalho).

4. Estudo de caso

4.1. Análise da Situação Atual

Para elaboração deste artigo optou-se a utilizar de forma metodológica o uso de revisão da literatura, descrição de processos e no estudo de caso in loco. A empresa estudada em questão será referida com o nome de “X”. A Empresa X é uma multinacional renomada, responsável pela fabricação de televisore. Na planta avaliada no presente estudo, ocorre a produção de televisores (32 até 86 polegadas). Localizada em Manaus, no estado do Amazonas, a empresa faz parte do quadro de indústrias beneficiadas pelos incentivos da Zona Franca de Manaus, responsável por mais de seis mil (6.000) empregos diretos.

Após direcionamento da alta gestão da empresa X, ficou definido que os setores produtivos deveriam concentrar seus esforços de modo que pudessem aumentar a capacidade produtiva da linha com o intuito de quando chegar a temporada de high season do ano de 2023, a empresa tenha uma redução com gastos de ativação de menos linhas no 2º Turno, tendo como base a temporada de high season de 2022 que houve um aumento significativo dos custos com contratação de novos colaboradores, tarifa energética e gastos com transporte e alimentação.

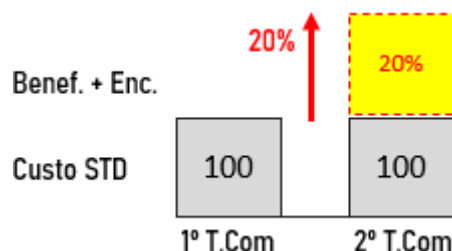


Figura 4. Comparativo de custo por turno. Fonte: O Autor (2023)

Utilizando-se de uma base cem para facilitar a avaliação e tendo como parâmetro base o primeiro turno comercial (1ºT.Com.), explora-se a análise para a outra modalidade de turnos de trabalho, explicados pela Figura 2. Observando a diferenciação em percentual, nota-se que uma pessoa trabalhando no segundo turno (2ºT.Com.) é 20% mais caro que uma que trabalha no 1ºT.Com e na Figura 5 e demonstrado o tempo de trabalho por turno.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição



Figura 5. Jornada de Trabalho por turno. Fonte: O Autor (2023)

A empresa X trabalha com foco no cliente e está sempre atenta às tendências do mercado com o intuito de alcançar a excelência dos produtos. Dessa forma, realizou um projeto de pesquisa e desenvolvimento – P&D, com a ajuda dos setores de manutenção e processo, com intuito de buscar soluções inovadoras com viabilidade técnica e econômica para a empresa.

Identificada a relevância do assunto e seu impacto financeiro para a empresa, deve-se analisar o desempenho dos indicadores de produtividade de cada linha da empresa X para avaliar e priorizar em prol do aumento da capacidade produtiva.

		LINES			
		A1	A2	A3	A4
Indicador 1	Target	10,9	10,5	9,8	7,6
	Result	10,2	10,6	9,3	8,0
	A.Rate	94%	101%	95%	105%
Indicador 2	Target	400	380	340	299
	Result	360	379	310	300
	A.Rate	90%	100%	91%	100%
Indicador 3 (%)	Target	87%	87%	87%	87%
	Result	78%	88%	80%	89%
	A.Rate	90%	101%	92%	102%

Figura 6. Indicadores da Empresa X. Fonte: O Autor (2023)

Utilizando-se como base o resultado dos 3 indicadores principais do quarto quartil de 2022 (outubro, novembro e dezembro) para a avaliação, portanto deve-se explicar brevemente o que seria cada indicador para um melhor entendimento acerca do estudo, por se tratar de itens específicos da empresa. O Indicador 1 corresponde ao principal item de produtividade da fábrica, uma vez que ele calcula a unidade produzida por pessoa hora.

O indicador 2 corresponde a um sub-item do indicador 1 que é a unidade produzida por hora, ou seja, a capacidade que um operador consegue produzir em 60 minutos, este indicador compara a quantidade de peças a serem produzidas por hora determinada pelo Takt time da linha com a quantidade de peças produzidas realmente na linha. Já o indicador 3 corresponde ao nível do balanceamento da linha.

As 4 linhas da empresa X são consideradas distintas pela sua capacidade de produzir determinadas polegadas, devido às suas dimensões. Portanto, seguem o seguinte padrão de cada uma: a linha A1 tem capacidade e estrutura de produzir apenas 32 a 55 polegadas. A linha A2 é inferior a A1 e tem capacidade apenas de produzir 32 a 50 polegadas. A linha A3 é configurada para os modelos de 50 a 65 polegadas e a linha A4 tem sua estrutura maior e por isso que nela só passa os maiores modelos que são de 65 a 86 polegadas.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

LINES			
A1	A2	A3	A4
32" - 55"	32" - 50"	50" - 65"	65" - 86"

Figura 7. Polegadas produzida por linha. Fonte: O Autor (2023)

Uma vez identificados os indicadores, teoricamente, há uma definição de quais linhas devem ser priorizadas quanto aos projetos de melhoria de processos para absorção das atividades do segundo turno na temporada high season, porém para isso foi realizado as seguintes análises. São elas: 1 – Quanto a definição da linha por meio do forecast da previsão de demanda da próxima temporada high season da empresa X, conforme a figura 5. 2- Quanto ao rendimento de nível de balanceamento do processo, pois a linha que não possui bem definido quais tarefas devem ser executadas por cada estação de trabalho, terá efeitos negativos decorrentes dos gargalos de produção, como também resultados dos indicadores negativos.

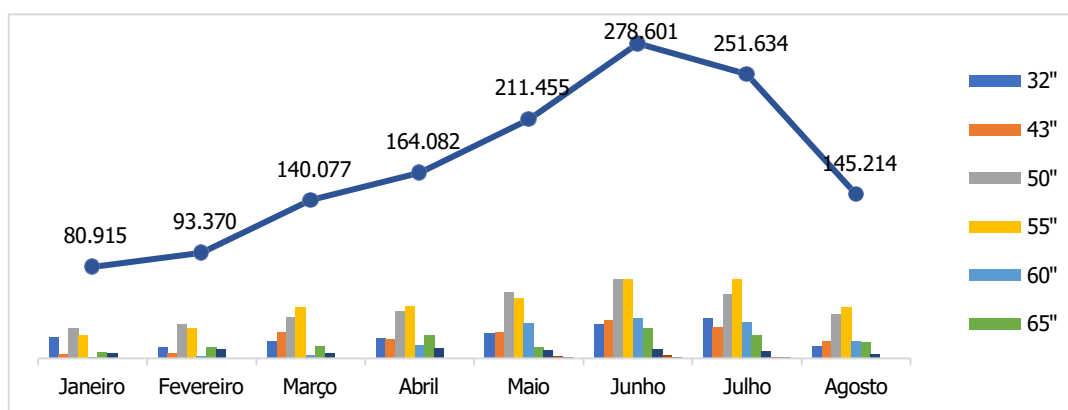


Figura 8. Previsão de Demanda de 2023. Fonte: O Autor (2023)

Aplicando as regras supracitadas na análise das linhas com piores resultados dos indicadores, e que o maior volume de produção na temporada high season que será nos meses de maio até Julho com 26% do plano de produção com modelos 55", 25% do plano com os modelos 50" e 13% do plano com modelos 60", notar-se-á que as linhas A1 e A3 seguem cada uma os padrões de critérios.

Uma vez alinhados os conceitos necessários para o entendimento do estudo, pode-se iniciar o desenvolvimento em si.

Atualmente, as linhas possuem um total de 7,63 horas disponíveis para a produção, em cada turno. Este tempo já desconta horário de refeições e intervalos. São produzidos na A1 modelos 32" à 55" mais será escolhido o modelo 50" para análise e na linha A3 que produz modelos 50" à 65" será escolhido o modelo 60", utilizando-se como critério o volume de produção apresentado na figura 6. O Layout da linha e sua subdivisão de processos estão listados nas figuras 7 e 8 conforme abaixo. Para o estudo dos tempos (cronoanálise), foram cronometrados três tempos consecutivos do operador realizando seu posto de trabalho, a média de tais tempos é utilizada como base. Com os tempos definidos, é possível identificar oportunidades identificando a presença de postos com tempo ocioso e postos com tempo excedido, sendo os principais postos de trabalho para balanceamento.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

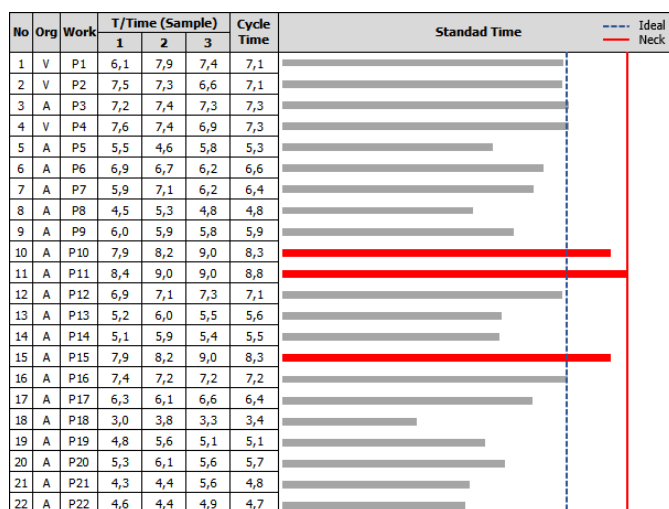


Figura 9. Layout e Processo da linha A1. Fonte: O Autor (2023)

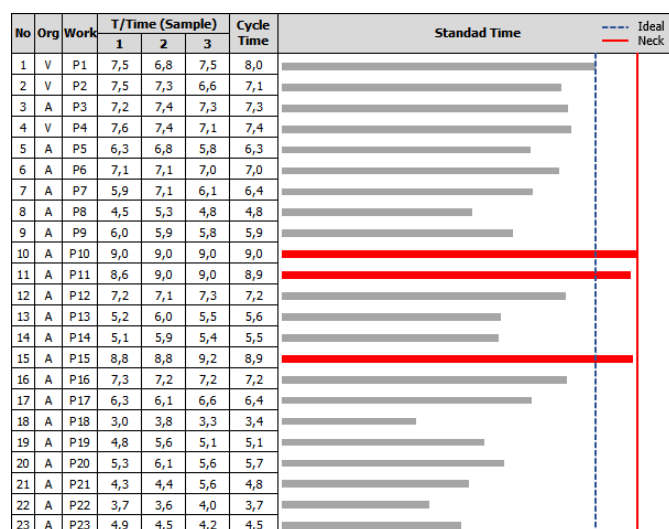


Figura 10. Layout e Processo da linha A3. Fonte: O Autor (2023)

O Takt time calculado do modelo da linha A1 é 7,3 segundos, mas como o takt time é considerado pelo posto neck, é na linha A1 e o posto 11 como neck do processo, então o tack time da linha passou a ser 8,8 segundos, com um aumento de 22%. Já o modelo da linha A3 é 8,0, e considerado pelo posto "neck", é na linha A1 e o posto 10 como neck do processo, então o tack time da linha passou a ser 9,0 segundos, com um aumento de 13%. O Takt Time calculado está representado pela linha azul no gráfico é uma peça deve ser finalizada nesse tempo para que a demanda seja atendida. As colunas em cinza representam o tempo real de operação por posto de trabalho. As colunas em vermelho indicam postos de trabalho que operam acima do Takt Time da linha, causando atrasos e até mesmo parada de linha. É possível visualizar também, postos com excesso de tempo ocioso, operando abaixo do Takt Time.

Através dessa análise podemos observar que tanto na linha A1 e na A3, os postos necks são os postos de parafuso, uma vez que os mesmos dificilmente conseguem ser balanceados com outras atividades do processo, e precisam sempre seguir esse sequenciamento, devido ser considerado os postos mais importante da produção, como também o mais crítico em todas as linhas.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

Buscando entender os motivos que levam os postos de parafuso serem o neck, foram realizadas gravações do processo por um programa específico da empresa e que por diretrizes de confiabilidade não podemos ser mostrados no trabalho, mas sua análise minuciosa de tempos será demonstrada através de um Gráfico de barras, de forma que fiquem claros a porcentagem de movimentações em que há agregação de valor (que assumem o nome de “VA”), identificadas pela cor verde, movimentações necessárias para a execução das atividades que agregam valor (nomeadas de “BVA”), identificadas pela cor amarela e as atividades que não agregam valor (assumem o nome de “NVA”), identificadas pela cor vermelha.

Através dessa análise, nota-se que no modelo 50” tem em média 2,98 segundos de atividades que não agregam valor ao produto, que corresponde a 38% do Takt Time da média das atividades. Já no modelo 60” tem em média 3,09 segundos de atividades NVA, que corresponde a 39% do Takt Time da média das atividades.

4.2. Análise das Causas

Em busca de identificar as causas deste fenômeno, foi elaborado um Diagrama de Ishikawa, tendo como fenômeno avaliado “Posto Gargalo”.

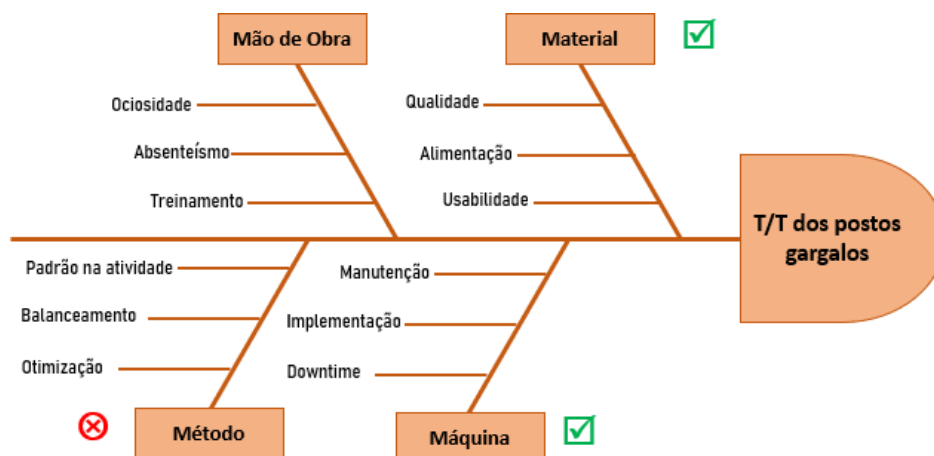


Figura 11. Diagrama de Ishikawa. Fonte: O Autor (2023)

Avaliando o índice de Método, observam-se potenciais de melhoria, principalmente no que se refere ao balanceamento e otimização dos postos.

4.3. Proposta de Solução e Viabilidade de Implantação.

Devido a urgência dada pela alta gestão para este projeto, a empresa avaliada colocou como condição para todos os seus projetos que estavam com o objetivo em aumentar a produtividade, disponibilizou um investimento seja de no máximo duzentos mil reais (R\$200.000,00) e que possuam retorno deste investimento em até vinte e quatro meses., e que fosse um projeto que seja executado com rapidez de sua aplicação, uma vez que seria usado como exemplo aos outros setores da fábrica para redução da prática de atividades de 2º Turno na temporada high season. Inicialmente, foram levantadas duas possibilidades de otimização deste processo, contudo, uma das alternativas é relacionada exclusivamente com balanceamento entre os outros postos

para que pudesse aumentar o número de postos de parafusação.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

A outra proposta era a instalação de máquinas de parafuso semiautomática por linha para que o operador não precisasse fazer a atividade de pegar os parafusos com a mão, e que estava apresentando o custo estimado proposto pela empresa, por conta disso, a ideia foi desenvolvida em conjunto com o time de projetos, P&D, processo e manutenção, contudo, os resultados que mais agradaram a gestão da empresa foi esta proposta escolhida.

Portanto, abordando a proposta aceita, deve-se avaliar se é viável sua implementação. Primeiramente, a fim de se assegurar foi realizado um brainstorming com a subsidiária da empresa localizada em outro país, uma vez que a mesma utiliza essas máquinas no seu processo. Devido ao processo de produção de televisores das duas subsidiárias serem muito similares, a outra divulgou com Manaus, o estudo realizado para chegar na instalação dessas máquinas. Contudo, foi apresentado para alta gestão essa análise e foi decidido realmente em implementar no nosso processo.

O setor de projetos junto com o time de P&D realizou a busca por fornecedores que pudessem fornecer esta máquina e utilizou dos critérios: o que apresentava mais qualidade nos equipamentos e com o melhor custo benefício para a empresa. Levando em consideração esta análise, foram apresentados dois fornecedores. O Primeiro está localizado na cidade de Manaus, tinha a entrega mais rápida (2 meses) mas estava cobrando por máquina cinquenta e cinco mil (R\$55.000,00). Já o segundo fornecedor é localizado no exterior, tinha a entrega em 3 meses levando em consideração o transporte para Manaus e estava cobrando quarenta e nove mil reais (R\$49.000,00) por cada máquina.

Portanto, foi definido em reunião com todos os setores envolvidos que o fornecedor escolhido seria o do exterior, pois foi indicação da outra subsidiária e que mesmo o tempo de entrega fosse um mês a mais que a outra, mas seu preço estava mais favorável para a empresa.

A próxima etapa foi a definição do local onde a máquina será instalada, e o time de processo solicitou que a máquina fosse instalada do lado oposto do operador, uma vez que se fosse instalada ao lado do operador pelo seu tamanho iria ocupar muito espaço e iria limitar a movimentação do braço do operador.

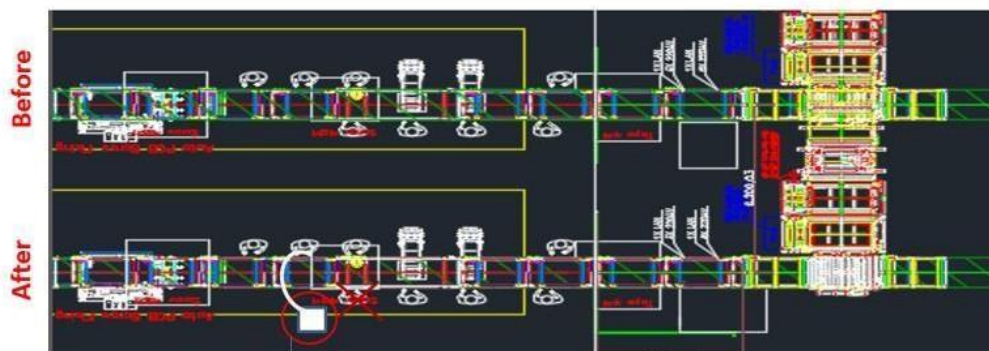


Figura 12. Layout da Máquina. Fonte: O Autor (2023)

Nesta etapa o protótipo foi instalado no ambiente fabril para ser submetido a ensaios em condições reais de funcionamento, com o objetivo de identificar possíveis ajustes e/ou correções. Os testes foram divididos nas seguintes etapas: verificação das condições de instalação elétrica e pneumática; testes de funcionamento a vazio para identificação de falhas decorrentes do transporte e/ou instalação; testes de funcionamento do protótipo em ritmo lento de produção; e testes de funcionamento do protótipo em ritmo normal de produção, como também treinamentos com os operadores dos postos de parafuso.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

Os testes foram divididos nas seguintes etapas: verificação das condições de instalação elétrica e pneumática; testes de funcionamento a vazio para identificação de falhas decorrentes do transporte e/ou instalação; testes de funcionamento do protótipo em ritmo lento de produção; e testes de funcionamento do protótipo em ritmo normal de produção.

E para realizar os testes foi utilizado um lote inicial contendo dez (120) peças dividido em 20 peças para que os 6 operadores, sendo 3 da linha A1 e 3 da linha A3 pudessem praticar, tendo resultados positivos e consequentemente aprovados.

O Time da Engenharia de processo solicitou que as mudanças executadas fossem refletidas nas documentações oficiais como o Padrão de Serviço, que são os procedimentos padronizados que o colaborador deve executar naquele posto de trabalho específico que culminam, ao final, no produto acabado, além das Folhas de Checagem de Equipamento, que servem como uma pré- checagem, executada no início do turno de trabalho, para garantir que o equipamento esteja dentro dos parâmetros estabelecidos para uma produção com qualidade.

Executadas todas as ações listadas e devidamente apresentadas e aprovadas, o projeto foi considerado viável para implementação, o que permitiu então a produção em alta escala diariamente.

DISCUSSÕES FINAIS

Ao serem aplicadas integralmente as condições demandadas pelos setores aprovadores das mudanças, o projeto foi aplicado e está em pleno funcionamento de acordo com os planos listados nesse estudo.

A instalação das duas máquinas na linha A1, de forma que a primeira seja utilizada para melhorar o posto 11 que foi apresentado pelo line balance que é o posto "neck" do processo com 8,8 segundos. Já a segunda foi instalada no posto 10 que apresenta o segundo maior takt time da linha com 8,3 segundos. Como também foi realizado o balanceamento de atividades entres os operadores dos postos 15,16 e 17. Com essas alterações, obteve-se a diminuição do takt time saindo do valor de 8,8 segundos para um valor de 7,3 segundos, uma redução de aproximadamente dezoito por cento (17%) do tempo padrão da linha, aumentando seu índice de balanceamento, uma vez que o takt time passado era completamente diferente do restante do patamar da linha de produção, tal como informado na Figura 12 abaixo.

No	Org	Work	T/Time (Sample)			Cycle Time	Standad Time	Ideal Neck
			1	2	3			
1	V	P1	6,1	7,9	7,4	7,1		
2	V	P2	7,5	7,3	6,6	7,1		
3	A	P3	7,2	7,4	7,3	7,3		
4	V	P4	7,6	7,4	6,9	7,3		
5	A	P5	5,5	4,6	5,8	5,3		
6	A	P6	6,9	6,7	6,2	6,6		
7	A	P7	5,9	7,1	6,2	6,4		
8	A	P8	4,5	5,3	4,8	4,8		
9	A	P9	6,0	5,9	5,8	5,9		
10	A	P10	7,1	7,1	6,9	7,0		
11	A	P11	7,2	7,2	7,2	7,2		
12	A	P12	6,9	7,1	7,3	7,1		
13	A	P13	5,2	6,0	5,5	5,6		
14	A	P14	5,1	5,9	5,4	5,5		
15	A	P15	7,1	7,2	7,2	7,2		
16	A	P16	7,4	7,2	7,2	7,2		
17	A	P17	7,0	7,1	7,2	7,1		
18	A	P18	3,0	3,8	3,3	3,4		
19	A	P19	4,8	5,6	5,1	5,1		
20	A	P20	5,3	6,1	5,6	5,7		
21	A	P21	4,3	4,4	5,6	4,8		
22	A	P22	4,6	4,4	4,9	4,7		

Figura 13. Nova Configuração de Tempos da Linha A1. Fonte: O Autor (2023)

A mesma instalação das duas máquinas se repetiu na linha A3, de forma que a primeira seja utilizada para melhorar o posto 10 que foi apresentado pelo line balance que é o posto "neck" do processo com 9,0 segundos. Já a segunda foi instalada no posto 11 que apresenta o segundo maior takt time da linha com 8,9 segundos. Como também foi realizado o balanceamento de atividades entres os operadores dos postos 15,16 e 17. Com

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

essas alterações, obteve-se a diminuição do takt time saindo do valor de 8,8 segundos para um valor de 7,2 segundos, uma redução de aproximadamente dezoito por cento (18%) do tempo padrão da linha, aumentando seu índice de balanceamento, uma vez que o takt time passado era completamente diferente do restante do patamar da linha de produção, tal como informado na Figura 15 abaixo.

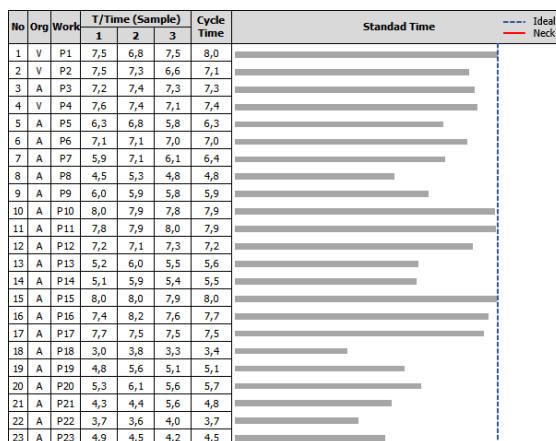


Figura 14. Nova Configuração de Tempos da Linha A3. Fonte: O Autor (2023)

Em decorrência dessa melhoria de processo, a capacidade da linha A1 subiu de um patamar total prévio de 3.136 TV's/dia para 3.739 TV's/dia, e a linha A3 subiu de 3.067 TV's/dia para 3.449 TV's/dia, considerando a capacidade das duas linhas houve um aumento de quinze por cento (15%) o que em suma possibilita o fechamento do 2º Turno para essas na linha de produção, foco deste estudo desde o princípio.

Com o fechamento do 2º Turno para as linhas A1 e A3, a fábrica de televisores pôde contar com uma economia de três meses no patamar de R\$360.00,00 (trezentos e sessenta mil reais), ao cortar custos com os 25 colaboradores por linha para realizar a produção referentes ao segundo turno. Detalhe importante de se frisar é que além dos custos com quadro de pessoal, existem ainda outros custos intrínsecos às atividades em 2º Turno, como o funcionamento de maquinário, iluminação, fardamentos, alimentação, etc. Custos ainda não mensurados no momento deste estudo.

Conclusão

O estudo atingiu seu objetivo, no qual consistia em aumentar a capacidade produtiva da fábrica de televisores, de modo que reduzisse a quantidade de linhas operando no segundo turno. Onde utilizou-se da técnica de balanceamento de linha de produção para demonstrar de forma clara a quantidade necessária de postos de trabalho e ainda identificar o percentual de ociosidade da linha de produção de televisores, a fim de proporcionar o aumento da eficiência geral da linha por meio do balanceamento das atividades dentro dos postos de trabalho.

O resultado do P&D foi a disponibilização de uma máquina funcional semiautomática para parafuso à empresa. Durante o desenvolvimento, houve uma sinergia entre os setores de projetos, P&D, processo e o time de manutenção dando suporte à instalação, aos testes e disponibilizando informações. Assim, com a instalação das máquinas permitiu redução de esforços repetitivos no processo por parte dos colaboradores, redução de perdas e retrabalhos, melhoria da qualidade do processo e redução de flutuações dos índices de produtividade, desse modo permitindo redução de custos e aumento da competitividade.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

Outro resultado desta pesquisa foi o aumento da produtividade que passou de em média das duas linhas de 407 para 471 produtos por hora. As atividades de pegar o parafuso e colocar na parafusadeira deixaram de ser executadas de forma manual pelo operador e passaram a ser executadas de forma automatizada pela própria máquina permitindo assim que o operador consiga seu tempo total de processamento.

De modo geral as indústrias enfrentam um certo grau de dificuldade quanto a sua distribuição de tarefas e postos de trabalho, é necessário a realização do balanceamento de linhas de produção em toda organização que utiliza sistemas de produção provenientes de linhas de montagem ou semelhantes a isso, visando a otimização dos processos, aumento da produtividade, redução do lead time, alcance de um excelente ambiente de trabalho com tarefas distribuídas de forma equivalente entre os postos de trabalho, não havendo ociosidade nem super alocação, vale ressaltar que uma linha de produção sem o devido balanceamento realizado impacta diretamente nos processos de produção, atrasando demandas, gerando maior quantitativo de custos, insatisfação e desmotivação de operadores.

Agradecimentos

O presente trabalho é decorrente do projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) 001/2020, firmado entre a Samsung, Universidade Federal do Amazonas e FAEPI, que conta com financiamento da Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda, usando recursos da Lei Federal nº 8.387/1991, estando sua divulgação de acordo com o previsto no artigo 39.º do Decreto nº 10.521/2020.

Referências

- ARAUJO, A. P. D.; VILAR, F. M. M. **Balanceamento de linha**: um estudo de caso em uma indústria calçadista da Paraíba. XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2016.
- ALVES, João Murta. **O Sistema Just in Time reduz os custos do Processo Produtivo**. 2018.
- BATTISTI, Juliane de Freitas. **Dimensionamento e Balanceamento de Linha**: estudo de caso para melhorias dos recursos de produção em uma indústria de laticínios. 2013.
- CORRÊA, H. L.; Just in Time, MRP e OPT: **um enfoque estratégico** / Henrique L. de Corrêa, Irineu G.N. Gianese. 2ª Edição – 14ª Reimpressão, São Paulo: Atlas, 2009.
- FELIPPE, Adélia Denísia et al. **Análise Descritiva do Estudo de Tempos e Métodos**: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil. 2012.
- GANGA G. M. D. **Trabalho de conclusão de curso (TCC) na engenharia de produção**: um guia prático de conteúdo e forma. São Paulo: Atlas, 2012.
- LIKER, J. K.; MEIER, D. Modelo Toyota: **Manual de Aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 432 p., 2007.
- MAIA, J. L., CERRA, A. L., FILHO, A. G. A. **Estratégia de operações na indústria automotiva**: os casos de duas montadoras de motores instaladas no Brasil. Anais. Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais – SIMPOI 2006. FGV – EASP, São Paulo, SP, 2006.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

- MARTINS, R. A. MELLO, C. H. P. TURRIONI, J. B. **Guia para elaboração de monografia e TCC em engenharia de produção.** – São Paulo: Atlas, 2014.
- MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- OLIVEIRA, Otávio J. **Curso básico de gestão da qualidade.** São Paulo: Cengage Learning, 2014.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala.** Bookman, Porto Alegre, 1997.
- PESSOA, M. E B. T. et al. **Análise das técnicas de cronoanálise e mapeamento de fluxo de valor** aplicadas à uma empresa têxtil do Rio Grande do Norte. In: XXXVIII ENEGEP, Maceió -AL. Anais, 2018.
- PEINADO, J.; GRAEML, R. **A. Administração da produção:** operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.
- PETENATE, M. **O que é FiFo first in first out e como usar com eficácia,** 2019.
- REGINATO, G. et al. **Balanceamento de linha de montagem mista em cenários com distintos mix de produtos.** Gestão & Produção, v. 23, n. 2, 2016.
- SLACK, N. **Administração da produção.** 8. ed. Rio de Janeiro. Atlas, 2015.856 p.
- GODOY, Pentiado. **O impacto de lean manufacturing como fator de melhoria no desempenho produtivo.** 2018.
- SHEIKH-SAJADIEH, Homa et al. **Achieve to agility manufacturing by use of seven wastes through Lean manufacturing.** Advances in Environmental Biology, v. 7, n. 8, p. 1687-1691, 2013.
- SHINGO, S. **A Study of the Toyota Production System.** New York: Productivity Press: 257 p., 1989.
- SHINGO, Shigeo. **Sistemas de produção com estoque zero:** o sistema shingo para melhorias contínuas. Rio Grande do Sul: Bookman, 1996.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção.** São Paulo: Atlas, 1997.
- VAN DER STEEN, Martijn Pieter; TILLEMA, Sandra. **Controlling lean manufacturing in multidivisional organisations:** Highlighting local interests and constraints. International Journal of Operations & Production Management, 2018.
- WERKEMA, M. C. C. Lean Seis Sigma: **Introdução as Ferramentas do Lean Manufacturing.** Belo Horizonte, 2012.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição