

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**JOSÉ AUGUSTO LASTA**

**REDUÇÃO DO TEMPO DE ENTREGA DE PROJETO E PRODUÇÃO DE PAINÉIS  
ELÉTRICOS EM UMA INDÚSTRIA VOLTADA PARA PEQUENAS HIDRELÉTRICAS  
LOCALIZADAS NO SUDOESTE DO PARANÁ**

**FRANCISCO BELTRÃO  
2020**

**JOSÉ AUGUSTO LASTA**

**REDUÇÃO DO TEMPO DE ENTREGA DE PROJETO E PRODUÇÃO DE PAINÉIS  
ELÉTRICOS EM UMA INDÚSTRIA VOLTADA PARA PEQUENAS  
HIDRELÉTRICAS LOCALIZADAS NO SUDOESTE DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Engenharia de Produção da UTFPR-Universidade Tecnológica Federal do Paraná em exigência para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Andriele de Prá Carvalho

Coorientador: Prof. Dr. Vilmar Steffen

**FRANCISCO BELTRÃO  
2020**



**Ministério da Educação**  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Francisco Beltrão  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Especialização em Engenharia de Produção



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização** **REDUÇÃO DO TEMPO DE ENTREGA DE PROJETO E PRODUÇÃO DE PAINÉIS** **ELÉTRICOS EM UMA INDÚSTRIA VOLTADA PARA PEQUENAS** **HIDRELÉTRICAS LOCALIZADAS NO SUDOESTE DO PARANÁ**

por

**JOSÉ AUGUSTO LASTA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado às 10 horas do dia 15 de fevereiro de 2020, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Avaliadora composta pelos professores que abaixo assinam este Termo. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho \_\_\_\_\_ (Aprovado ou Reprovado).

---

**Profa. Dra. Andriele De Prá**  
**Carvalho**  
Professor(a) Orientador(a)

---

**Profa. Dr. Vilmar Steffen**  
Professor(a) Coorientador(a)

---

**Profa. Ms. Raquel Biz Biral**  
Membro da Banca

---

**Prof. Maiquiel Schmidt de Oliveira**  
Responsável pela Coordenação do CEEP  
Curso de Especialização em Engenharia de Produção

***A FOLHA DE APROVAÇÃO ORIGINAL (ASSINADA) ENCONTRA-SE NA COORDENAÇÃO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.***

## DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho primeiramente a Deus, pois nele encontro suporte necessário para enfrentar todos os obstáculos. Agradeço aos meus pais Renato Luiz Lasta e Adriana Aparecida Lovatel Lasta, pelo esforço para me criarem, educarem, por todos os sacrifícios realizados e pelo amor que transmitiram a minha pessoa. Dedico ao meu amor Angeline Maria Darold e ao nosso filho Davi Augusto Lasta, por todo amparo, auxílio, parceria e amor que os dois me proporcionam. Dedico aos meus irmãos Vitor Gabriel Lasta e Renata Cássia Lasta, por me ajudarem quando possível. Aos meus professores, colegas e pela empresa por me permitir a realização do presente trabalho em suas dependências.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder saúde, que é o principal que uma pessoa pode desejar ter e pelas oportunidades que surgiram em minha vida. Aos meus pais, que me conduziram e me ensinaram o valor da honestidade, caráter, ética, persistência e valor sobre tudo da família. Sem o apoio deles, da minha esposa, filho e meus irmãos com certeza essa jornada seria mais difícil.

Agradeço a empresa objeto desse estudo de caso que me concedeu a oportunidade de realizar o presente estudo e pelo seu tempo investido para me auxiliar na elaboração do presente trabalho, bem como todos os envolvidos.

Por fim agradeço minha orientados Andriele de Prá Carvalho e ao meu coorientador Vilmar Steffen, por tudo apoio, suporte e tempo despendidos para me auxiliar a concluir o presente trabalho e também a todos os professores do curso e também a instituição de ensino que proporcionou aos alunos o presente curso.

## RESUMO

LASTA, J. A. **REDUÇÃO DO TEMPO DE ENTREGA DE PROJETO E PRODUÇÃO DE PAINÉIS ELÉTRICOS EM UMA INDÚSTRIA VOLTADA PARA PEQUENAS HIDRELÉTRICAS LOCALIZADAS NO SUDOESTE DO PARANÁ.** 2020. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2020.

A demanda por energia elétrica tem aumentado gradativamente ao longo dos anos. O Brasil, apesar de possuir uma matriz energética amplamente diversificada, devido ao relevo e a abundância de água possui grande quantidade de rios em seu território, transformando as usinas hidrelétricas em sua maior fonte de energia. O presente trabalho é um estudo de caso realizado em uma indústria que fornece painéis elétricos para usinas hidrelétricas com potência até 30MW, ou seja, as PCHs que são nominadas pequenas centrais hidrelétricas que também são conhecidas com usinas fio d'água, as quais trabalham apenas com o fluxo da água existente no rio, não sendo necessário o alagamento de grandes áreas e reduzindo consideravelmente o impacto ambiental, proporcionando medidas simples para compensação de tais impactos. Tais usinas hidrelétricas atraem cada vez mais investidores, por se tratarem de projetos mais justos e que não necessitem desembolsar dinheiro próprio ou de agentes financiadores com muita antecedência, os painéis elétricos são os últimos equipamentos a chegarem as usinas hidrelétricas, dessa forma o prazo para produção se torna cada dia menor. Pensando em como atender prazos cada vez mais reduzidos, no presente trabalho é proposta uma otimização tanto na fase de projetos, quanto na fase produção dos painéis elétricos. Para isso foi necessário realizar a catalogação dos painéis fabricados, afim de, identificar as particularidades de cada um. Em seguida, realizar um padrão dos equipamentos que são utilizados nestes painéis afim de facilitar a montagem e também após o fechamento de um novo projeto não ter que esperar o diagrama elétrico ficar totalmente pronto para realizar os pedidos de compra. Por fim expor como poderia ser reduzido o prazo de entrega dos painéis elétricos em até 41,28% em relação ao processo atual.

**Palavras-Chave:** Engenharia de Produção, Engenharia da Qualidade, Cronograma, Prazo de Entrega Global, Painéis elétricos, Tipos de Painéis, Elétricos, Balanceamento de linha, Linha de Produção.

## ABSTRACT

LASTA, J. A. **REDUCTION OF PROJECT DELIVERY TIME AND PRODUCTION OF ELETRIC PANELS IN NA INDUSTRY FOR SMALL HUDROELETRIC PLANTS LOCATED IN THE SOUTHEAST OF PARANÁ.** 2020. 46 f. Final course assignment. Post-Graduation Program in Production Engineering, Federal University of Technology - Paraná, Francisco Beltrão, 2020.

The demand for electricity has progressively increased over the years. Brazil, despite having a widely diversified energy matrix, due to the relief and the abundance of water has a large number of rivers in its territory, transforming hydroelectric plants into its greatest source of energy. The current work is a case study carried out in an industry that supplies electrical panels for hydroelectric plants with power up to 30MW, that is, named small-scale hydro-electric power plants, that are also known as run-of-river plants, which works only with the flow of water in the river, not requiring the flooding of large areas and considerably reducing the environmental impact, providing simple measures to compensate for such impacts. Such hydroelectric plants attract more and more investors, as these are fairer projects and do not need to pay their own money or financing agents much in advance, the electrical panels are the last equipment to arrive at the hydroelectric plants, thus the deadline for production it gets smaller every day. Thinking about how to meet increasingly shorter deadlines, this work proposes an optimization both in the design phase and in the production phase of the electrical panels. For that, it was necessary to catalog the manufactured panels, in order to identify the particularities of each one. Then, perform a pattern of the equipment that is used in these panels in order to facilitate the assembly and also after closing a new project do not have to wait for the electrical diagram to be fully ready to carry out the purchase orders. Finally, explain how the delivery time for electrical panels could be reduced by up to 41.28% compared to the current process.

**Keywords:** Production Engineering, Quality Engineering, Schedule, Global Delivery Time, Electrical Panels, Types of Panels, Electrical, Line Balancing, Production Line.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Etapas Pós Padronização do Painel Elétrico

43



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Primeiros Painéis Elétricos Fabricados	28
Figura 2 – Fluxograma Processo Fabricação Painéis Elétricos	29
Figura 3 – Pequena Central Hidrelétrica Com Duas Unidades De Geração	32
Figura 4 – Local de Fabricação do Pannel Elétrico	33
Figura 5 – Montagem do Fundo	34
Figura 6 – Equipamentos	34
Figura 7 – Ligações	35
Figura 8 – Tag's	36
Figura 9 – Teste Ponto a Ponto	36
Figura 10 – Gráfico de Pareto	38
Figura 11 – Etapas até Liberação da Fabricação	39
Figura 12 – Layout de Fabricação dos Painéis do Projeto A	40
Figura 13 – Layout de Fabricação dos Painéis do Projeto B	41
Figura 14 – Layout de Fabricação dos Painéis do Projeto C	41
Figura 15 – Layout de Fabricação dos Painéis do Projeto D	42
Figura 16 – Cronograma Após Alteração	43

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Catalogação dos Painéis Elétricos	31
Quadro 2 – Cronograma Simplificado	37

## LISTAS DE ABREVIATURAS

UTFPR	Universidade Tecnológica Federal Do Paraná
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
STP	Sistema Toyota De Produção
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
UHE	Usina Hidrelétrica
kW	Quilowatt
MW	Megawatt

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>17</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	17
1.2	OBJETIVOS	18
1.2.1	Objetivo Geral	18
1.2.2	Objetivos Específicos	18
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>19</b>
2.1	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	19
2.1.1	Produção Empurrada	20
2.1.1.1	Produção Puxada	20
2.2	FLUXOGRAMA	22
2.3	BALANCEAMENTO DE PRODUÇÃO	22
2.4	DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO	23
2.5	TIPOS DE LAYOUT'S	25
2.6	<i>BRAINSTORMING</i>	26
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA</b>	<b>27</b>
3.1	TIPOS DE PESQUISA	27
3.2	PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS	27
3.3	EMPRESA OBJETO DO ESTUDO DE CASO	28
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>29</b>
4.1	PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PAINÉIS ELÉTRICOS	29
4.2	CATALOGAÇÃO DOS PAINÉIS ELÉTRICOS	31
4.3	IDENTIFICAÇÃO DO ARRANJO FÍSICO DE PRODUÇÃO	33
4.4	PRAZOS DE ENTREGA GLOBAL	37
4.5	PROPOSTA DE ALTERAÇÃO NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO	38
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>46</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização do Problema

O crescimento de qualquer estado ou nação tem como necessidade primária a geração de energia para que ocorra o desenvolvimento, sendo proveniente de fontes não renováveis ou fontes renováveis, cada vez mais a energia tem sido utilizada, seja em indústrias, residências, agricultura, a afins, está presente em todos os ramos de atividade. Outro fato importante e que contribui para aumentar a necessidade de energia elétrica é a preocupação com a utilização excessiva de combustíveis provenientes de fontes não renováveis como o petróleo e também a consequência de seu uso que é a emissão de Dióxido de Carbono o que contribui para poluição do planeta. Esses combustíveis podem e serão substituídos por energia elétrica que são provenientes de fontes renováveis, sendo elas usinas hidrelétricas, usinas eólicas, usinas fotovoltaicas, biogás entre outras.

O Brasil possui em sua matriz energética diversas fontes de energia, dentre elas a que possui maior efetividade na produção hidrelétrica, conforme site do Brasil Escola. Esse fator se dá pelo relevo que possui o país e também pela tecnologia empregada aos equipamentos utilizados neste tipo de empreendimento, outro ponto importante a mencionar é que as Pequenas Centrais Hidrelétricas, as quais possuem uma potência instalada de até 30MW conforme apresentado pelo site da Associação Brasileira de PCHs E CGHs, são usinas hidrelétricas de menor porte, com uma área alagada extremamente menor que as UHEs, que são usinas hidrelétricas que possuem potências maiores que 30MW, a exemplo a UHE Belo Monte, UHE Jirau e UHE Itaipu.

As construções das Pequenas Centrais Hidrelétricas são subsidiadas por investidores privados que buscam comercialização dessa energia, ou até mesmo compensação junto a indústrias que estes possuem, dessa forma as PCH's contribuem para a geração de energia e atendimento da demanda nacional. Esses investidores buscam realizar tais empreendimentos com o menor cronograma e custo possível, portanto as contratações dos equipamentos são extremamente apertadas para que o desembolso não seja a longo prazo, o presente estudo se trata de um estudo de caso realizado em uma empresa que fábrica painéis elétricos para estes empreendimentos. Os painéis elétricos são os últimos equipamentos a chegarem na

obra e são essenciais para a geração de energia, sem eles não é possível iniciar a operação da usina hidrelétrica, muitas vezes as obras já estão em andamento e os painéis elétricos ainda não foram adquiridos.

Tais demandas de curto prazo também foram identificadas como parte da realidade da indústria localizada em Francisco Beltrão no Paraná, que atua no ramo de fabricação de equipamentos para Centrais e Pequenas Centrais Hidrelétricas, dentre esses equipamentos estão os painéis elétricos. Assim, pelo fato do prazo de fabricação para esses equipamentos serem longos, ações para reduzir o prazo de entrega auxilia na otimização de seu processo produtivo.

Diante do pressuposto, como otimizar o processo de produção dos painéis elétricos nesta indústria para conseguir atender os contratos que possuem curto prazo para fabricação?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Reduzir o tempo de projeto e produção dos painéis elétricos em uma indústria localizada na cidade de Francisco Beltrão no Paraná.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar fluxograma do processo de produção dos painéis por obra contendo os prazos de entrega;
- Estudo do tipo de arranjo físico de produção dos painéis elétrico;
- Catalogar os tipos de painéis que possuem maior tempo de produção e que impactam no prazo de entrega;
- Propor melhorias provenientes do processo estudado e simular os resultados visando evidenciar o ganho no prazo de entrega de uma obra como um todo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a construção de Centrais e Pequenas Centrais Hidrelétricas são envolvidas diversas áreas da Engenharia, as mesmas contêm vários equipamentos (ex.: Turbinas, Ponte Rolante, Comportas, Bombas, Válvulas, etc.), as medidas de conservação dos equipamentos e também de segurança são extremamente rígidas, para isso todos os equipamentos possuem sensores, para monitorar e comandar tais equipamentos.

Os painéis elétricos fazem a leitura desses sensores e realizam o comando desses equipamentos, através de lógicas que são realizadas de acordo com cada projeto e equipamento. Dessa forma os painéis são basicamente o “cérebro” destas pequenas hidrelétricas. Além de realizar estes comandos, têm como função a proteção elétrica e mecânica, evitando que sofram qualquer dano.

Considerando a aplicação e a necessidade dos painéis elétricos nas Centrais e Pequenas Centrais Hidrelétricas, os mesmos são indispensáveis para tais empreendimentos.

### 2.1 Engenharia de Produção

Para Neto et al. (2007) a Engenharia de Produção trata-se da busca por aperfeiçoamento dos sistemas integrados que apresentados no meio da produção, sendo estas pessoas, equipamentos, materiais, informações. Tais aperfeiçoamentos contêm abordagem econômica, buscando respeitar os requisitos culturais e éticos. Através da aplicação do conhecimento atribuídos as diferentes ciências, sendo elas: físicas, sociais e matemáticas. Com base no método de análise proveniente da engenharia de projeto, é possível avaliar os resultados e expor os resultados obtidos.

Segundo Chambers, Jhonston e Slack (2002) toda organização possui um modelo ou processo de transformação, cada uma com características distintas, cabe a empresa em questão conhecer suas entradas, que são: a matéria prima e insumos, equipamentos e mão de obra causando o processo de transformação, e após isso, o produto final que são resultantes das saídas. Com a finalidade de realizar uma administração da produção com o mínimo de desperdício possível.

A Engenharia de Produção vai muito além de apenas realizar produção e/ou prestação de produtos e serviços, para poder realizar efetivamente essas tarefas é

necessário planejar e executar as tarefas envolvidas nos processos de produção, afim de identificar possíveis falhas, aproveitar ao máximo os recursos e matérias prima, Neto et al (2007).

### 2.1.1 Produção Empurrada

Conforme Silveira et al (2005) a produção empurrada consiste na produção máxima que a linha é possível realizar, empurrando o produto para o mercado ou para o próximo processo produtivo, esse sistema tem como característica a geração de estoque, caso a produção não seja balanceada, os estoques entre processos podem ser consideráveis, gerando desperdícios.

A produção empurrada dispensava o desenvolvimento de fornecedores, pois contem em sua filosofia geração de estoques, para Figueiredo (2006) após a produção enxuta ser inserida nas atividades de produção ela ficou conhecida como *“just-in-time”* pois a partir da mesma foi possível eliminar a geração de estoques, eliminar processos que não agregavam valor, já que o processo produtivo começava exatamente quando era necessário, e os processos subsequentes puxavam o processo anterior, diminuindo e quase eliminando estoques.

Para Wanke (2015) autor de um trabalho de um projeto que estudou uma estratégia de logística integrando todos os processos produtivos e logísticos das empresas brasileiras, apesar do fluxo de produção ser empurrado o mesmo deve ser com base em um estudo de mercado e previsões de vendas.

### 2.1.2 Produção Puxada

Para Rodrigues (2014) o processo produtivo é acionado a partir do momento em que o cliente traz a demanda, que vem acompanhada com os demais fatores que são especificações, quantidade e prazo desejado.

Segundo Womack e Jones (1998) a produção puxada é um dos pilares da produção enxuta, a qual surgiu através do Sistema Toyota de Produção, o qual consistia em cinco princípios fundamentais para o pensamento enxuto, sendo: identificação da cadeia de valor, especificação do valor, produção puxada, fluxo e perfeição. Para Silveira et al (2005), a filosofia de produção enxuta tem como intuito principal a redução de atividades que não agregam valor, redução de estoques,



direcionar e alocar os recursos devidamente e reserva de mão de obra. Assim, surge a produção puxada em conjunto com um alinhamento das etapas de produção e análise de mercado.

Para implantação de um sistema de produção puxado, é necessário estudo das atividades a serem realizadas, afim de que a atividade anterior atenda a atividade posterior que é esta que vai ditar o ritmo de produção, visando não deixar estoques entre as atividades nem ociosidade de mão de obra, possibilitando uma linha de produção plena, conforme Womack e Jones (1998).

Conforme Figueiredo (2010) há mais de um tipo de sistema de produção puxado, sendo eles:

- Sistema Puxado de Reposição: consiste em manter um estoque de todos os produtos acabados, ou seja, os com grau alto de importância, o médio e o baixo, e fabricar todos para estoque, as vantagens é que a rapidez para expedição é maior, porém exige muito espaço físico;
- Sistema Puxado Sequenciado: neste sistema não existe estoque de produtos acabados, estes são fabricados a partir de pedidos do cliente, a desvantagem está no prazo de entrega e expedição que é maior e a vantagem é que o espaço físico se limita para a produção apenas, visto que o mesmo é fabricado e despachado.
- Sistema Parado Misto: consiste em manter em estoque apenas os produtos com baixo nível de importância e fabricar os de alto e médio nível de importância através de pedidos realizados dos clientes, a vantagem é que o estoque é menor, exigindo espaço físico menor e a desvantagem que é necessário um controle de produção misto e com uma permanência diária.
- Sistema Puxado Misto: consiste em manter em estoque os produtos de alto nível de importância e fabricar sob encomenda os itens de médio e baixo nível, este tem como vantagem o estoque moderado onde os materiais possuem maior rotatividade e a desvantagem é a necessidade de um maior controle de produção e acompanhamento dos itens de média e baixa importância.

## 2.2 Fluxograma

O fluxograma tem como intuito apresentar através de símbolos gráficos a sequência das atividades de um processo de produção a ser estudado, o que permite a visualização do processo como um todo, bem como entendimentos de todas as etapas envolvidas, conforme Graeml e Peinado (2007).

Ao registrar as etapas de um processo, é possível evidenciar etapas que talvez não sejam necessárias, desperdícios e má alocação de recursos. Dessa forma, evidenciando as oportunidades de melhorias no processo em questão, isso ocorre porque o mesmo deixa em destaque os pontos mais críticos existente no processo conforme Chambers, Jhonston e Slack (2002).

Para Maiczuk e Júnior (2013) o fluxograma é a principal ferramenta para realizar estudo de um processo em questão. Ele possui uma forma simples de representar, sendo assim também de fácil entendimento. Apresentando de uma forma ordenadas as várias etapas de fabricação, sistemas, equipamentos ou procedimentos. O fluxograma possui uma simbologia própria para cada etapa ou sequência de produção, com etapas sequenciadas que indicam, início, processo, decisão e ações.

A aplicação do fluxograma facilita a identificação de possíveis causas ou origens de problemas que podem estar presentes nas linhas de produção, processo e/ou sistemas, apresentando as etapas desnecessárias no processo, dessa forma efetuando simplificações, segundo Maiczuk e Júnior (2013).

## 2.3 Balanceamento de Produção

Para Silveira et al (2005), a balanceamento de produção é essencial para redução ou até eliminação de desperdícios, estoque em excesso, mão de obra ociosa entre outros problemas que podem estar presentes nas linhas de produção, sendo assim, um dos pilares do Sistema Toyota de Produção.

Um sistema produtivo somente obterá eficiência caso suas etapas estejam devidamente balanceadas entre si para atender uma demanda, sendo mais válidas se o sistema de produção possuir como característica ser puxada, onde a fabricação é realizada via encomenda, segundo Farias (2018).

Conforme Davis et al (2001) o balanceamento da produção ocorre em linhas de montagens que possuem várias estações de trabalho em série, as quais devem possuir tempos e movimentos uniforme entre si, para que não ocorra excesso de estoque, ociosidade de mão de obra ou falta da mesma. O que implica diretamente nos custos de produção.

Segundo Costa (2014), para realizar balanceamento de uma linha de produção é necessária execução de três fatores, sendo eles:

- Identificação do número de postos de trabalhos;
- Levantamento das tarefas dispersas em hora de trabalho em cada posto;
- Verificação do rendimento de cada posto de trabalho.

Para Oliveira (2016), um dos desperdícios de uma linha de produção desbalanceada é a espera de processo o que resulta em estoques intermediários acumulados, acontece quando um lote inteiro fica esperando o para entrar no próximo processo, o qual ainda está processando o lote anterior. Isso pode ser resolvido com a sincronização de linha de produção e adequação dos tempos entre e durante os processos.

Para alcançar a eficiência de um processo produtivo balanceado de forma adequada para atender a demanda existente, principalmente se for um sistema puxado de produção o qual é mais suscetível a alteração de demanda que pode ser diária, devido as alterações presentes no mercado e nos fatores internos e externos que podem afetar no mesmo, conforme Tubino (2000).

## **2.4 Desperdícios da Produção**

A eliminação de desperdícios presentes no processo produtivo de uma empresa, sendo através de investimentos, aplicação de ferramentas ou remanejamento de mão de obra, tem extrema importância e é bem aplicada quando a gestão da empresa é ativa, conforme Farias (2018).

Conforme Ghinato (2000) o Sistema Toyota de Produção tem como fundamento principal a organização e otimização de recursos, buscando redução de

custos, aumento de produtividade e qualidade com o menor tempo possível. Dessa forma implicando diretamente na redução e eliminação de desperdícios.

Para ser possível identificação de desperdícios, nada melhor que a implantação do STP, a qual pode ser utilizado em todos os níveis da organização, podendo ser aplicado pelos funcionários periodicamente, sendo possível identificar desperdícios e pontos fracos no sistema em questão conforme Magee (2008).

A filosofia *just-in-time* está ligada diretamente a eliminação de desperdícios, pois significa produzir somente com o necessário naquele determinado momento, dessa forma elimina a geração de estoques, movimentação desnecessária, retrabalho entre outros desperdícios, conforme Like e Meier (2007).

Para Chambers, Johnston e Slack (2012) o desperdício é a definição de toda e qualquer atividade que não agregue valor, para iniciar a solução dos problemas é necessário identificar os desperdícios, presentes no processo, operação ou método do trabalho.

Nos processos produtivos, ou até mesmo na prestação de serviço, existem desperdícios de todas as naturezas possíveis, o primeiro passo para elimina-los é os identificar, o STP realizou definição para cada grupo de desperdícios totalizando sete tipos de desperdícios, conforme Chambers, Jhonston e Slack (2002).

- Tempo de Espera: é tempo de espera do material até o operador ou máquina conseguir processa-lo, conforme Chambers, Jhonston e Slack (2002);
- Movimentação: ao movimentar-se entre os processos ou setores, da ilusão que o operador esteja ocupado, porém é uma tarefa que não agrega valor ao produto, conforme Chambers, Jhonston e Slack (2002).
- Transporte: para Chambers, Jhonston e Slack (2002) o transporte de materiais e equipamentos devido falta de espaço ou transporte excessivo entre processos, o qual não agrega valor;
- Excesso Estoque: para Magee (2008) só deve ser produzido o que é demandado pelo cliente naquele dado momento, portanto se possível o ideal é não manter estoques, ainda mais por prazos muito longos;
- Superprodução: é a realização de produção de lotes muito maiores que o próximo processo necessita, conforme Chambers, Jhonston e Slack (2002);

- **Produtos Defeituosos:** para Chambers, Jhonston e Slack (2002) a produção de produtos defeituosos é o desperdício mais significativo que pode existir em uma empresa, os custos com esse tipo de desperdícios são elevados, eles podem ser identificados ainda em produção através de um rígido controle de qualidade ou após estarem no cliente, este é o pior caso e o mais custoso para empresa e sua imagem;
- **Processamento:** são atividades localizadas no meio dos processos que não agregam valor e são desnecessárias para a produção, já que não agregam valor, conforme Chambers, Jhonston e Slack (2002).

## **2.5 Tipos de Layout's**

Conforme Peinado e Graeml (2007), bem-estar produtivo está ligado diretamente ao arranjo físico, o método de produção é definido pela característica do produto final, ele é estudado através dos vários processos a serem realizados durante a produção.

Os tipos de arranjo físicos são divididos em cinco tipos, conforme Graeml e Peinado (2007):

- **Arranjo por Processo ou Funcional:** as máquinas que possuem a mesma função ou processo permanecem em uma mesma área, dessa forma o produto passa por essas áreas conforme necessita ser transformado;
- **Arranjo por Produto ou Linha:** o produto percorre a linha de produção, onde a mão de obra e equipamentos percorrem uma sequência lógica;
- **Arranjo por Posição Fixa:** neste arranjo o produto fica parado e o processo de transformação trabalha no entorno do mesmo.
- **Arranjo Físico Celular:** é o agrupamento de máquinas e recursos necessários para fabricar um produto específico em um único lugar.
- **Arranjo Físico Misto:** é caracterizado pela presença de dois ou mais dos outros tipos de arranjos apresentados acima.

## **2.6 Brainstorming**

Para Ciarlini (2014) o *brainstorming* é uma ferramenta indispensável para estimular a criatividade, pois ela potencializa os pensamentos e torna mais dinâmica a rotina de trabalho, ela tem como característica a aplicação e a interação em grupo, o qual estimula ainda mais a troca de experiências sobre o determinado tema, o que acaba estimulando ainda mais as ideias.

Conforme Rodrigues et al (2018) a aplicação do *brainstorming* também pode ser aplicada como forma de aprendizado, onde o educador pode instigar seus aprendizes a pensar e levantar os conhecimentos prévios de um determinado assunto, e dessa forma direcionar um debate para que nossas ideias possam surgir chegando a uma determinada aplicação.

Em um estudo realizado por Silveira (2018), o *brainstorming* aprimora a capacidade criativa de um publicitário, o mesmo apresentou através uma dinâmica de grupo onde se propunha buscar solução para problemas específicos, ideias inovadoras eram expostas, na qual eram encorajadas por um líder do grupo o qual fazia com que os participantes se encorajassem a participar ainda mais.

## **3 METODOLOGIA DE PESQUISA**

### **3.1 Tipos de Pesquisa**

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, segundo Gil (2002) esse tipo de pesquisa é basicamente a realização de um estudo a fundo de um objeto em específico, o qual se detalha seus vários aspectos para identificação de incorreções que não são apresentados em outros objetos, dessa forma as conclusões são apresentadas em forma de hipóteses. Sendo assim, as aplicações sugeridas não podem ser aplicadas na íntegra em outros objetos de pesquisa.

Foi realizada uma abordagem quantitativa, através de documentos, registros e históricos, foram realizadas análises de números relacionados ao prazo de entrega vinculando a necessidade do mínimo de investimento a ser gerado. Não obstante, a presente pesquisa também tem como caráter qualitativa, pois foram realizadas entrevistas com opiniões de colaboradores relacionadas as ações propostas, devido a condição que as mesmas não pudessem afetar o perfeito funcionamento e qualidade do objeto de pesquisa.

### **3.2 Procedimento de Coleta de Dados**

Por se tratar de estudo de caso foi utilizada a triangulação dos dados. A coleta destes dados ocorreu em duas etapas. Na primeira etapa, foram analisados os dados registrados em documentos da linha de produção, bem como observação do processo, para entender a catalogação dos painéis elétricos e o processo de produção em sua totalidade.

Já na segunda etapa foi realizada um brainstorming com os gestores responsáveis pelo processo de fabricação e montagem dos painéis elétricos e pelo comercial responsável pelo contato com os clientes e planejamento do projeto. A geração de ideias foi realizada em uma sala de reunião, onde foram expostas e analisadas, com a finalidade de selecionar aquelas que continham possibilidade de ocorrer foram apresentadas no presente estudo em conjunto com sua análise.

Os dados foram processados com base na análise de conteúdo, por intermédio das seguintes variáveis de pesquisa definidas como bases centrais para a análise: engenharia de produção, engenharia da qualidade, cronograma, prazo de

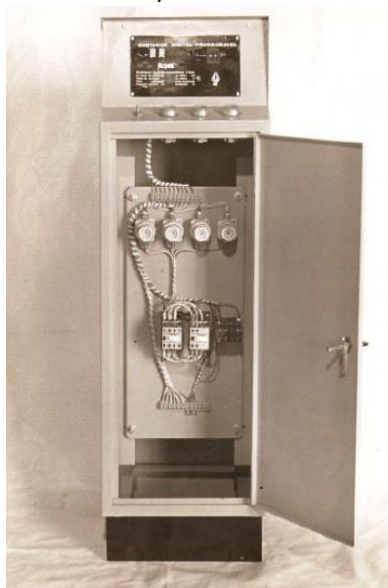
entrega global, painéis elétricos, tipos de painéis, elétricos, balanceamento de linha, linha de produção. Após análise de prazos globais de entrega, foi realizado padronização com base na comparação do layout de quatro projetos diferentes.

### 3.3 Empresa Objeto do Estudo de Caso

O estudo de caso aqui apresentado foi realizado em uma empresa de médio porte, localizada em Francisco Beltrão situada no sudoeste do Paraná, a qual possui a razão social Flessak Eletro Industrial S.A., está que atua no ramo de geração de energia, mais especificamente tendo como carro chefe produtos e serviços voltados a CGH's (Centrais Geradora Hidráulica) que possuem potência instalada de 75kW a 5MW e PCH's (Pequenas Centrais Hidrelétricas) que possuem potência instalada de 5MW a 30MW.

A empresa fundada em 1966, inicialmente localizada na cidade de Marmeleiro no estado do Paraná, atuando em rebobinagem de motores, manutenção de máquinas agrícolas, fabricação de forrageiros e auto elétrica. Em 1982 iniciou a fabricação de painéis elétricos voltados para indústrias e com o crescimento em 1984 mudou suas instalações e seu parque fabril para Francisco Beltrão no estado do Paraná, onde se localiza até o presente momento.

Figura 1 - Primeiros painéis elétricos fabricados.



Fonte: Flessak Eletro Industrial (2020).

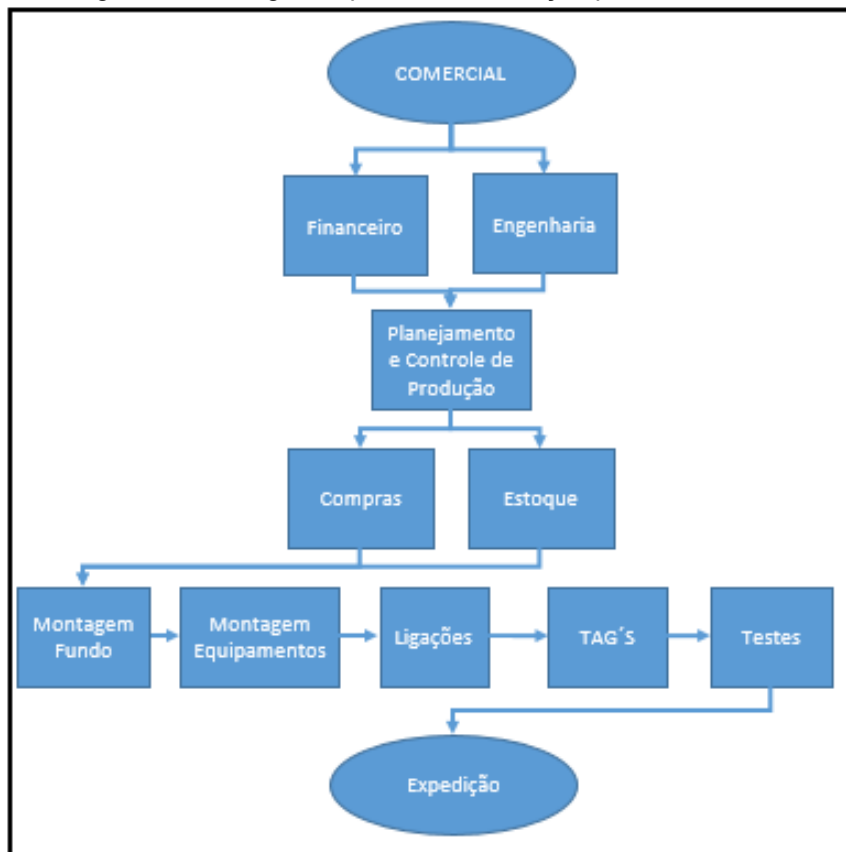


## 4 RESULTADOS

### 4.1 Processo de Produção de Painéis Elétricos

O presente trabalho teve como objeto de estudo o processo de produção dos painéis elétricos destinados ao controle e proteção dos equipamentos existentes em centrais e pequenas centrais hidrelétricas, cada central e pequena central tem características específicas, ou seja, cada novo pacote de painéis contratados deve primeiramente passar pela engenharia para que o diagrama elétrico seja realizado para que possam atender os requisitos solicitados do projeto em questão. A seguir, é apresentada na Figura 2, a qual apresenta o fluxograma do processo de produção de painéis elétricos.

Figura 2 – Fluxograma processo fabricação painéis elétricos.



Fonte: Autoria própria (2020).

Segundo Chambers, Jhonston e Slack (2002), em conformidade com fluxograma apresentado acima, percebe-se que o processo de produção dos painéis elétricos se dá em etapas variadas, cada uma possui um tempo para execução e

nenhuma pode ser eliminada. Segundo os colaboradores entrevistados dos diversos setores envolvidos no processo, abaixo uma previa da função de cada um dos setores:

- Comercial/Financeiro: responsável pelo marketing, prospecção de clientes, fechamentos de contratos, elaboração do escopo de fornecimento para comunicação interna após fechamento de novos contratos e controle financeiro dos contratos;
- Engenharia/Planejamento e Controle de Produção: responsável pela elaboração dos projetos dos painéis elétricos conforme interface realizada com todos os envolvidos no projeto em questão, planejamento e controle da produção dos diversos tipos de painéis elétricos, acompanhamento e gestão do setor de produção dos painéis elétricos, logística de transporte e gestão de montagem em obra;
- Linha de Produção: responsável pela produção dos painéis elétricos conforme os diagramas elétricos realizados pela engenharia, embalagem e carregamento para transporte dos painéis elétricos. A linha de produção é caracterizada por um arranjo físico de posição fixa, onde o produto a ser transformado fica localizado em uma posição fixa e os agentes transformadores trabalham e se locomovem até ele, conforme Peinado e Graeml (2007);

O fluxograma do cenário atual é eficiente para projetos com processos de implantação de longo prazo, porém para projetos com processos de implantação de médio a curto prazo o presente fluxograma não consegue atender.

## 4.2 Catalogação dos Painéis Elétricos

Para melhor entendimento do problema atual que é a otimização do processo de produção dos painéis elétricos para atendimento de prazos curtos exigidos pelo mercado. É necessário a catalogação dos diversos dos diversos tipos de painéis elétricos aplicados em uma PCH ou CGH, esse histórico foi levantado com base nos últimos cinco contratos entregues. Essa catalogação é necessária realizar pois da PCH ou CGH tem painéis elétricos para várias finalidades, desde comando e proteção dos Geradores até acionamento de lâmpadas.

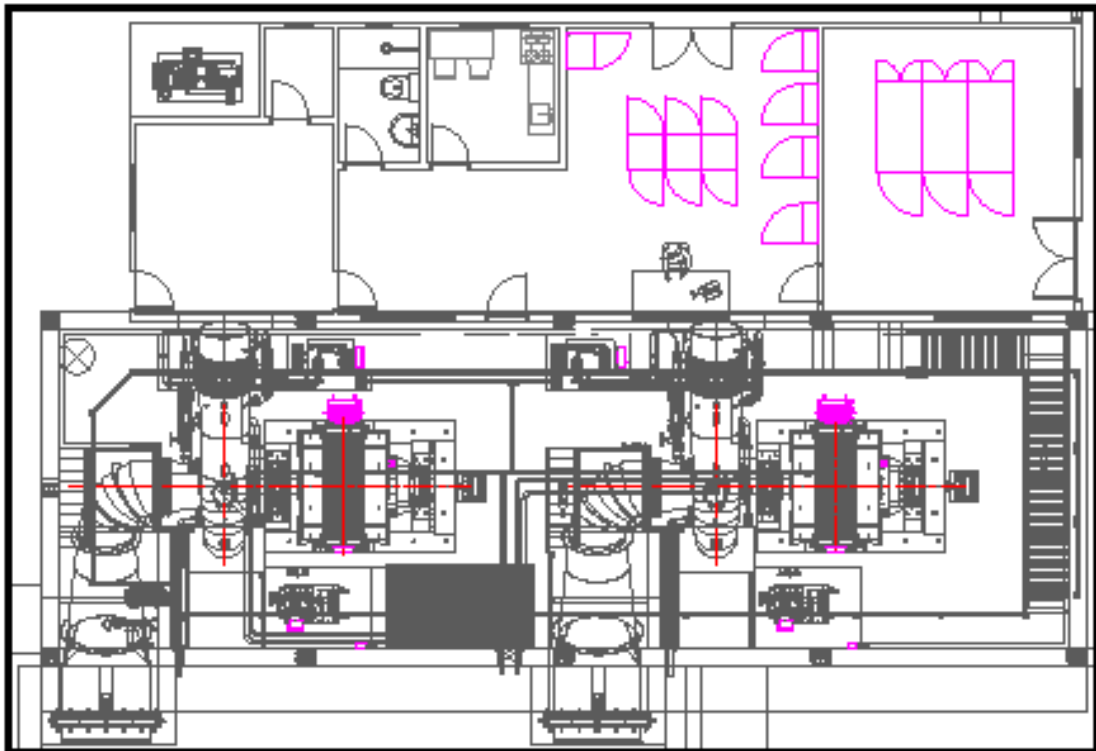
Quadro 1 – Catalogação Dos Painéis Elétricos.

DESCRIÇÃO	SIGLA
CUBÍCULO DE ATERRAMENTO DE NEUTRO DA UNIDADE 1	CANU1
CUBÍCULO DE ATERRAMENTO DE NEUTRO DA UNIDADE 2	CANU2
CUBÍCULO DE ATERRAMENTO DE NEUTRO DA UNIDADE 3	CANU3
CUBÍCULO DE SURTO E DISJUNTOR DA UNIDADE 01	CSDU1
CUBÍCULO DE SURTO E DISJUNTOR DA UNIDADE 02	CSDU2
CUBÍCULO DE SURTO E DISJUNTOR DA UNIDADE 03	CSDU3
CUBÍCULO DE SAÍDA PARA O TRAFÓ ELEVADOR	CSTE
PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO DA UNIDADE 01	PCPU1
PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO DA UNIDADE 02	PCPU2
PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO DA UNIDADE 03	PCPU3
PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO CENTRAL	PCPCN
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO GERAL DA CASA DE FORÇA	QDGGCF
QUADRO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DA CASA DE FORÇA	QITCF
QUADRO DE COMUNICAÇÃO DA CASA DE FORÇA	QCMCF
RETIFICADOR DE BATERIAS 125Vcc	RET 125Vcc
BANCO DE BATERIAS 125Vcc	BBT 125Vcc
QUADRO DE SISTEMA DE FRENAGEM DA UNIDADE 1	QSFU1
QUADRO DE SISTEMA DE FRENAGEM DA UNIDADE 2	QSFU2
QUADRO DE SISTEMA DE FRENAGEM DA UNIDADE 3	QSFU3
QUADRO DE COMANDO DA CÂMARA DE CARGA	QCCC
QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DA CÂMARA DE CARGA	QDGCC
QUADRO DE COMUNICAÇÃO DA CÂMARA DE CARGA	QCMCC
BANCO DE BATERIAS 24Vcc	BBT 24Vcc

FONTE: Autoria própria (2020).

Conforme apresentado no QUADRO 1, existem vários tipos de painéis elétricos, pois os mesmos são aplicados nas centrais hidrelétricas para diversas finalidades, desde painéis com função de acionamento de bombas até painéis com função de proteção elétrica de equipamentos de até 13.800V. É importante ressaltar que a quantidade de painéis é definida a partir da quantidade de equipamentos existentes na usina, principalmente pelo número de unidades geradoras. O Quadro 1 foi realizado com base em uma Pequena Central Hidrelétrica, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Pequena Central Hidrelétrica Com Duas Unidades De Geração.



Fonte: Flessak Eletro Industrial (2020).

A Figura 3 é um exemplo de uma PCH, na mesma são destacados os painéis na cor magenta, os mesmos têm várias finalidades, por isso é necessário realizar a catalogação dos mesmos, em uma PCH possuem desde quadros pequenas a cubículos de grande porte.

A partir da catalogação dos painéis elétricos foi realizado o levantamento para o tempo de montagem dos mesmos, dessa forma é possível verificar quais tem o processo de montagem mais longo, que são avaliados neste estudo. Para definir quais são os painéis elétricos objetos do presente estudo, foi realizada uma eliminação dos que possuíam tempo de montagem iguais ou menores que cinco dias, essa eliminação se dá pelo fato de haver vários tipos de painéis elétricos e que o tempo de produção não são os mesmos, por isso intervir nos modelos que impactem no mínimo 50% do prazo de entrega do projeto.

### 4.3 Identificação do Arranjo Físico de Produção

Para melhor entendimento do processo produtivo de Painéis Elétricos é necessário identificar o tipo de arranjo para produção dos mesmos, dessa forma é possível entender e identificar a melhor ferramenta ou método a ser empregado através do Brainstorming para redução de desperdícios e a redução do prazo de entrega. A Figura 4 mostra o local de fabricação do painel elétrico.

Figura 4 – Local De Fabricação Do Painel Elétrico.



Fonte: Flessak Eletro Industrial (2020).

Os painéis elétricos ficam imóveis e os processos transformadores (operador/ferramentas) se deslocam até o local para realizar sua transformação, conforme Graeml e Peinado (2007) esse arranjo físico é de posição fixa.

Esse tipo de arranjo físico é característico de equipamentos e produtos que possuem grande volume e/ou com massas elevadas, o que dificulta a movimentação, inviabilizando a montagem de qualquer tipo de linha de produção celular, por processo ou linha, conforme Krajewski e Ritzman (1999).

No caso dos Painéis Elétricos deste estudo, a estrutura metálica fica parada, onde se começa a execução da fabricação do painel elétrico que consiste nas seguintes etapas:

Figura 5 – Montagem Do Fundo.



Fonte: Flessak Eletro Industrial (2020).

A Figura 5 mostra a primeira etapa de fabricação dos painéis elétricos, que é a montagem do fundo do painel, basicamente é a montagem das canaletas que servem para passagem dos cabos e a fixação dos trilhos para fixação dos equipamentos.

Figura 6 – Equipamentos.



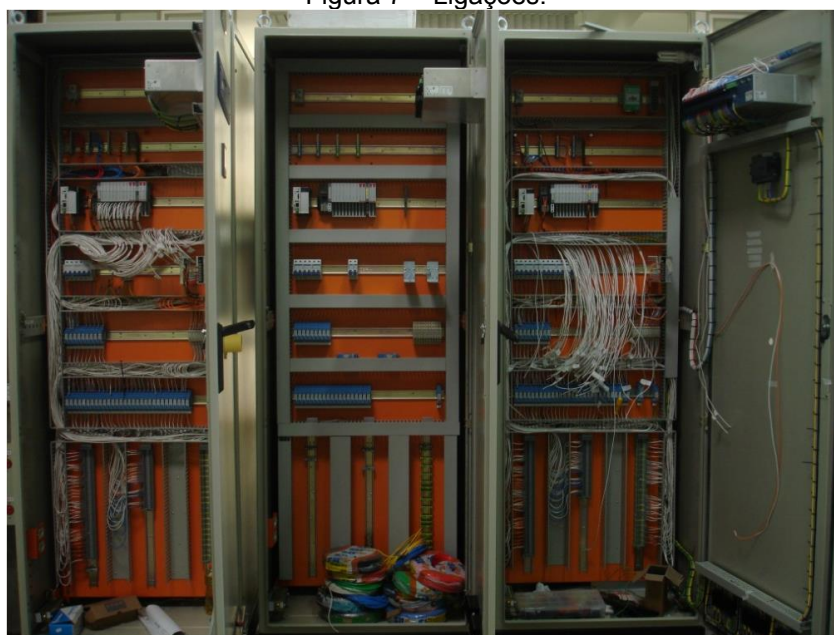
Fonte: Flessak Eletro Industrial (2020).

Conforme mostra a FIGURA 6 a segunda etapa é montagem dos equipamentos elétricos, os quais são fixados nos trilhos. A montagem dos equipamentos, das canaletas e dos trilhos são realizados com base no layout do

painel, o qual é realizado na etapa de projeto. Sendo que, todo projeto elétrico deve estar finalizado para realização desse layout e liberação para início de fabricação dos painéis elétricos.

A separação dos equipamentos no fundo do painel elétrico segue uma lógica padrão, por exemplo, os equipamentos de comando tendem a ficar em um único trilho, os equipamentos de força e os equipamentos de sinal também tendem a ficar em um único trilho ou os mais próximos possíveis. Facilitando a rastreabilidade dos equipamentos na ocasião de testes ou até mesmo de necessidade de manutenções.

Figura 7 – Ligações.



Fonte: Flessak Eletro Industrial (2020).

A Figura 7 evidencia a terceira etapa que é a ligação entre os equipamentos que estão montados no fundo do painel elétrico, as ligações são realizadas de acordo com o projeto elétrico do painel, entre si os equipamentos do painel elétrico têm lógicas para realizar os comandos, supervisão e controle, e são transmitidos para os equipamentos de fora através de interligação de cabos pelos bornes existente nos painéis elétricos.

Figura 8 – TAG'S.



Fonte: Flessak Eletro Industrial (2020).

Após a execução das ligações é realizada sua identificação conforme Figura 8, o que não interfere no funcionamento do painel elétrico, porém são necessárias para realização dos testes ponto a ponto e também para realização de manutenções caso necessário, sendo essa a quarta etapa de fabricação do painel elétrico.

Figura 9 – Testes Ponto A Ponto.



Fonte: Flessak Eletro Industrial (2020).

A Figura 9 mostra o último e quinta etapa de fabricação dos painéis elétricos consiste nos testes ponto-a-ponto, que basicamente é a verificação da correta ligação entre os equipamentos e também a energização do painel elétrico para



realizar parametrizações nos equipamentos e pré-ajustes antes de realizar o envio para a PCH ou CGH.

#### 4.4 Prazos de Entrega Global

Para auxiliar a análise do problema foi idealizado um cronograma simplificado mostrando o tempo de execução de cada etapa até chegar a entrega dos painéis elétricos nas usinas hidrelétricas. No Quadro 2 é apresentado o cronograma padrão utilizado com base nas condições de fabricação atual.

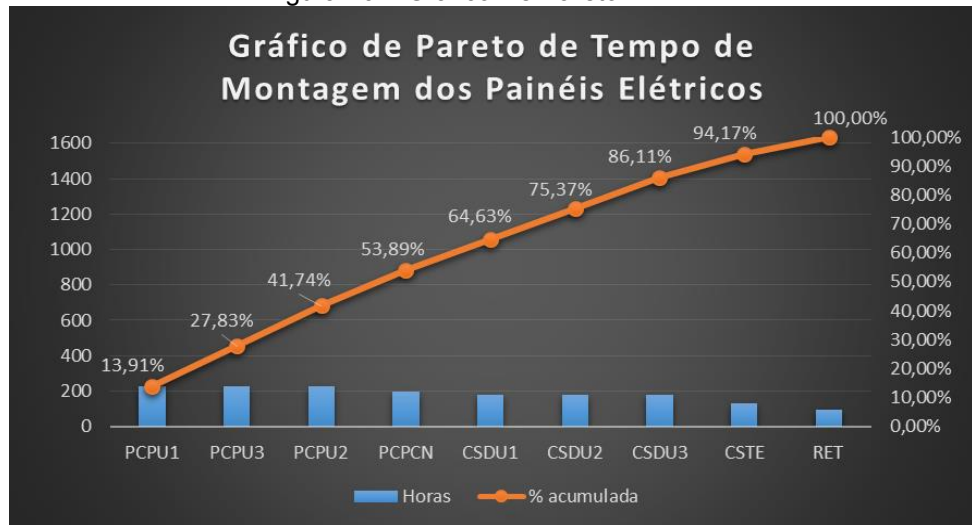
Quadro 2 – Cronograma Simplificado.

☒ PCPU1 - PAINEL DE CONTROLE E PROTEÇÃO DA UNIDADE 1	96 dias
☒ PCPU2 - PAINEL DE CONTROLE E PROTEÇÃO DA UNIDADE 2	96 dias
☒ PCPU3 - PAINEL DE CONTROLE E PROTEÇÃO DA UNIDADE 3	96 dias
☒ PCPCN - PAINEL DE CONTROLE DE PROTEÇÃO CENTRAL	56 dias
☒ QDGCF - QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO GERAL DA CASA DE FORÇA	56 dias
☒ QSFU 1 - QUADRO SISTEMA DE FRENAGEM DA UNIDADE 1	26 dias
☒ QSFU 2 - QUADRO SISTEMA DE FRENAGEM DA UNIDADE 2	26 dias
☒ QSFU 3 - QUADRO SISTEMA DE FRENAGEM DA UNIDADE 3	26 dias
☒ QCBD - QUADRO DE CONTROLE DAS BOMBAS DE DRENAGEM	30 dias
☒ QITCF - QUADRO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DA CASA DE FORÇA	30 dias
☒ QCMCF - QUADRO DE COMUNICAÇÃO DA CASA DE FORÇA	32,5 dias
☒ RET - RETIFICADOR 125VCC	51 dias
☒ BBT125VCC - BANCO DE BATERIA 125VCC (padrão pcp)	16,25 dias
☒ CSDU1 - CUBÍCULO DE SURTO DO DISJUNTOR DA UNIDADE 1	145 dias
☒ CSDU2 - CUBÍCULO DE SURTO DO DISJUNTOR DA UNIDADE 2	145 dias
☒ CSDU3 - CUBÍCULO DE SURTO DO DISJUNTOR DA UNIDADE 3	145 dias
☒ CSTE - CUBÍCULO DE SAÍDA PARA O TRANSFORMADOR ELEVADOR	145 dias
☒ CANU1 - CUBÍCULO DE ATERRAMENTO DE NEUTRO UNIDADE 1	55 dias
☒ CANU2 - CUBÍCULO DE ATERRAMENTO DE NEUTRO UNIDADE 2	55 dias
☒ CANU3 - CUBÍCULO DE ATERRAMENTO DE NEUTRO UNIDADE 3	55 dias
☒ QCCC - QUADRO DE CONTROLE DA CÂMARA DE CARGA	35,5 dias
☒ QCMCC - QUADRO DE COMUNICAÇÃO DA CÂMARA DE CARGA	29,5 dias
☒ QDGCC - QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO GERAL DA CÂMARA DE CARGA	28 dias
☒ BBT24VCC - BANCO DE BATERIA 24VCC	15,2 dias

Fonte: Flessak Eletro Industrial (2020).

Com base no cronograma apresentado acima foi realizado um Gráfico de Pareto incluindo o tempo de montagem para apontar qual (is) do (s) painéis elétricos possuem maior tempo de montagem para que fosse apontado os painéis elétricos a serem objetos de estudo, confirme apresentado na Figura 10.

Figura 10 – Gráfico De Pareto.



Fonte: Autoria própria (2020).

Para realizar o Gráfico de Pareto de montagem foi efetuada uma pré-seleção dos painéis elétricos, onde o critério de eliminação foi classificar apenas os que possuíam o tempo de montagem maior que noventa horas.

Conforme apresentado no Diagrama de Pareto os painéis elétricos com maior significância no processo de produção são os PCPU1, PCPU2, PCPU3 e PCPCN, os quais foram objeto do estudo.

#### 4.5 Proposta de Alteração no Processo de Fabricação

Após realizado a verificação do tipo de arranjo físico, do tempo global de entrega e também dos processos de fabricação, realizou-se um Brainstorming com o Gerente de Engenharia, Analista de Planejamento e Controle de Produção e Gerente Comercial afim de identificar possíveis ações para diminuir o tempo de produção.

Pontos que levantamos no Brainstorming:

- Automatizar a linha de fabricação de painéis elétricos: este foi descartado pois apenas alguns dos processos de montagem seriam padronizados, e não a linha como um todo, apesar disso seria

necessário um grande investimento e ainda grande parte da produção seria realizada manualmente;

- Nivelamento da linha de fabricação de painéis elétricos: este item foi descartado, primeiro pela falta de espaço no setor e em segundo lugar pela característica da linha de fabricação possuir um arranjo físico fixo, não é possível empregar dois ou mais processos em paralelo, conforme apresentado acima os mesmos são realizados em série, o qual é necessário terminar um para iniciar o seguinte;
- Não esperar executar o projeto para realizar fabricação: primeiramente essa ideia havia sido descartada, pois iria surgir muito retrabalho para corrigir o painel elétrico em campo. Porém, analisando no cronograma as etapas até entrega do painel elétrico verificou-se que o processo de elaboração do projeto elétrico representa 31,25%, dessa forma, com intuito de diminuir o tempo da entrega dos painéis, uma das alternativas seria padronizar a montagem do fundo dos painéis e também do layout do painel (alocação dos equipamentos no fundo), bem como as ligações, deixando apenas para depois do projeto a compra dos equipamentos específicos, os quais poderiam ser instalados juntamente com a realização dos testes, nessa última etapa já seria realizado alguns ajustes caso necessário.

Os painéis elétricos a serem padronizados são aqueles que representaram 50% do tempo de montagem total no Gráfico de Pareto, os quais etapas apresentadas na Figura 11 até a liberação para fabricação.

Figura 11 – Etapas até Liberação e Fabricação.

projeto elétrico	30 dias
separação e compra materiais	3 dias
entrega dos materiais específicos	40 dias
fabricação	20 dias
testes motorador	1 dia
testes automação	2 dias

Fonte: Autoria própria (2020).

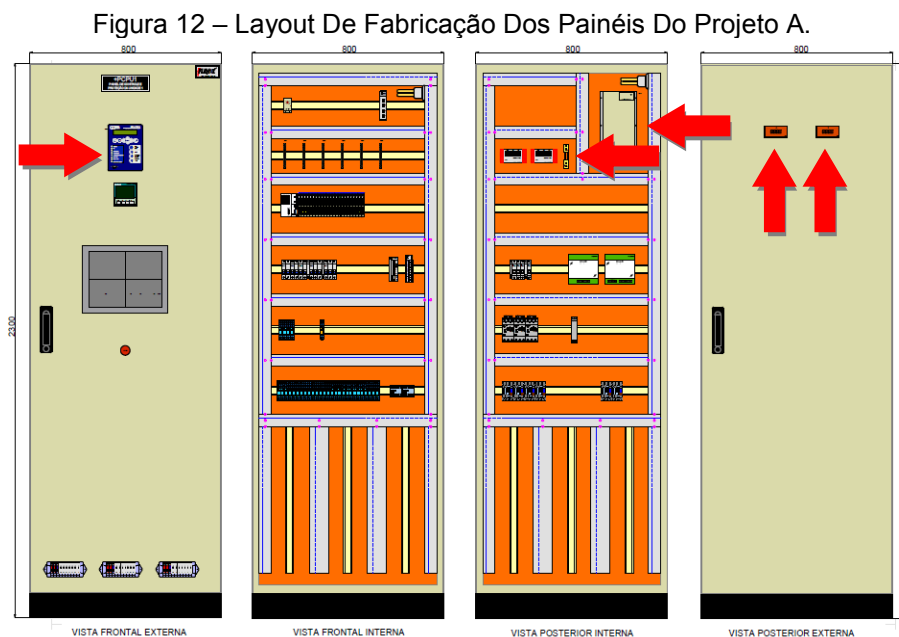
Conforme evidenciado no cronograma, verificou-se que a etapa de projeto elétrico possui 31,25% do tempo total de produção do painel elétrico, com base nisso e no Digrama de Pareto os painéis a serem estudados são os seguintes os apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Painéis a Serem Estudados.

DESCRIÇÃO	SIGLA
PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO DA UNIDADE 01	PCPU1
PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO DA UNIDADE 02	PCPU2
PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO DA UNIDADE 03	PCPU3
PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO CENTRAL	PCPCN

Fonte: Autoria própria (2020).

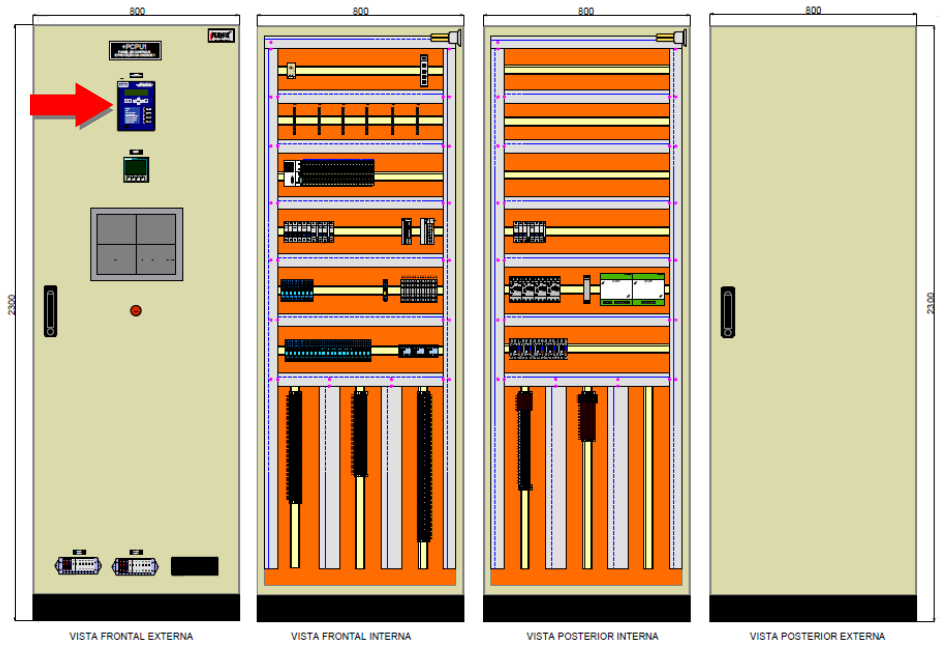
Para evidenciar as diferenças dos painéis elétricos a serem estudados, foram levantados layouts de quatro projetos diferentes os quais estão sendo apresentados nas figuras abaixo:



Fonte: Flessak Eletro Industrial (2020).

O layout de fabricação do painel elétrico apresentado na Figura 12, é de uma Pequena Central Hidrelétrica de 15MW localizada no Mato Grosso.

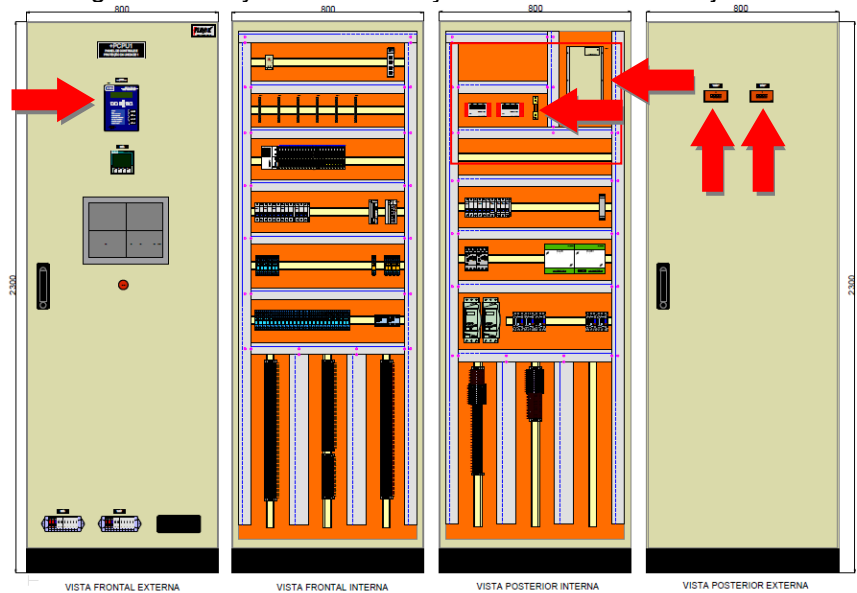
Figura 13 – Layout De Fabricação Dos Painéis Do Projeto B.



Fonte: Flessak Eletro Industrial (2020).

O layout de fabricação do painel elétrico apresentado na Figura 13, é de uma Pequena Central Hidrelétrica de 6MW localizada no Paraná.

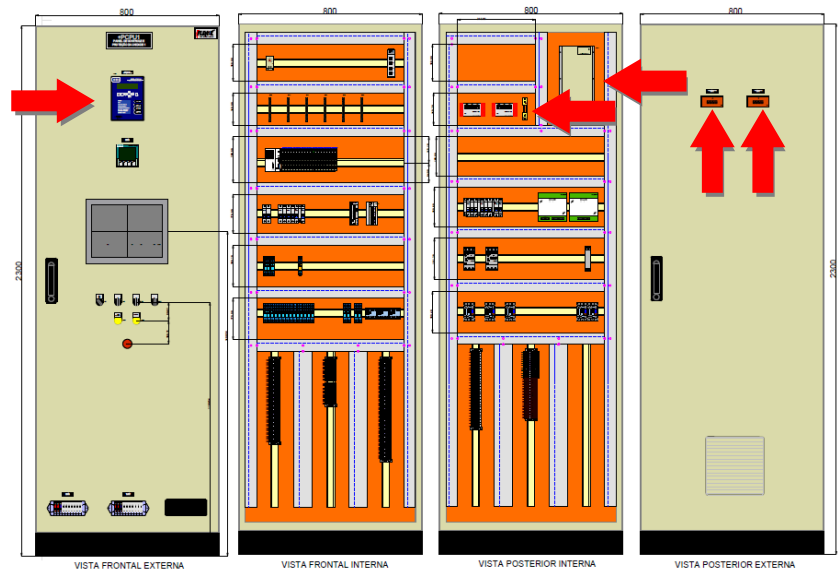
Figura 14 – Layout De Fabricação Dos Painéis Do Projeto C.



Fonte: Flessak Eletro Industrial (2020).

O layout de fabricação do painel elétrico apresentado na Figura 14, é de uma Pequena Central Hidrelétrica de 6MW implantada no mesmo rio que a Pequena Central Hidrelétrica apresentada na Figura 13.

Figura 15 – Layout De Fabricação Dos Painéis Do Projeto D.



Fonte: Flessak Eletro Industrial (2020).

O layout de fabricação do painel elétrico apresentado na Figura 15, é de uma Pequena Central Hidrelétrica de 11MW localizada no Rio Grande do Sul.

Nos layouts estão apresentados os componentes específicos que estão apontados com flechas na cor vermelha, estes mudam a cada projeto a ser executado. Os equipamentos que não estão circulos em vermelho, somente mudam quantidade a cada projeto e os mesmos tem em estoque.

Acima consta os layouts de 04 projetos realizados, conforme verificado os layouts dos projetos são muito parecidos, dessa forma, é possível realizar uma padronização de montagem dos painéis, bem como, o número de equipamentos a serem montados. Desta forma, pode-se realizar montagem de painéis elétricos para ficar em estoque, assim, os equipamentos específicos podem ser comprados após conclusão do projeto e a particularidade de cada painel pode ser corrigida no momento de testes em fábrica. A padronização deverá seguir o layout A, pois o C e o D são iguais ao mesmo, para o projeto B não mudaria, pois, a diferença entre os demais é que possui menos equipamentos.

Tabela 1 – Etapas Pós Padronização Do Painel Elétrico.

<b>PADRONIZAÇÃO DOS PAINEL ELÉTRICO</b>	
1	Layout do Painel Elétrico conforme Modelo A;
2	Realizar Montagem do Fundo;
3	Montar Painel com os mesmos Equipamentos do Modelo A;
4	Realizar Ligações;
5	Realizar Identificação;
6	Realizar Testes (Nesta fase o Projeto Elétrico deverá estar concluído), antes dos testes será realizado as alterações específicas de cada projeto.

Fonte: Aatoria própria (2020).

A proposta de alteração é a padronização do layout dos painéis e também quantidade de materiais comuns, dessa forma a montagem dos painéis podem ser realizados antes do projeto ser finalizado, ou, possuir esses painéis em estoque para atender demandas de projetos os quais exigem uma entrega mais rápida. Abaixo é apresentado cronograma que evidencia essa alteração.

Figura 16 – Cronograma Após Alteração.

projeto elétrico	5 dias
separação e compra materiais	1 dia
entrega dos materiais específicos	40 dias
fabricação	20 dias
testes motorador	5 dias

Fonte: Aatoria própria (2020).

A Figura 16 evidencia o cronograma após alteração proposta, uma vez que realizado a padronização de fabricação dos painéis elétricos objeto do estudo, o tempo do projeto elétrico reduz drasticamente, sobrando ao mesmo apenas adequações de pontos específicos de cada projeto, o item separação e compra de materiais reduziu o tempo também, pois os materiais de estoque já são padrão, ou seja, não é necessário esperar vir lista após execução do projeto como era antes, o mesmo pode ser separado de imediato. O tempo de fabricação continua o mesmo, porém o tempo de testes aumenta para que sejam realizados os acertos dos itens específicos nos painéis elétricos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do balanceamento da linha de produção não é viável devido a característica do processo de produção, foi verificado que o balanceamento não é uma medida a ser tomada, inicialmente pelo fato da produção ser puxada e não empurrada, ou seja, é fabricado através de pedido realizado pelo cliente e não fabricado para deixar em estoque para venda, isso devido as particularidades que esses empreendimentos possuem. Segundo ponto, é que após análise do cronograma foi verificado que uma das etapas para entrega dos painéis elétricos é o projeto, devido interface com outros fornecedores.

Analisando os layouts de painéis elétricos de quatro projetos realizados, foi possível verificar que os mesmos possuem similaridades, bem como há mais componentes em comum do que específicos, dessa forma, a proposta de melhoria foi baseada no ponto de padronizar o layout e a quantidade de componentes comuns. Assim, é possível iniciar a montagem dos painéis elétricos no momento em que fechar um novo pedido, ou até mesmo possuir em estoque esses painéis reduzindo drasticamente o prazo de entrega. Dessa forma, é possível alterar o prazo de entrega global dos painéis elétricos, o qual, no cenário atual de fábrica possibilita o fechamento de mais dois grandes projetos, um faturamento que não seria possível alcançar único e exclusivamente pelo prazo de entrega atual.

A cronograma apresentado considerando essa proposta de alteração, mostrou uma redução de 25 dias para entrega global de um painel elétrico, o que representa uma redução de 35,21% no prazo global de entrega de novos projetos, para empresa é um ponto a favor no momento de negociação, pois se torna mais competitiva no âmbito de prazo de entrega, trazendo assim possibilidade de fechamento de mais pedidos que precisem um prazo curto, esses que até então não eram possíveis de fechar.

Através da realização do fluxograma para melhor entendimento do processo de fabricação do painel elétrico foi possível identificar as etapas que levaram a catalogação dos painéis, para ser possível identificar quais possuíam maior prazo de entrega global e realizar eliminação para poder atacar a causa raiz do problema, selecionando os painéis elétricos que representavam cinquenta por cento do prazo de entrega global, onde foi proposta a padronização dos mesmos, para que não fosse necessário esperar o projeto elétrico ficar pronto após iniciar a fabricação,



dessa forma conseguiu-se uma otimização na fabricação e uma redução no prazo de entrega global dos painéis elétricos.

Por fim, ao estar inserido no processo, pois trabalho na presente empresa em um setor estratégico, pude verificar e apresentar aos demais colegas que através de um simples estudo foi possível um ganho no prazo de entrega o qual nos traz competitividade comercial. O presente trabalho evidencia a importância de realizar estudo contínuo dos processos da empresa, pois a realidade de mesma altera-se constantemente, por diversos fatores, sejam internos ou externos que afetem diretamente o planejamento estratégico da mesma.

Futuramente é possível estudar tempos e movimentos do montador, levantamento da possibilidade de implantação de um sistema *Kanban* para controle da produção associado numa pesquisa de mercado para levantamento da demanda existente, logística de materiais, processos que agregam ou não valor, entre inúmeras outras ferramentas da qualidade que podem ser aplicadas.

## REFERÊNCIAS

- ABRAPCH. **Associação Brasileira de PCHs e CGHs: O que são PCHs e CGHs ?** Disponível em: <<https://abrapch.org.br/o-setor/o-que-sao-pchs-e-cghs/>>. Acesso em 12 de fevereiro de 2020.
- CIARLINI, J. R. **Manual Criativo e Ilustrado de *brainstorming* para Comunicadores Organizacionais**. Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- DAVIS, M.; NICHOLAS, Aquilano; RICHARD, Chase. **Fundamentos da administração da produção**. 3. Ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2001.
- FARIAS, T. S. **Eficiência Operacional e os Sete Desperdícios do Sistema Toyota: Estudo de Caso de Uma Indústria de Embutidos**. Universidade de Passo Fundo, Sarandi, 2018.
- FIGUEIREDO, K. – **A logística enxuta**. Centro de Estudos de Logística, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- FIGUEIREDO, R. M. - **Implantação do sistema puxado em uma empresa produtora de bens de capital**. Universidade de Santa Catarina, Santa Catarina, 2010.
- GHINATO, P. **Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**.
- BRASIL, E. **O que é Matriz Energética ?** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-matriz-energetica.htm> Acesso em 12 de fevereiro de 2020.
- INDUSTRIAL S/A, F. E. **Flessak Eletro Industrial S/A**. Disponível em: <[www.flessak.com.br/inicial](http://www.flessak.com.br/inicial)>. Acesso em: 10 de janeiro de 2020.
- LIKER, J. K.; MEIER, D. **Modelo Toyota: Manual de Aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- MAGEE, D. **O Segredo da Toyota: Como a Toyota se Tornou a Nº 1**. 2º. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- MAICZUK, J; JÚNIOR, P. P. A. **Aplicação de Ferramentas de Melhoria de Qualidade e Produtividade nos Processos Produtivos: Um Estudo de Caso**. Qualitas Revista Eletrônica, 2013.
- MENDONÇA, C. M.; BATISTA DA SILVEIRA, E. F. **Organizando as ideias para a produção textual: a técnica da tempestade mental aplicada à argumentação**. Cadernos do XXII CNLF, n. 03, Tomo II, 2018.
- NETO, R. C. D. A.; BARBOSA, R. R.; PEREIRA, H. J. **Gestão do Conhecimento ou Gestão de Organizações da Era do Conhecimento? Um Ensaio**. São Paulo: Elsevier. 2014.

OLIVEIRA, P. L.; **Análise dos Sete Desperdícios da Produção em um Abatedouro de Aves**. Universidade de Brasília, 2016.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: UnicenP, 2007.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo Sistema de Produção Lean Manufacturing**. São Paulo: Elsevier. 2014.

RODRIGUES, A.; GEWEHR, D.; QUARTIERI, M. T.; MARCHI, M. I.; PINO, J. C. **Sequência Didática de Softwares para Trabalhar o Conteúdo Seres Vivos com Alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**. Res., Soc. Dev. 2019.

SILVEIRA, J. P. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

SILVEIRA, J. P.; DEPEXE, M. D.; GASPARETTO, F. C.; DORNELES, B.; SANTOS, D. G.; HEINECK, L. F. M. **Fábrica de Canetas – Conceitos de Produção a Partir de Jogos em Equipe**. Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, IV SIBRAGEC, Porto Alegre, 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

TUBINO, D. F. **Sistemas de Produção: Manual do Planejamento e Controle da Produção**. 2 ed. São Paulo, 2000.

WANKE, P. **Estratégia de Posicionamento Logístico: Conceitos, Implicações e Análise da Realidade Brasileira**. Centro de Estudos em Logística do COPPEAD, Rio de Janeiro, 2001.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

