



Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação Lato Sensu
Engenharia Industrial 4.0



JOÃO VICTOR DE CASTRO OLIVEIRA
JORGE HENRIQUE OTTO
RAFAEL MARTINS ULBRICH

DESPERDÍCIO DE AÇO “SLITTER”

CURITIBA
2023

JOÃO VICTOR DE CASTRO OLIVEIRA
JORGE HENRIQUE OTTO
RAFAEL MARTINS ULBRICH

DESPERDÍCIO DE AÇO “SLITTER”

Monografia apresentada como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia Industrial 4.0. Curso de Pós-graduação Lato Sensu, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

**CURITIBA
2023**

RESUMO

Neste trabalho foi feita a avaliação de uma oportunidade de melhoria com a redução de desperdício de matéria prima no processo de conformação de chapas de aço no processo de fabricação de perfis de aço para Drywall. Para este fim foi realizado um estudo em cima das diferenças entre fornecedores de matéria prima, tempo de armazenagem da matéria prima e velocidade de conformação conforme fornecedor. Com os resultados do estudo foram levantadas alternativas para impactar diretamente na redução de desperdício de uma das linhas de produção e posteriormente replicar em outras linhas, trazendo um saving de quase duzentos mil reais ao ano. Com baixo custo de implementação das propostas de melhoria foi possível obter um bom retorno financeiro para a empresa além de um incremento também na qualidade final para os clientes.

Palavras-chave: Black Belt. Lean Six Sigma. Melhoria Contínua. Desperdício.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - EXPECTATIVA DE CRESCIMENTO DA INDÚSTRIA EM 2023.....	5
FIGURA 2 - COMPARAÇÃO PRODUÇÃO X SUCATA	7
FIGURA 3 - SIPOC.....	10
FIGURA 4 - SCRAP NÃO CONFORME.	11
FIGURA 5 - DESPERDÍCIO CB02.....	10
FIGURA 6 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO	12
FIGURA 7 - DIAGRAMA ESPINHA DE PEIXE	13
FIGURA 8 - CAUSAS DE PARADA.....	14
FIGURA 9 - ALCANCE DAS METAS	15

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TABELA DE CONFIABILIDADE DOS DADOS.....	6
TABELA 2 - DISTRIBUIÇÃO DE TEMPO DE DURAÇÃO CB02.....	11
TABELA 3 - PLANO DE AÇÃO.....	15

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL	6
2.1 DEFINE.....	6
2.1.1 Qual o problema?.....	8
2.1.2 Os dados são confiáveis?.....	8
2.1.3 Como os dados se comportam?	9
2.1.4 Qual a meta e os possíveis ganhos?	9
2.1.5 Qual a equipe do projeto?	9
2.1.6 Qual o principal processo?	10
2.2. MEASURE	11
2.2.1 Qual a estratificação.....	11
2.2.2 Qual o foco do problema?	12
2.2.3 Quais as metas prioritárias?	12
2.2.4 Comprovação de meta global	13
2.3. ANALYSE.....	14
2.3.1 Fluxograma ou mapa do processo	14
2.3.2 Lista das causas comprovadas	15
2.3.3 Exemplo das causas comprovadas	16
2.4. IMPROVE.....	17
2.4.1 Plano de implementação das soluções	17
2.4.2 Verificação do alcance das metas prioritárias	17
3. CONCLUSÕES	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

1. INTRODUÇÃO

A história da industrialização se identifica, em primeiro tempo, com a história da mecanização, ou seja, com a evolução das ferramentas e máquinas para a produção de bens. De forma gradativa, as atividades exercidas pelo homem com auxílio da máquina foram sendo substituídas por aparelhos mecânico eletrônico ou genericamente por automações. (GOMES, 2013).

A Construção Civil tem sido considerada por muitos uma indústria “atrasada” em sua comparação com outros setores, por apresentar, de maneira geral, baixa produtividade, grande desperdício de materiais, morosidade e baixo controle de qualidade (BRUMATTI, 2008).

BAPTISTA (2005) mencionou que o uso de elementos de concreto pré-fabricados promoveu um significativo salto na qualidade dos canteiros de obras, pois através destes componentes industrializados as obras tornaram-se mais organizadas e seguras, fazendo uso de materiais melhor qualidade, com fornecedores selecionados e mão-de-obra mais qualificada.

Produzido no parque siderúrgico brasileiro e integrado com outros componentes industrializados, o aço empregado no sistema LSF substitui com vantagens técnicas, econômicas e ambientais, materiais como tijolos, madeiras, vigas e pilares de concreto; proporcionando um salto qualitativo no processo produtivo e posicionando a indústria nacional de construção civil de uma forma mais competitiva frente a um mercado globalizado (HERNANDES, 2009).

BURSTRAND (1998) define o sistema LSF como sendo um sistema construtivo que consiste na utilização, exclusivamente, de materiais “secos”, como, por exemplo, os perfis de aço formados a frio, as placas de vedação e as lãs de rocha ou de vidro para isolamento térmico.

Simplificadamente, CRASTO (2005) conceitua o LSF como sendo “um sistema construtivo de concepção racional caracterizada pelo uso de perfis formados a frio de aço galvanizado compondo sua estrutura e por subsistemas que proporcionam uma construção industrializada e a seco”.

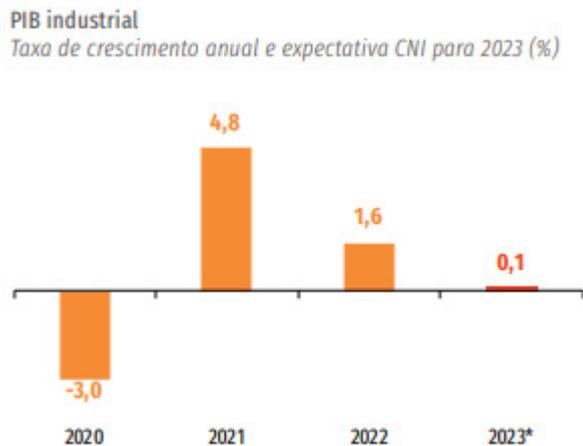
Alguns estudos fazem uma relação entre os custos de controle da qualidade e os custos de falhas. Robles Jr. (1994) e Slack et al. (1997) destacam que os custos de falhas devem decrescer com o aumento dos custos de controle. Em função disso, há um ponto que representa o nível mínimo do total dos custos de qualidade, isto é, o equilíbrio ótimo entre os custos de controle e os custos de falhas.

Slack et al. (1997) afirmam que essa visão, de que existe um valor ótimo destinado ao esforço de qualidade, é ultrapassada, visto que esse modelo foi muito criticado pelos defensores da Total Quality Management– TQM.

Hansen e Mowen (2003) indicam uma estratégia de redução de custos que deve obedecer à seguinte ordem de priorização: (1) atacar os custos de falhas na tentativa de reduzi-los a zero; (2) investir em melhorias através das atividades de prevenção; (3) reduzir os custos de avaliação de acordo com os resultados obtidos; e (4) avaliar continuamente os esforços de prevenção com foco nas melhorias adicionais.

Nos últimos anos o Brasil vive um período de retração da economia com problemas de inflação e crises econômicas. “O mercado brasileiro acredita que a inflação de 2023 terminará em 5,71” (BBC, 2023). Apesar de os números estarem melhorando em relação aos últimos anos de pós pandemia, a indústria ainda sofrerá com reduções no crescimento.

FIGURA 1 - EXPECTATIVA DE CRESCIMENTO DA INDÚSTRIA EM 2023



FONTE: CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA

Assim como nos últimos anos a chave para ter o menor impacto possível com fatores externos das indústrias é o aumento nos lucros ou redução de desperdícios, sendo a segunda opção mais fácil de se obter com menor aplicação de recursos financeiros.

O aumento na eficiência operacional pode ser alcançado utilizando práticas conhecidas e estudadas por profissionais Black Belts, especializados em ferramentas do Lean Six Sigma esses profissionais podem apontar alternativas para redução de desperdícios.

“Seis Sigma é um processo de negócio que permite às organizações incrementar seus lucros por meio da otimização das operações, melhoria da qualidade e eliminação de defeitos, falhas e erros. A meta dos Seis Sigmas não é alcançar os Seis Sigmas de qualidade. Seis Sigma está relacionado à melhoria da lucratividade. Organizações que implementam Seis Sigma, fazem isso com a meta de melhorar seus lucros.” (HARRY, 1998).

2. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

2.1. DEFINE

2.1.1 Qual é o problema?

A Barbieri do Brasil é uma multinacional que atua no mercado de perfis de aço para a construção civil a seco, principalmente com a conformação de aço para Steel Frame e Drywall. Dentre suas várias linhas de conformação um dos problemas que merecem atenção especial é a quantidade de desperdício de matéria prima durante a regulagem de maquinas. O problema de alto desperdício de matéria prima foi separado em dois:

1. Scrap de matéria prima gerado nas regulagens
2. Tempo de espera para conformação “Slitter”

2.1.2 Os dados são confiáveis?

Os dados utilizados para o desenvolvimento do projeto encontram se no banco de dados TOTVS e foi realizado uma conferência manual para verificar a confiabilidade dos dados, como demonstrado na Tabela 1:

TABELA 1 – TABELA DE CONFIABILIDADE DOS DADOS

Grupo	Familia Productos	Producto	Toneladas Planilha	Toneladas TOTVS	Confiança
DRYWALL PLUS	M 34		1091,168981	1100,638081	99,14%
	TAB BCA PP		822,916028	823,465533	99,93%
		PCS TAB BRANCA PRE PINT BRA CE	822,916028	823,465533	99,93%
	OMEGA 12,5		419,0265604	420,223434	99,72%
	S 35		381,091949	385,3605001	98,89%
	M 69		342,063205	330,8704082	96,73%
	S 70		150,3523669	150,798668	99,70%
	CARTOLINHA		102,40044	102,28605	99,89%
	CA PERF 23X23		77,530225	77,96794	99,44%
	WANG 31		69,3431172	69,3458388	100,00%
	CA PERF 31X31		22,8238556	23,7358134	96,16%
	CA LISA 13X30		16,681752	16,666992	99,91%
	WANG 23		15,214164	15,213312	99,99%
	CA LISA 25X30		0,1959	1,111406	17,63%
	BUNA		23,33537166		
Total			7756,041004	7705,965747	99,35%

FONTE: O autor (2023)

2.1.3 Como os dados se comportam?

A seguir na figura 2 é mostrado o comportamento da quantidade de aço consumido para produção versus a quantidade de aço sucateado

FIGURA 2 – COMPARAÇÃO PRODUÇÃO X SUCATA



FONTE: O autor (2023)

2.1.4 Qual a meta e os possíveis ganhos?

Reduzir o excesso de regulagens geradas pela variabilidade de espessura e galvanização de matéria prima conforme fornecedor

2.1.5 Qual a equipe do projeto?

João Victor de Castro Oliveira – Aluno e colaborador na empresa hospedeira

Jorge Henrique Otto – Aluno

Rafael Martins Ulbrich – Aluno

Anderson Donatto – Orientador

2.1.6 Qual o principal processo?

Na figura 3 a seguir é apresentado o SIPOC do principal processos produtivo.

FIGURA 3 – SIPOC

Fornecedores Suppliers	Insumos Inputs	Processo Process	Produtos Outputs	Consumidores Customers
Usina	Bobina de aço	SB01 - corta a bobina em slitters	Slitters	Estoque intermediário (CB02)
PCP Programação de produção	CB02 recebe a programação	Ponte rolante abastece desbobinador	Desbobina a chapa de aço	Sistema Plus
PG03 abastecer Desbobinador	Abastecer desbobinador com slitter	Passar a chapa de aço pelo sistema plus	Chapa recartilhada	Rolos (ferramentais)
Preparador de máquinas	Regulagem	Calibração das etapas (CB02)	Feramentais regulados	CB02
Sistema de lubrificação	Óleo diesel	Lubrificação da chapa	Chapa lubrificada	Rolos (ferramentais)
Líder de máquina	Teste de regulagem	Conformar a chapa de aço	Perfil de aço galvanizado para inspeção	Qualidade produtiva
Líder de máquinas	Medição das peças	2x por slitter medir e registrar a medição de qualidade no sistema	Base de dados sistema de medições dos produtos	Setor de qualidade
Auxiliar de produção	Montagem dos fardos de P.A	Embalagem	Perfil de aço galvanizado para Drywall	Estoque de P.A disponíveis para venda

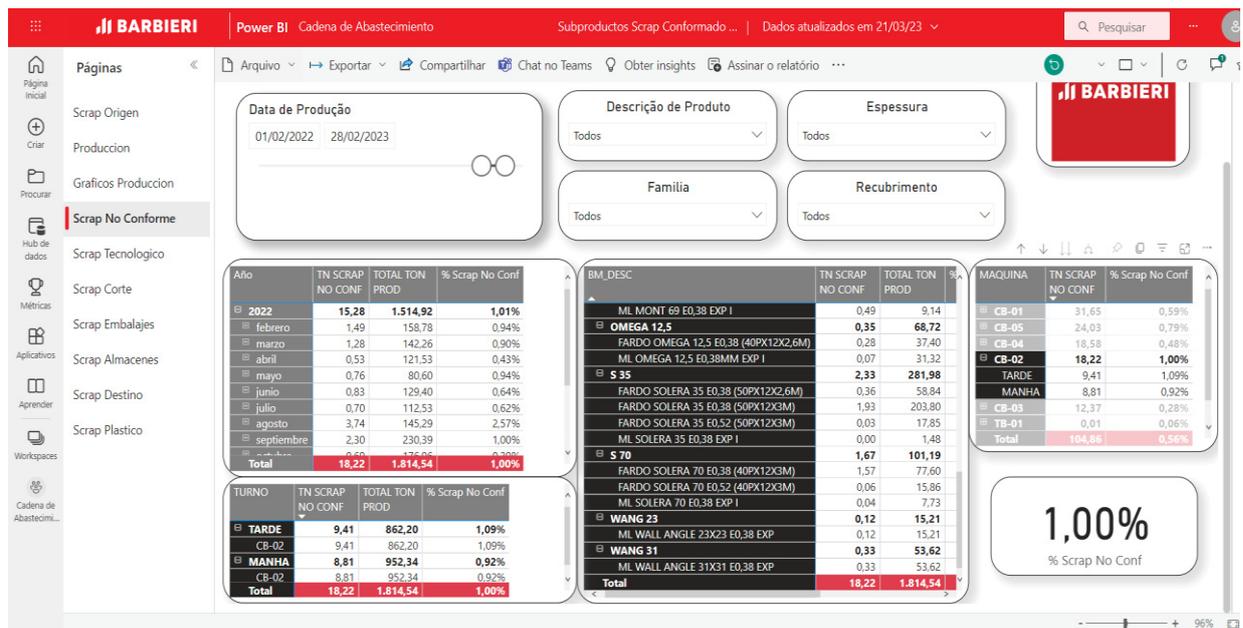
FONTE: O autor (2023)

2.2 MEASURE

2.2.1 Qual a estratificação

Na Figura 4 abaixo é possível ver a estratificação do scrap devido a não conformidade.

FIGURA 4 – SCRAP NÃO CONFORME



FONTE: O autor (2023)

2.2.2 Qual o foco do problema?

O Foco do problema são os produtos de exportação produzidos na máquina CB02, que será utilizado como piloto e posteriormente replicado para outras máquinas. Abaixo na Figura 5 são expostas as quantidades de desperdícios na respectiva máquina.

FIGURA 5 – DESPERDÍCIO CB02

B9_LOCAL	BM_DESC	B1_BASE3	EstoquesKGCierre
D1	DRYWALL PLUS	M 34	53.084,40
		M 69	1.069,20
		OMEGA 12,5	1.503,82
		S 35	3.294,00
		S 70	28.745,50
		TAB BCA PP	3.059,10
Total tons desperdiçadas			90.756,02
			90,75601504

Estudo de 8 meses			
Matéria prima	Operação	Mensal	Geral
Custo de desperdício MP	Custo de desperdício operacional	Custo desperdício mensal	Custo desperdício geral
R\$ 399.223,05	R\$ 263.716,06	R\$ 82.867,39	R\$ 662.939,11

FONTE: O autor (2023)

2.2.3 Quais as metas prioritárias?

Reduzir o excesso de regulagens causadas pela variabilidade de fornecimento da matéria prima.

Reduzir a depreciação por tempo de armazenagem e perda por regulagens durante o processo de conformação.

Padronizar produtos a serem produzidos com melhor produtividade em cada máquina, visando reduzir desperdícios e melhorar o índice de sucata. O projeto é destinado a linha CB2 e deve ser estendido para as outras linhas.

2.2.4 Comprovação de meta global

TABELA 2 – DISTRIBUIÇÃO DE TEMPO DE DURAÇÃO CB02

MAQUINA	DURACAO	Média de DURACAO	% Parada
CB-02	112733	19,63	6,21%
08 - Regulagens	24754	61,89	1,36%
04 - Almoço / Janta	19444	60,20	1,07%
01 - Troca de Fleje	18654	7,17	1,03%
09 - Falha Mecânica	8682	68,90	0,48%
06 - Troca de produto	7087	110,73	0,39%
MANHA	5198	120,88	0,55%
TARDE	1889	89,95	0,22%
05 - Cafe	4927	17,53	0,27%
Total	112733	19,63	6,21%

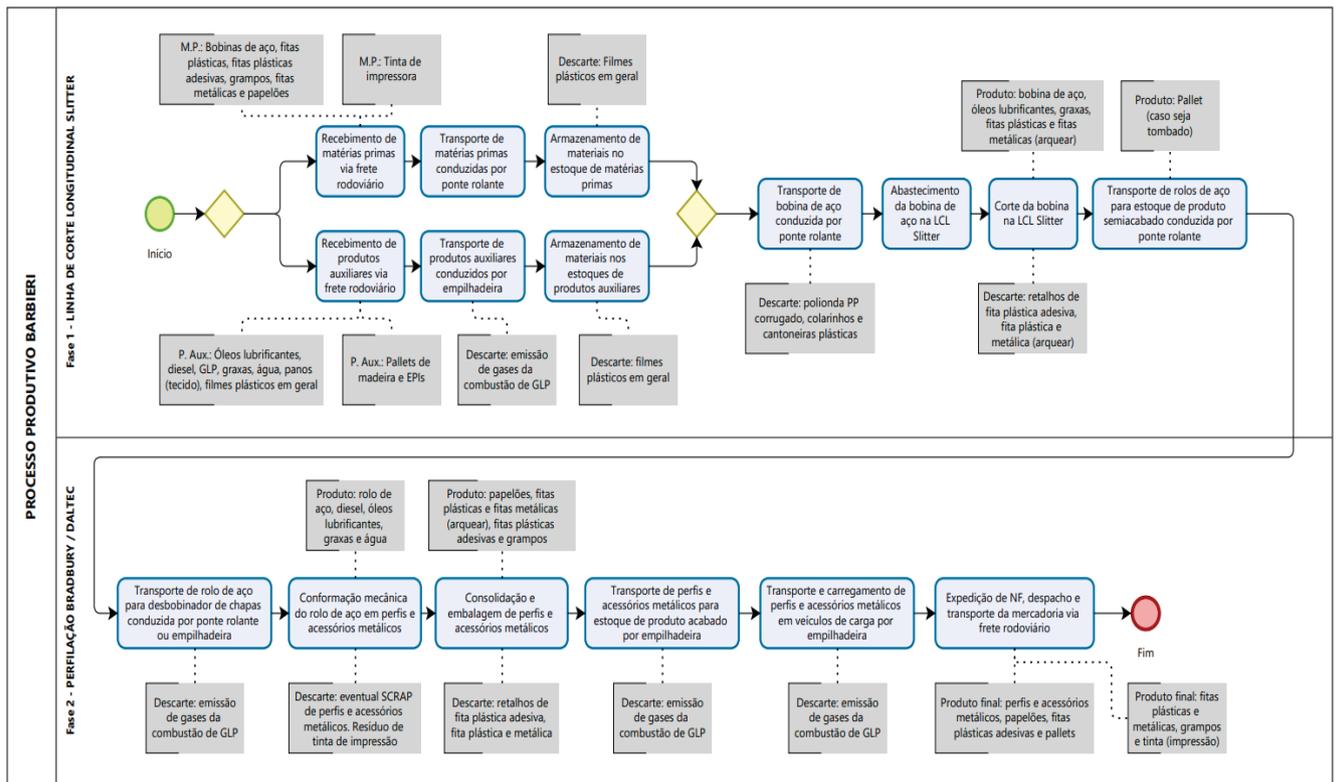
FONTE: O autor (2023)

2.3 ANALYSE

2.3.1 Fluxograma ou mapa do processo

Na figura 6 abaixo é detalhado o processo produtivo de conformação dos perfis de aço.

FIGURA 6 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO

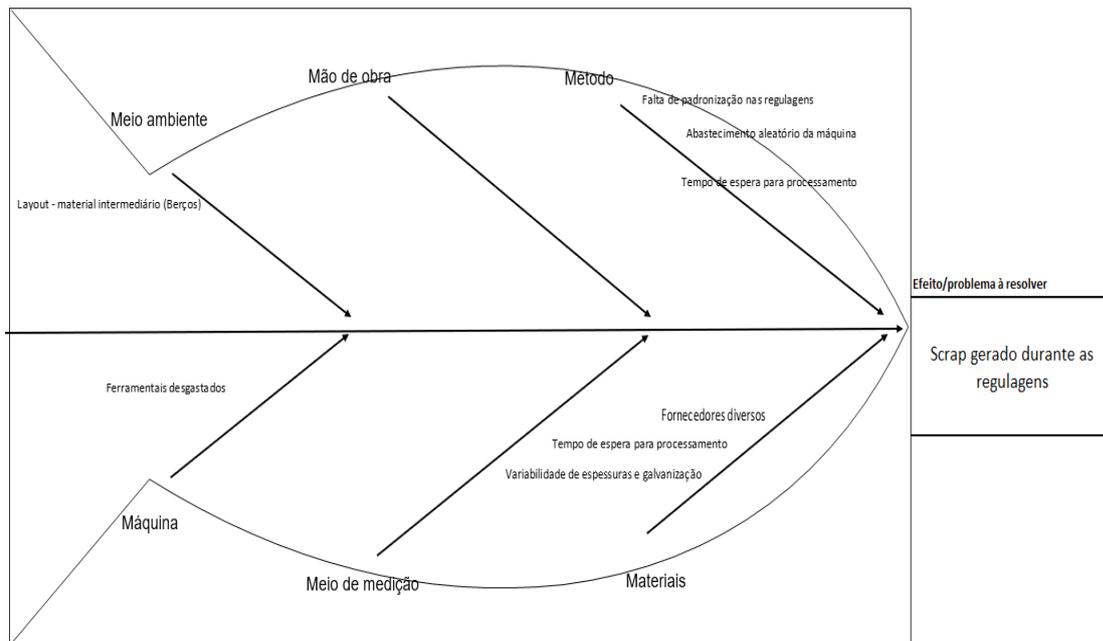


FONTE: O autor (2023)

2.3.2 Lista das causas comprovadas

Para apurar as possíveis causas raiz e eleger a causa a ser estudada foi elaborado o diagrama espinha de peixe como demonstrado na figura 7.

FIGURA 7 – DIAGRAMA ESPINHA DE PEIXE



FONTE: O autor (2023)

2.3.3 Exemplo das causas comprovadas

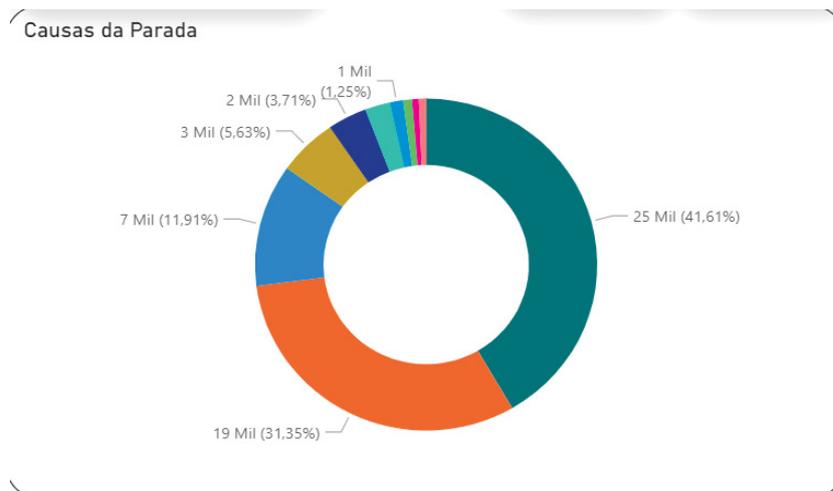
Na Figura 8 é demonstrado as principais causas de parada de maquina:

Regulagens: 41,61%

Troca de Flejes: 31,35%

Troca de produto: 11,91%

FIGURA 8 – CAUSAS DE PARADAS



FONTE: O autor (2023)

2.4 IMPROVE

2.4.1 Plano de implementação das soluções

Criar método de sequenciamento para abastecimento da máquina com os lotes do mesmo fornecedor para reduzir o excesso de regulagens e demais ações como demonstrado na tabela 3.

TABELA 3 – PLANO DE AÇÃO

Assunto: Redução do excesso de regulagens
 Data prevista: set/23 Data entregue:
 Responsável pelo plano de ação: Equipe Black belt UFPR
 Objetivo: Índice de sucata, reduzir excesso de regulagens e depreciação de aço.

5W				2H		Status
O Quê? (What?)	Porque? (Why?)	Onde? (Where?)	Quem? (When?)	Como? (How?)	Quanto custa? (How much?)	
Criar processo padronizado p/ abastecer a linha CB2 em formato sequencial	Para abastecer a máquina com os mesmos lotes em sequência	Escritório de engenharia	Equipe do projeto	Pesquisa e estudo da linha CB2	Não calculado	Não iniciado
Organizar MP intermediária	Para planejar e treinar sequenciamento	Berços (estoque de slitter)	Equipe de abastecimento	Movimentação com ponte rolante	Não calculado	Não iniciado
Sequenciar abastecimento Da máquina	Reduzir variabilidade da espessura da MP na entrada da máquina	Na linha de produção CB2, via Ponte rolante	Equipe de abastecimento	Movimentação com ponte rolante	Não calculado	Não iniciado
Acompanhar execução	Controle e mantimento das ações	Gemba	Equipe do projeto e champion	Através de acompanhamento e indicadores	Não calculado	Não iniciado

FONTE: O autor (2023)

2.4.2 Verificação do alcance das metas prioritárias

FIGURA 9 - ALCANÇE DAS METAS

Metas prioritárias foram alcançadas? →	integralmente	parcialmente	não
Meta global foi alcançada? →	integralmente	parcialmente	não
Qual retorno financeiro do Projeto Black Belt? →	R\$ 194.620,87		

FONTE: O autor (2023)

3. CONCLUSÕES

O ganho final de quase duzentos mil reais ao ano com a redução de desperdício de matéria prima e com baixo esforço, corrobora com as praticas do Lean Manufacture de demais ferramentas voltadas a qualidade. O armazenamento e controle de dados confiáveis também é muito importante para o processo como um todo. Não só no processo de melhoria estudado mas também em futuros processos que podem ser aplicados nesta fábrica. Outro fator importante de ser levado em conta são os ganhos com a qualidade no produto final, com um processo que reduz impactos negativos no inicio do processo, ganhos qualitativos também serão gerados no final do mesmo, até mesmo com o acréscimo de proficiência dos operadores que colaboraram com o projeto diretamente no Gemba. Durante os levantamentos de dados no chão de fábrica e estudo dos mesmos, foi possível constatar novas oportunidades de melhoria que poderão ser trabalhadas no futuro, contribuindo ainda mais para otimização da empresa em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUMATTI, D. O. **Uso de Pré Moldados – Estudo e Viabilidade**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais 2008.

BAPTISTA. S.M.. **Racionalização e Industrialização da Construção Civil**. Universidade Federal de São Carlos 2005.

BURSTRAND, H. **Light Gauge Steel Framing Leads the Way to an Increased Productivity For Residential Housing**. Stockholm: Swedish Institute of Steel Construction, 1998.

BBC. **PIB cresce 1,9%: como Brasil se compara a outros países**. G1, 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2023/06/01/pib-cresce-19percent-como-brasil-se-compara-a-outros-paises.ghtml>>. Acesso em: 18 de julho de 2023

CRASTO, R. C. M. de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. 2005.

GOMES, Carlos Eduardo Marmorato et al. **Light Steel Frame: Construção industrializada a seco para habitação popular–Práticas Sustentáveis**. Encontro Latino-americano de edificações e comunidades sustentáveis. Curitiba, 2013.

HERNANDES. H. **Sistema industrializado de construção – steel framing edificações leves**. Disponível em: <https://metalica.com.br/sistema/bin/pg_dinamica.php?id_pag=1793>. Acesso em: 18 de julho de 2023.

HANSEN, D.; MOWEN, M. M. **Cost Management**. Ohio: Thonsson, 2003.

HARRY, M. J. Six Sigma: **A breakthrough strategy for profitability**. *Quality Progress*, p. 60-65, 1998.

ROBLES JR, A. **Custos da qualidade: uma estratégia para a competição global**. São Paulo: Atlas, 1994.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1997.