

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ALLAN NERY

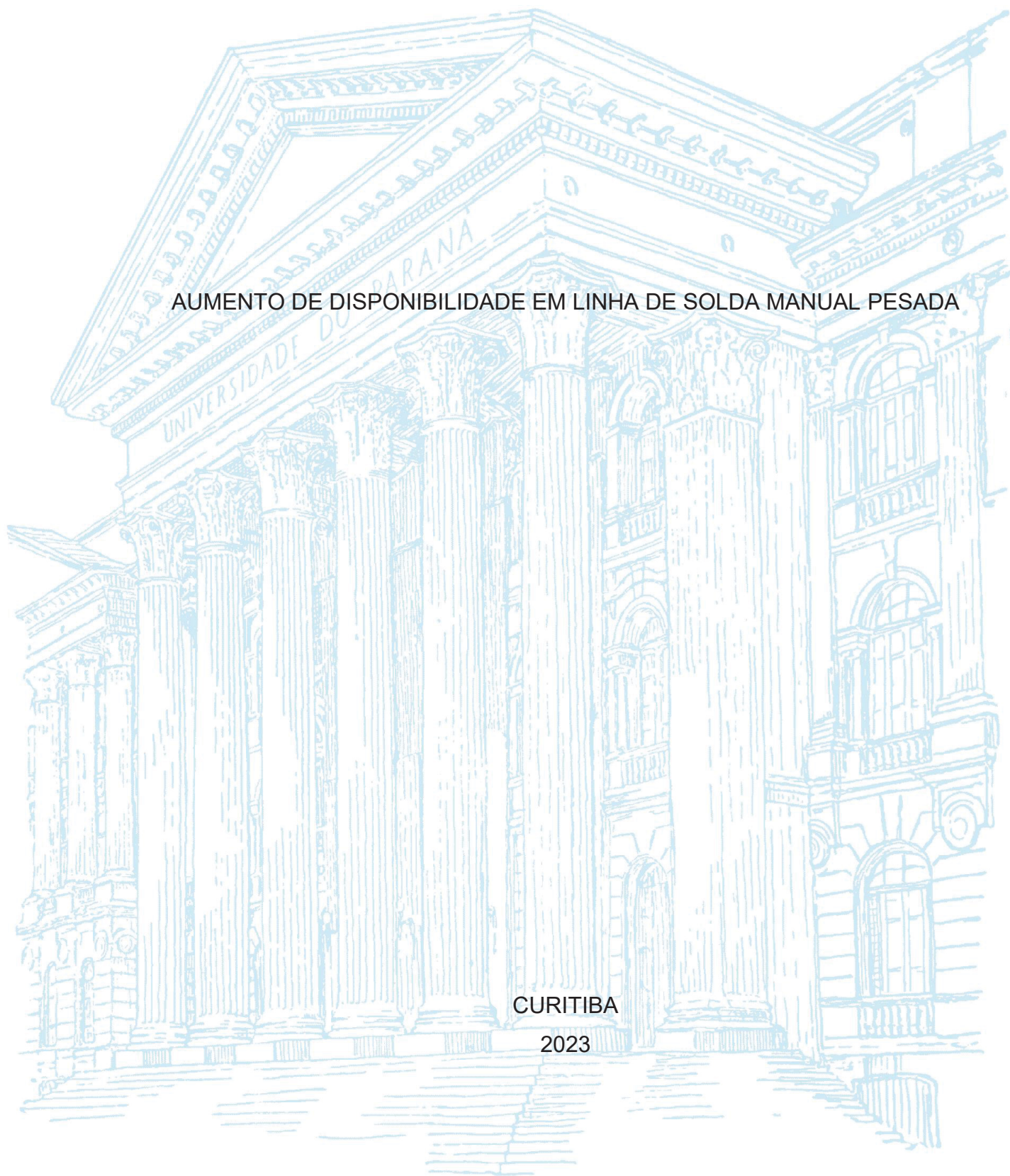
JACQUELINE MUSSI

JENIFER DE SOUZA

AUMENTO DE DISPONIBILIDADE EM LINHA DE SOLDA MANUAL PESADA

CURITIBA

2023



ALLAN NERY
JACQUELINE MUSSI
JENIFER DE SOUZA

AUMENTO DE DISPONIBILIDADE EM LINHA DE SOLDA MANUAL PESADA

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia da Qualidade 4.0 - Certificação Black Belt, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia da Qualidade.

Orientador: Prof. Anderson Donato

CURITIBA
2023

TERMO DE APROVAÇÃO

ALLAN NERY
JACQUELINE MUSSI
JENIFER DE SOUZA

AUMENTO DE DISPONIBILIDADE EM LINHA DE SOLDA MANUAL PESADA

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia da Qualidade 4.0 - Certificação Black Belt, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia da Qualidade.

Master Black Belt Anderson Donato
Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. Pablo Deivid Valle
Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná

Curitiba, 29 de Julho de 2023.

A família é nosso primeiro e maior exemplo de dedicação. Às nossas famílias queridas, que nos serviram de exemplo e apoio, dedicamos esse projeto, resultado de muito esforço e perseverança.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao nosso orientador, Master Black Belt Anderson Donato, por ter aceitado acompanhar-nos nesta jornada. À empresa hospedeira que nos recebeu com gentileza, abrindo as portas para que pudéssemos aprofundar nosso conhecimento e alcançar a realização de um projeto tão gratificante, pelas trocas enriquecedoras junto aos seus colaboradores e pela vivência dentro do ambiente fabril. E principalmente à equipe, que apesar da dupla jornada e das longas noites de estudo, sempre se manteve inabalável.

A perfeição não é alcançada quando não há mais nada a ser acrescentado,
mas sim quando não há mais nada a ser retirado.
(SAINT-EXUPÉRY, Antoine de, 1943)

RESUMO

Com o avanço da produção seriada e desenvolvimento oriundo das Revoluções Industriais, diversos conceitos relacionados à otimização de processos e à maximização dos ganhos surgiram. Dentre eles desponta a Disponibilidade, razão entre o tempo produzindo e o tempo disponível para se produzir, que tem por objetivo expressar o nível de aproveitamento dos recursos investidos na produção (entre maquinários e colaboradores). Apesar da presença ininterrupta dos operadores e dos meios de produção, observa-se grande dificuldade das empresas em manter-se em produção contínua. Isto ocorre em grande parte devido a paradas não planejadas, que oneram os resultados devido a serem impeditivas ao fluxo de produção. A incansável busca pela qualidade esbarra nos desperdícios, cuja atenuação é foco da cultura do Lean Six Sigma, grande incentivadora deste trabalho. É essencial mirar na redução de paradas indesejadas para o aumento dos lucros gerados em processos fabris, sendo que o tempo desperdiçado por motivos inesperados poderia ser substituído pela produção de novos itens. Como forma de aumentar a Disponibilidade em uma linha de solda manual pesada de uma metalúrgica da Região Metropolitana de Curitiba -PR, o método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar) foi aplicado pelo presente grupo de aspirantes a Black Belt sob os preceitos da metodologia de Produção Enxuta, com a orientação de um Master Black Belt. Foi utilizada uma gama de ferramentas da qualidade e de estatística para a estratificação dos problemas que geravam ofensas à produção contínua, além de um intenso trabalho integrador entre universidade e empresa, desbravando diversas áreas que participam ativamente na soldagem de componentes. Por fim, uma sorte de soluções foi proposta e um novo processo aplicado, que permitiu um legado à corporação, incluindo ganhos propagados além do setor foco de estudo, pela replicação de ideias.

Palavras-chave: Disponibilidade; Lean Six Sigma; DMAIC; Paradas Não Planejadas; Separação de Materiais.

ABSTRACT

Due to the serial production advances and Industrial Revolutions development, several concepts related to process optimization and gains maximization have appeared. Among them there is the Availability, ratio between the producing time and the full available time to produce, which purpose is measure the finest usage of the resources invested on the production, such as machinery and operators time. Despite the continuous presence of workers and means of production, it is easy to notice huge difficulties for companies in keeping an unstoppable production flow. This happens in majority as a consequence of unplanned stops, which decrease the results, since are deterrent to a stable flow. The unflagging chase for the quality is braked by the wastes, which attenuation is the focus of the Lean Six Sigma culture, one of the greatest incentives for this paper. In the end of the day, it is essential to aim the unwanted stops in order to increase the profits generated on industrial process, since the time wasted due to unexpected reasons could be replaced by new parts assembling. The DMAIC Method (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) was applied as a resource to increase the Availability on a Manual Heavy Welding production line on a Metallurgical Industry in Curitiba's metropolitan area (Paraná's State) by students with the purpose of becoming Black Belts on the Lean Six Sigma methodology. A sort of quality and statistic tools were used to stratify the problems which generated offenses to the continuous production flow, notwithstanding an intense integrating work between university and company, exploring various departments that were actively participating on the components welding. Lastly, a range of solutions were proposed, and a new process was applied, which has led the company to a legacy of replication, including propagated gains beyond the welding sector.

Keywords: Availability; Lean Six Sigma; DMAIC; Unplanned Stops; Materials Picking.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – BUSINESS CASE	31
FIGURA 2 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO	47
FIGURA 3 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA – MOTIVO AGUARDANDO LOGÍSTICA..	49
FIGURA 4 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA – MOTIVO FALHA NO INÍCIO DA OP	50
FIGURA 5 – EVIDÊNCIA FALHA NO INÍCIO DA OP.....	55
FIGURA 6 – EVIDÊNCIA GRUPO DE MÁQUINA NÃO CADASTRADO	56
FIGURA 7 – EVIDÊNCIA GRUPO DE MÁQUINA NÃO CADASTRADO	56
FIGURA 8 – EVIDÊNCIA OP FINALIZADA.....	57
FIGURA 9 – EVIDÊNCIA FALHA NO INÍCIO DA OP.....	57
FIGURA 10 – EVIDÊNCIA DESENHO DA CONTROLADORIA.....	58
FIGURA 11 – EVIDÊNCIA GRUPO DE MÁQUINA NÃO CADASTRADO	59
FIGURA 12 – EVIDÊNCIA GRUPO DE MÁQUINA NÃO CADASTRADO	59
FIGURA 13 – EVIDÊNCIA SEM KIT	61
FIGURA 14 – EVIDÊNCIA KIT INCOMPLETO	62
FIGURA 15 – EVIDÊNCIA KIT INCOMPLETO	63
FIGURA 16 – LIÇÃO PONTO A PONTO	71
FIGURA 17 – PLANO DE AULA PARA O TREINAMENTO DO DEPARTAMENTO LOGÍSTICO.....	72
FIGURA 18 – CERTIFICAÇÃO DE CALIBRAÇÃO DE BALANÇA.....	73
FIGURA 19 – KPIs / KAIs.....	74
FIGURA 20 – OCAP.....	76

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – DISPONIBILIDADE DO POSTO 10007007 NO ANO DE 2022	22
GRÁFICO 2 – META DO PROJETO	23
GRÁFICO 3 – CLASSIFICAÇÃO DE USO DO TEMPO NO POSTO DE SOLDA MANUAL 1007007	33
GRÁFICO 4 – SIMULAÇÃO DE RESULTADOS NA REPLICAÇÃO DO PROJETO.	35
GRÁFICO 5 – DIAGRAMA DE PARETO – PARADA NÃO PLANEJADA	36
GRÁFICO 6 – LINHA DE TENDÊNCIA - MOTIVO AGUARDANDO LOGÍSTICA.....	37
GRÁFICO 7 – LINHA DE TENDÊNCIA - MOTIVO FALHA NO INÍCIO DA OP.....	37
GRÁFICO 8 – EXTRATIFICAÇÃO DE UTILIZAÇÃO DA LINHA POR TURNO	38
GRÁFICO 9 – DISPONIBILIDADE DA LINHA POR TURNO	39
GRÁFICO 10 - EVIDÊNCIA ESTRATIFICAÇÃO PARADAS NÃO PLANEJADAS EM 2022	61

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – HORAS DA PNP PARA ATINGIMENTO DA META NO POSTO 1007007	44
QUADRO 2 – HORAS DA PNP PARA ATINGIMENTO DA META NO POSTO 1007007 POR MÊS.....	45
QUADRO 3 – 5 PORQUÊS - MOTIVO AGUARDANDO LOGÍSTICA.....	51
QUADRO 4 – 5 PORQUÊS MOTIVO FALHA NO INÍCIO DA OP	52
QUADRO 5 – PRIORIZAÇÃO DA CAUSA RAÍZ.....	53
QUADRO 6 – EVIDÊNCIA ESTRATIFICAÇÃO FALHA NO INÍCIO DA OP	58
QUADRO 7 – EVIDÊNCIA ESTRATIFICAÇÃO AGUARDANDO LOGÍSTICA.....	60
QUADRO 8 – EVIDÊNCIA ESTRATIFICAÇÃO AGUARDANDO LOGÍSTICA.....	62
QUADRO 9 – EVIDÊNCIA ESTRATIFICAÇÃO AGUARDANDO LOGÍSTICA.....	63
QUADRO 10 – EVIDÊNCIA ESTRATIFICAÇÃO AGUARDANDO LOGÍSTICA.....	63
QUADRO 11 – EFICÁCIA DA AÇÕES.....	64
QUADRO 12 – SOLUÇÕES PROPOSTAS	65

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CONFIABILIDADE DOS DADOS	21
TABELA 2 – SIMULAÇÃO DE RESULTADOS DA LINHA DE SOLDA MANUAL 1007007	27
TABELA 3 – SIMULAÇÃO DE RESULTADOS NA REPLICAÇÃO DO PROJETO ...	27
TABELA 4 – SIMULAÇÃO DE RESULTADOS NOS 14 POSTOS DE SOLDA.....	27
TABELA 5 – SIPOC DO POSTO DE SOLDA MANUAL 1007007	28
TABELA 6 – COLETA DE DADOS – PARADA NÃO PLANEJADA	34
TABELA 7 – PROCEDIMENTO PARA SIMULAÇÃO DE USO DE BALANÇA PESADORA / CONTADORA	67
TABELA 8 – SIMULAÇÃO TESTE DA BALANÇA DE SUBCOMPONENTE	68
TABELA 9 – SIMULAÇÃO TESTE DA BALANÇA DE SUBCOMPONENTE A	69

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

UFPR	- Universidade Federal do Paraná
DMAIC	- Define, Measure, Analyze, Improve, Control
OEE	- Overall Equipment Effectiveness
OCAP	- Out of Control Action Plan
SIPOC	- Supplier, Input, Process, Output, Customer
KPI	- Key Performance Indicator
KPA	- Key Performance Area
MSA	- Measurement System Analysis
5S	- Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
OP	- Ordem de Produção
PNP	- Parada Não Planejada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 PROBLEMA	17
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo geral	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 JUSTIFICATIVA	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 D (DEFINE)	16
2.2 M (MEASURE)	16
2.3 A (ANALYZE)	17
2.4 I (IMPROVE)	17
2.5 C (CONTROL).....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	19
4.1 ETAPA DEFINIR	19
4.1.1 Descrição do Problema	19
4.1.2 Indicador e Métricas	20
4.1.3 Verificação da Confiabilidade	21
4.1.4 Explicação do Histórico	22
4.1.5 Definição da Meta	23
4.1.6 Cálculo dos Ganhos	23
4.1.7 Cronograma do Projeto	27
4.1.8 Estudo do Principal Processo.....	28
4.1.9 Alinhamento entre Universidade e Empresa	31
4.2 ETAPA MEDIR	32
4.2.1 Revisão dos Critérios de Estudo	32
4.2.2 Estudo da Confiabilidade.....	34
4.2.3 Verificação de Focos	35
4.2.4 Estudo de Comportamento dos Focos ao Longo do Tempo	36
4.2.5 Definição das Metas	39
4.3 ETAPA ANALISAR.....	46
4.3.1 Estudo do Principal Processo Envolvido	46

4.3.2 Procura e Descoberta das Causas Raízes.....	48
4.3.3 Priorização de Causas	53
4.3.4 Comprovação das Causas	54
4.4 ETAPA MELHORAR	64
4.4.1 Desenvolvimento das Soluções	64
4.4.2 Testes das Soluções	66
4.4.3 Implementação das Soluções	69
4.4.4 Alcance das Metas	69
4.5 ETAPA CONTROLAR	70
4.5.1 Criação de Padrões.....	70
4.5.2 Ações regulares de contingência	74
4.5.3 OCAP	75
4.5.4 Carta de Implementação de Ações Posteriormente ao Prazo da UFPR	76
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	77
REFERÊNCIAS.....	80
ANEXO 1 – BUSINESS CASE	81

1 INTRODUÇÃO

No cenário Industrial contemporâneo a utilização otimizada dos recursos, sejam eles de maquinário, matérias primas ou pessoas, para uma produção com qualidade e que atenda a demanda e os interesses dos clientes é crucial. Uma utilização otimizada dos recursos, significa produzir ao máximo de sua capacidade, com o menor percentual de perdas possível.

Segundo Werkema (2011), desde o final da Segunda Guerra Mundial, com o surgimento do Sistema Toyota de Produção, criado em 1950, pelo executivo da Toyota, Taiichi Ohno, as indústrias buscam formas de reduzir suas perdas e aumentar sua lucratividade. E daí, anos depois surgiu o termo Lean Manufacturing, ou em português, Produção Enxuta, cujo cerne está a redução de sete tipos de desperdícios, que podem ser encontrados nos mais diversos ramos empresariais, sendo eles: Defeitos, excesso de produção, estoque, processamento desnecessário, movimento desnecessário, transporte desnecessário e espera.

Como forma de mapear, quantificar e gerenciar o desempenho empresarial, são implementados os chamados KPIs (Key Performance Indicator), onde “a avaliação da seleção de indicadores é particular de cada modelo de negócio e devem ser escolhidos em sincronia aos objetivos traçados (BRITO, Leonardo Nunes de, 2022, p.26)”.

A Disponibilidade é um dos KPIs utilizado nas indústrias para medir o quanto determinado posto de trabalho ou linha de produção está de fato produzindo em razão ao planejamento de produção. Diversos fatores podem impactar na disponibilidade, dentre eles as paradas planejadas e não planejadas que resultam em perdas no processo produtivo, uma vez que a máquina não está produzindo.

Atrelado ao Lean Manufacturing, como estratégia de aumento de lucratividade da empresa, e melhoria contínua está o Seis Sigma, o qual segundo Werkema (2011), garante o resultado das organizações com o atingimento de metas de melhorias baseadas em métrica quantificáveis através de projetos baseados no método DMAIC (define, measure, analyze, improve e control).

O presente trabalho tem como foco aumentar a Disponibilidade em um posto de Solda Manual em uma indústria metalúrgica, utilizando o método DMAIC, para identificar e tratar as causas raízes que impactam negativamente este KPI.

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, conforme descrito a seguir.

Capítulo um, composto pela Introdução e Estrutura do Trabalho.

Capítulo dois, composto pela Definição do Problema, estudado neste trabalho.

Capítulo três, composto pela descrição da metodologia empregada neste estudo, o DMAIC.

Capítulo quatro, apresenta os resultados do trabalho.

Capítulo cinco, composto pela conclusão deste estudo.

1.1 PROBLEMA

O presente estudo foi realizado em uma Indústria Metalúrgica, localizada na Região Metropolitana de Curitiba, no Estado do Paraná. Fundada em meados dos anos 1970, atualmente atende grandes clientes da Indústria de Maquinário Pesado. O parque industrial conta com tecnologias de ponta como robôs de solda, mas também mantém postos de Solda Manuais para a fabricação de determinadas peças do portfólio.

Após as primeiras reuniões com os representantes da empresa, identificou-se que a linha de Solda Manual Pesada apresentava a Disponibilidade abaixo da meta determinada pela empresa. Havendo oportunidade de aproximar a Disponibilidade do Posto de Solda 1007007 à meta, o qual foi determinado pela empresa como posto crítico para a linha.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é alcançar 80% de Disponibilidade média no Posto de Solda Manual Pesada 1007007 até o final do projeto.

1.2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, entendeu-se a necessidade de reduzir as horas de paradas não planejadas, especificados abaixo:

- Reduzir 80,35% de paradas pelo motivo “Aguardando Logística”
- Reduzir 19,65% de paradas pelo motivo “Falha no Início da OP”

Detalhes desta definição de metas estão descritos no capítulo 4 deste trabalho.

1.3 JUSTIFICATIVA

Justifica-se o desenvolvimento deste trabalho a partir dos potenciais ganhos mapeados com o desenvolvimento dele:

- Possibilidade de aumento de lucro em R\$ 445.779,76 / ano (apenas Linha de Solda em estudo);
- Possibilidade de aumento de lucro em R\$ 5.795.136,52 / ano (replicando-se a solução nas 13 demais linhas de Solda da empresa*);
- Aumento de 19% da Disponibilidade da linha e conseqüentemente do OEE;
- Existe também a possibilidade de redução da movimentação desnecessária dos operadores para buscar peças e suprimentos para a produção;
- Ganho na organização da linha com 5S;
- Redução de paradas não planejadas;
- Maior engajamento do time operacional

2 REVISÃO DE LITERATURA

A busca incessante por melhorias contínuas nos processos das organizações tem alavancado a adoção de metodologias robustas para otimização de desempenho de resultados. Nesse contexto, o método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar) ganhou destaque como parte integrante da abordagem Seis Sigma, visando aprimorar a qualidade, eficiência e eficácia dos processos.

Ao ser detalhado, o método DMAIC, apresenta em suas 5 etapas um conjunto ordenado de ferramentas de análise estatística, gestão e Ferramentas da Qualidade. Ao aplicar sistematicamente essas ferramentas em um projeto DMAIC, as organizações podem alcançar resultados de alto nível em seus indicadores de desempenho e na redução de perdas.

2.1 D (DEFINE)

Na etapa “D” – Definir, deve-se delimitar as fronteiras do projeto, definir o problema e os objetivos. Segundo Werkema (2012), as principais ferramentas que compõe esta etapa são: mapa de raciocínio, que deve ser mantido atualizado em todas as etapas do projeto; Project Charter, métricas com dados históricos do problema; Voz do Cliente – VOC; SIPOC e/ou Mapeamento do Fluxo do Valor. Nesta etapa do projeto o foco é em estabelecer uma base sólida para o resto do processo DMAIC, compreendendo plenamente o problema, definindo metas e garantindo a clareza sobre os parâmetros do projeto e o apoio dos stakeholders.

2.2 M (MEASURE)

Na etapa “M” – Medir, “é a fase na qual se faz a coleta de dados” (Arantes, 2014), ou seja, faz-se uso de ferramentas para medir os KPIs definidos como prioritários e que demonstram como o processo se comporta ao longo do tempo e quais correlações as variáveis possuem umas com as outras. Para tal, é de fundamental importância que a fonte dos dados seja confiável. Werkema (2012) propõe o uso das seguintes ferramentas nesta etapa: MSA (Análise do Sistema de medição), Estratificação de dados, Folhas de Verificação e Coletas de dados,

Gráfico de Pareto, Histogramas, Cartas de Controle, dentre outras. Portanto, nesta etapa a saída é o entendimento do estado atual do processo e a identificação dos estratos menores do problema a ser estudado.

2.3 A (ANALYZE)

Conforme Barbosa, et al (2015), cita em sua publicação a etapa “A”- Análise irá buscar determinar as causas de cada problema. O objetivo é encontrar as causas fundamentais que deixam os resultados distantes das metas determinadas no processo. Segundo os autores, as principais ferramentas utilizadas nessa etapa são: gráficos de Pareto, diagrama de Ishikawa, análise de regressão, variância e testes de hipóteses.

2.4 I (IMPROVE)

A quarta etapa do projeto DMAIC é o “I”-Improve. Após identificar as tendências e causas fundamentais dos problemas, a equipe do projeto deverá propor melhorias, ou seja, ações estratégicas para erradicar o problema. Tais ações podem ser definidas “Através de matrizes de priorização, brainstorming ou mesmo por tentativa e erro, deve-se partir de um grupo muito grande de possíveis soluções, para escolher aquelas que tragam o melhor benefício possível [...] (Arantes,2014)”. Um bom plano de ação deve conter além da ação, prazos e responsáveis e ser acompanhado até que todas as ações estejam concluídas. É importante que ao longo da execução das ações o indicador que está sendo estudado seja monitorado, a fim de analisar no final desta etapa a eficácia das ações. Caso a meta que foi definida não seja alcançada, a equipe do projeto deve avaliar a etapa da análise, a fim de identificar outras causas raízes, ou variações do processo.

2.5 C (CONTROL)

Por fim, a última etapa do projeto é a etapa “C” – Controle, “as ferramentas Avaliação de Sistemas de Medição e Inspeção, Gráfico de Pareto, Carta de Controle, Histograma, Índices de Capacidade e Métricas do Lean Seis Sigma serão especialmente úteis.” (Werkema, 2012). Estas ferramentas irão garantir a

sustentabilidade das melhorias realizadas, por meio do monitoramento dos resultados dos indicadores e variáveis do processo. O objetivo deste passo é assegurar que os ganhos obtidos no projeto sejam perenes no longo prazo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar a análise do problema foi utilizado o modelo Six Sigma com o objetivo de reduzir a variabilidade dos resultados obtidos pela área em estudo de forma clara, planejada e objetiva. O desenvolvimento do trabalho foi sequenciado pela metodologia DMAIC (sigla em inglês para Define, Measure, Analyze, Improve e Control), utilizada em projetos para melhoria de processos em operação.

São 5 etapas que norteiam a efetividade da solução do problema: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. Cada fase tem uma sequência executiva para um completo mapeamento do problema, suas possíveis causas e soluções. Bem como uma gama de ferramentas utilizadas para alcançar os objetivos de cada nível do DMAIC.

No Define foi definido o problema, os indicadores do projeto, a confiabilidade dos dados, como o problema se comportava, a meta a ser alcançada, os possíveis ganhos do projeto, a equipe do projeto, definidos os principais processos envolvidos entre outras informações relevantes para definição do problema e viabilidade do projeto. Nessa fase o Project Charter deve ser formalizado.

A próxima etapa foi o Measure. Nesta fase foi mensurada a magnitude do problema, estratificando, atestando a confiabilidade dos dados, fazendo novos levantamentos de dados, identificando os focos dos problemas, seu comportamento ao longo do tempo, definindo as metas específicas para cada foco e a verificação de alcance da meta global.

Analyze foi a fase de verificar o que estava causando o problema. Foi definido o processo gerador do problema, as prováveis causas que mais influenciam a ocorrência do problema, fazer a priorização das causas e a comprovação que elas têm influência no problema e definidas as causas fundamentais a serem solucionadas para atingimento da meta.

Então foi desenvolvido o Improve, onde a equipe solucionou o problema. Foi feito um plano de ação para combater o problema, elaborado o mapa de risco para as ações a serem implementadas, os testes em pequena escala, a análise dos

resultados dos testes e correção dos possíveis desvios do plano, a implementação em larga escala e a análise de alcance das metas.

A última etapa foi o Control. Uma etapa para consolidar o projeto. Foi realizada a comprovação de alcance da meta global, determinados os resultados financeiros para o projeto, documentados os novos padrões para manutenção dos resultados, realizados os treinamentos com os envolvidos no projeto, estabelecidas as variáveis a serem monitoradas e como seria esse acompanhamento, por fim foi registrado o aprendizado do projeto e as recomendações da equipe.

Seguindo o método foi obtida uma cobertura completa para mapeamento do problema e alcance do resultado desejado.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O escrutínio, solução e controle do problema foram elaborados a partir da aplicação da metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar). Nos próximos itens poderão ser observados os passos percorridos bem como os resultados obtidos por cada etapa (descrita anteriormente, no item 3).

4.1 ETAPA DEFINIR

Para que se possa corrigir uma falha, é necessário antes definir qual o problema alvo do estudo, isto é, em qual área o projeto será desenvolvido, o problema específico e o que se espera de resultado ao fim do trabalho.

Nesta etapa, foi feita primeiramente uma reunião com a empresa hospedeira do projeto, que notificou à equipe aspirante a Black Belt qual pendência deveria ser resolvida. Após a clara definição de “problema escolhido” (que veio a ser “Disponibilidade em Linhas de Solda Manual Pesada”), deu-se início ao processo conhecido por “Define” (do inglês, “Definir) juntamente à elaboração de um Business Case e início de construção de mapa de raciocínio.

4.1.1 Descrição do Problema

Após o destaque do problema proposto pela empresa, a mesma proclamou que a linha de Solda Manual Pesada apresentava a disponibilidade abaixo da meta

determinada. Existia, portanto, a oportunidade de aumento do índice de Disponibilidade atual (objetivando o alcance da meta), que se tornou o foco geral do projeto.

O objetivo principal do projeto foi criar um ambiente no qual o Soldador pudesse permanecer soldando o máximo de tempo possível, dentro de seu turno, com a ambição de que alcançasse a meta proposta pela empresa.

É importante salientar que a velocidade e qualidade de soldagem não pertenceram ao escopo do projeto, que não foca na performance mas sim na disponibilidade, ou seja, dentro de todo o tempo em que o soldador deveria estar soldando, qual o percentual de tempo no qual ele realmente estava soldando? Mesmo que um operador solde metade das peças programadas, se ele operar ininterruptamente a máquina, terá uma Disponibilidade de 100%, ainda que sua Performance seja de 50%.

O motivo da Disponibilidade ser o foco do trabalho foi diferença percentual em relação aos outros pontos primordiais do OEE (método de cálculo que exprime o rendimento e eficácia de um equipamento ou processo), a se destacar Performance e Qualidade, ambas em patamar satisfatório à empresa.

4.1.2 Indicador e Métricas

Para que fosse feita uma medição do estado atual e do futuro, foi declarado o método de cálculo da Disponibilidade, estabelecendo uma base que permitisse a comparação (e atingimento do alvo).

Disponibilidade = Tempo em Produção / Tempo Disponível

Tempo em Produção: Tempo efetivamente soldando

Tempo Disponível: Tempo efetivamente soldando + Paradas Planejadas + Paradas Não Planejadas

Esta fórmula permitiu que o percentual de horas efetivamente trabalhadas por período fosse comparado antes e depois do projeto, ou seja, permitindo medir o nível de mudança causado pelo Projeto Black Belt.

É importante notar que existe uma classificação de uso do tempo existente, que categoriza o que afeta negativamente a Disponibilidade. Não se pode ofender à disponibilidade porque o Soldador não estava soldando em um período fora de turno, ou num dia programado para não produzir (como paradas previamente decididas para manutenção).

4.1.3 Verificação da Confiabilidade

A empresa possui um sistema de registro de produção chamado "MES" onde são apontados os dados dos turnos de produção. Os dados do sistema alimentam as reuniões estratégicas da empresa. Para provar a confiabilidade dos dados foi realizada coleta de dados duas vezes ao turno durante 5 dias, avaliando presencialmente o status da produção na linha e confrontado com os dados no sistema.

A seguir está o formato de tabela utilizado.

TABELA 1 – CONFIABILIDADE DOS DADOS

Data	Hora	Turno	Nome do Soldador	Nome do Auxiliar	Status Lançado no Sistema				Status Presencial				Auditoria			
01/01/2022	00:00	1ª	Soldador 1	Soldador 2	<input checked="" type="checkbox"/> Em Produção	<input checked="" type="checkbox"/> Parada Planejada	<input checked="" type="checkbox"/> Em Produção	<input type="checkbox"/> Parada Planejada	<input type="checkbox"/> Parada Não Planejada	<input type="checkbox"/> Refeição	<input type="checkbox"/> Refeição	<input type="checkbox"/> SetUp	<input type="checkbox"/> SetUp	<input type="checkbox"/> Treinamento	<input type="checkbox"/> Treinamento	OK
					<input type="checkbox"/> Parada Não Planejada	<input type="checkbox"/> Refeição	<input type="checkbox"/> Parada Não Planejada	<input type="checkbox"/> Refeição	<input type="checkbox"/> Parada Não Planejada	<input type="checkbox"/> Refeição	<input type="checkbox"/> Refeição	<input type="checkbox"/> SetUp	<input type="checkbox"/> SetUp	<input type="checkbox"/> Treinamento	<input type="checkbox"/> Treinamento	
					<input type="checkbox"/> Aguardando Material	<input type="checkbox"/> SetUp	<input type="checkbox"/> Aguardando Material	<input type="checkbox"/> SetUp	<input type="checkbox"/> Aguardando Material	<input type="checkbox"/> SetUp	<input type="checkbox"/> SetUp	<input type="checkbox"/> SetUp	<input type="checkbox"/> SetUp	<input type="checkbox"/> Treinamento	<input type="checkbox"/> Treinamento	
					<input type="checkbox"/> Reunião	<input type="checkbox"/> Treinamento	<input type="checkbox"/> Reunião	<input type="checkbox"/> Treinamento	<input type="checkbox"/> Reunião	<input type="checkbox"/> Treinamento	<input type="checkbox"/> Reunião	<input type="checkbox"/> Treinamento	<input type="checkbox"/> Reunião	<input type="checkbox"/> Treinamento	<input type="checkbox"/> Treinamento	

FONTE: O Autor (2023)

Para que o resultado de cada vistoria fosse declarado como “OK” (confiável), era necessário que o status declarado no sistema fosse o mesmo presencialmente identificado pelo (a) auditor (a). Caso os status fossem diferentes, o resultado seria “NOK” (não confiável). Para evitar tendência, o (a) auditor (a) não tinha acesso prévio ao lançamento do sistema, anotando os status manualmente em folha posteriormente passada à limpo em planilha. Somente após o fim do período de inspeção é que foram alimentados os dados sistêmicos, quando enfim foi feita a comparação.

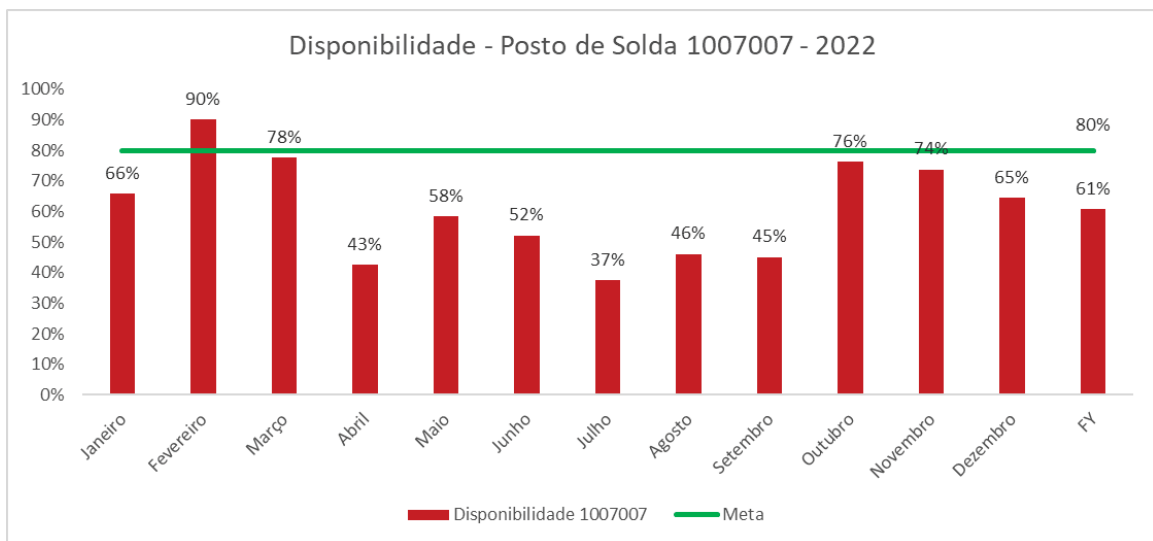
Ao fim da auditoria, comprovou-se uma confiabilidade de dados de 86%, julgada coerente pela empresa para a continuidade do projeto. Dentre as 28 inspeções aleatoriamente realizadas, nos meses de Fevereiro e Março de 2023, em 24 vezes o resultado foi idêntico ao sistema, ao passo em que 4 vezes a informação

alimentada no sistema estava diferente da situação real (o que configuraria inconfiabilidade em caso de ser percentualmente relevante). A análise foi feita para comprovar a determinação da própria empresa de que seus dados eram confiáveis, sem a necessidade de um processo mais robusto de cálculo (em termos estatísticos).

4.1.4 Explicação do Histórico

Foram calculadas as Disponibilidades de todos os 14 Postos de Solda Manual Pesada da companhia, utilizando-se como período base o ano completo de 2022, juntamente à flutuação mensal neste intervalo, objetivando conhecer o comportamento sazonal e anual do problema.

GRÁFICO 1 – DISPONIBILIDADE DO POSTO 10007007 NO ANO DE 2022



FONTE: O Autor (2023)

A partir do pior resultado (o menor dentre os 14), foi escolhido um posto de solda específico sobre o qual o projeto fosse ser desenvolvido. Foi entendido que, entendendo e resolvendo os problemas relacionados ao pior posto, seria criado um legado do projeto Black Belt, que permitiria a replicação das ações em outros postos e também o aproveitamento de ações de outras áreas comuns que alimentam o setor.

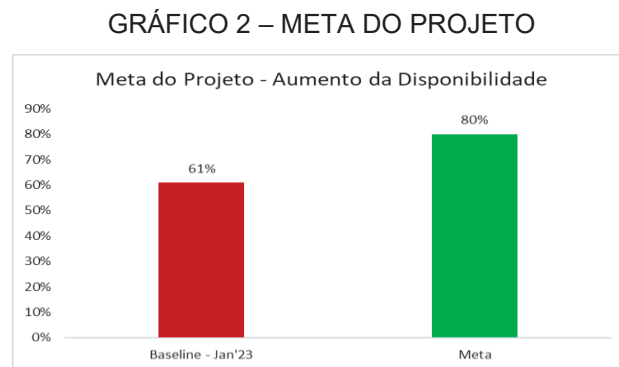
No pior resultado de Disponibilidade, sétimo Posto de Solda Manual Pesada, a disponibilidade média em 2022 foi de 61%, abaixo da meta proposta pela empresa (80%).

4.1.5 Definição da Meta

Em alinhamento interno da corporação, a alta liderança definiu o desejo de que a meta do projeto fosse a mesma da empresa, adequando a Disponibilidade do pior posto de solda (61%) à meta geral da companhia (80%).

Analisando os dados recebidos, é possível ver que a proposta de alcance dos 80% de Disponibilidade é realista, ao passo em que foi possível ultrapassá-la (em Fevereiro de 2022, chegando a 90%) mas ao mesmo tempo há um grande desafio ao perceber que chegou a menos da metade da meta (37%, em Julho de 2022).

Sabendo-se que existiam não só condições de aproximação à meta mas também dificuldades a serem desbravadas, foi decidido em unanimidade entre empresa, orientador e equipe seguir com a meta geral da companhia.



FONTE: O Autor (2023)

Deste modo, a meta deste projeto Black Belt foi alcançar 80% de Disponibilidade no Sétimo Posto de Solda Manual Pesada. Simplificando o conceito, o desafio foi permitir que o Soldador realmente estivesse soldando em no mínimo 80% do tempo em que estava programado para tal.

4.1.6 Cálculo dos Ganhos

Para justificar o dispêndio de tempo e energia da equipe além do gasto com horas de envolvimento de membros assalariados da universidade e da empresa, foi necessário um fator importantíssimo no mundo capitalista: o ganho financeiro (ou redução de custos) esperado ao fim do projeto.

Obviamente, a disponibilidade é fator determinante na quantidade de peças soldadas na linha. Considerando que os níveis de Performance de soldagem e Qualidade das peças entregues seria mantida (por não pertencerem ao escopo do trabalho), o aumento da disponibilidade permitiria o crescimento proporcional de peças soldadas.

De posse da quantidade de peças que os Soldadores conseguem entregar quando de fato estão soldando, foi possível extrapolar o resultado para um cenário no qual houvesse aumento de Disponibilidade. Para que se aumente a Disponibilidade, é obrigatória a diminuição das Paradas Não Planejadas, o que ocasiona o aumento do Tempo Efetivamente Produzindo.

Segue abaixo método detalhado de cálculo. Para esta simulação foi usado o valor fictício de lucro de R\$ 500,00 por peça produzida (quantidades de produção foram mantidas fiéis à realidade).

Para o cálculo dos ganhos, foi mensurada a quantidade de peças produzidas no mês de estudo, e então dividida pela quantidade de horas efetivamente trabalhadas no mês em questão (pois a performance de soldagem dentro do período produtivo se mantém aproximadamente constante antes, durante e depois do projeto). Como resultado, obteve-se a taxa de peças soldadas por hora efetivamente trabalhada.

Dados:

Peças produzidas em Março 2023: 512 peças

Horas efetivamente produtivas em Março 2023: 364,70 horas

Cálculo:

Peças Produzidas por Hora Trabalhada = Peças Produzidas / Hora Trabalhada

Peças Produzidas por Hora Trabalhada = $512 / 354,70 = 1,40$ peças / hora

Logicamente, aumentando a Disponibilidade em 19% (de 61% para 80%), aumentariam as horas de soldagem em 19%. De posse da quantidade horas efetivamente trabalhadas, bastou multiplicá-la por 119% para saber o equivalente no período pós projeto.

Dados:

Horas Efetivamente em Produção Março 2023: 364,70 horas

Cálculo:

Horas Efetivamente em Produção Pós Projeto = 119% * Horas Efetivamente em Produção Março 2023

Horas Efetivamente em Produção Pós Projeto = 119% * 364,70 = 433,99 horas

Sabendo-se das quantidades atual e nova de peças produzidas, foi possível saber o aumento produtivo (19%) em termos de quantidade de horas efetivamente produzidas.

Dados:

Horas Efetivamente em Produção Março 2023: 364,70 horas

Horas Efetivamente em Produção Pós Projeto: 433,99 horas

Cálculo:

Aumento de Horas Efetivamente em Produção = Horas Efetivamente em Produção Pós Projeto - Horas Efetivamente em Produção Março 2023

Aumento de Horas Efetivamente em Produção = 433,99 - 364,70 = 69,29 horas

O próximo passo foi descobrir o aumento em termos de quantidade de peças.

Dados:

Aumento de Horas Efetivamente em Produção: 69,29 horas

Peças Produzidas por Hora Trabalhada: 1,40 peças / hora

Cálculo:

Aumento em quantidade de peças = Aumento de Horas Efetivamente em Produção *
Peças Produzidas por Hora Trabalhada

Aumento em quantidade de peças = $69,29 * 1,40 = 97,01$ peças

Como a empresa detinha a informação de lucro por peça produzida, bastou multiplicar este valor pela quantidade de peças produzidas a mais (diferença entre a quantidade antes do projeto com a futura) e foi obtido o ganho em dinheiro do projeto.

Dados:

Lucro por peça soldada: R\$ 500,00

Aumento em quantidade de peças: 97,01 peças

Cálculo:

Ganho do Projeto = Lucro por peça soldada * Aumento em quantidade de peças

Ganho do Projeto = $500 * 97,01 = \text{R\$ } 48.505,00$ / mês (7º posto de solda específico)

Sabendo-se que há a possibilidade de replicação nas outras 13 linhas de solda manual pesada, os ganhos totais podem ser calculados conforme segue.

Ganho do Projeto = $48.505,00 * 14 = \text{R\$ } 679.070,00$ (Replicação aos 14 Postos de Solda)

Para saber os ganhos anuais (linha específica e com replicações), foi multiplicado pela quantidade de meses em um ano (12).

Ganho do Projeto Anual = $48.505,00 * 12 = \text{R\$ } 582.060,00$ (7º posto de solda específico)

Ganho do Projeto Anual = 679.070,00 * 12 = R\$ 8.148.840,00 (Replicação aos 14 Postos de Solda)

Logo abaixo é possível verificar a tabela de ganhos simulada:

TABELA 2 – SIMULAÇÃO DE RESULTADOS DA LINHA DE SOLDA MANUAL 1007007

LINHA SOLDA MANUAL 1007007								
	Março 2023		Após Projeto		Aumento Produtivo (Mês)		Aumento Produtivo (Ano)	
Peças produzidas	512	pcs	609	pcs	97	pcs	1167	pcs
Horas em produção	364,70	h	433,99	h	69,29	h	831,52	h
Peças produzidas / hora trabalhada	1,40	pcs / h	1,40	pcs / h	-	-	-	-
Lucro Líquido Mês	256.000,00 R\$		304.640,00 R\$		48.640,00 R\$		583.680,00 R\$	

FONTE: O Autor (2023)

TABELA 3 – SIMULAÇÃO DE RESULTADOS NA REPLICAÇÃO DO PROJETO

REPLICAÇÃO NAS DEMAIS LINHAS DE SOLDA (+13)								
	Março 2023		Após Projeto		Aumento Produtivo (Mês)		Aumento Produtivo (Ano)	
Peças produzidas	6656	pcs	7921	pcs	1265	pcs	15176	pcs
Horas em produção	4741,10	h	5641,91	h	900,81	h	10809,71	h
Peças produzidas / hora trabalhada	1,40	pcs / h	1,40	pcs / h	-	-	-	-
Lucro Líquido Mês	3.328.000,00 R\$		3.960.320,00 R\$		632.320,00 R\$		7.587.840,00 R\$	

FONTE: O Autor (2023)

TABELA 4 – SIMULAÇÃO DE RESULTADOS NOS 14 POSTOS DE SOLDA

POSTO ATUAL + REPLICAÇÃO (14 POSTOS)								
	Março 2023		Após Projeto		Aumento Produtivo (Mês)		Aumento Produtivo (Ano)	
Peças produzidas	7168	pcs	8530	pcs	1362	pcs	16343	pcs
Horas em produção	5105,80	h	6075,90	h	970,10	h	11641,22	h
Peças produzidas / hora trabalhada	1,40	pcs / h	1,40	pcs / h	-	-	-	-
Lucro Líquido Mês	3.584.000,00 R\$		4.264.960,00 R\$		680.960,00 R\$		8.171.520,00 R\$	

FONTE: O Autor (2023)

* Valores das tabelas não foram arredondados, portanto diferenças podem ser notadas em relação ao texto.

4.1.7 Cronograma do Projeto

Segue abaixo cronograma contendo etapas do projeto.

Etapa Define: Janeiro a Fevereiro de 2023

Etapa Measure: Março a Abril de 2023

Etapa Analyze: Maio a Junho de 2023

Etapa Improve: Julho de 2023

Etapa Control: Agosto de 2023*

Prazo total: 8 meses.

* Devido a posicionamento da empresa, a etapa Control não pôde ser inteiramente concluída, conforme explicado em capítulos posteriores.

4.1.8 Estudo do Principal Processo

Através da Ferramenta da Qualidade SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer), o processo de soldagem da companhia foi observado e desenhado fielmente à realidade. O principal objetivo desta tarefa foi visualizar a soldagem como um todo, envolvendo todos os atores participantes.

TABELA 5 – SIPOC DO POSTO DE SOLDA MANUAL 1007007

Fornecedores Suppliers	Insumos Inputs	Processo Process	Produtos Outputs	Consumidores Customers
Solda Projeção Almojarifado "Vertical"	Placa pré soldada pela Projeção + Peças vindas direto do almojarifado + Consumíveis	Conferência do kit	Garantia de kit completo	Assistente de Solda
Assistente de Solda	1 un "Subcomponente 1" + 1 un "Porca G"	Pré montagem da Porca no Subcomponente 1 via gabarito, pelo Assistente de Solda	Subcomponente 1 com Porca montada	Soldador

Soldador	Subcomponente 1 com Porca montada no gabarito	Soldagem da Porcas no Subcomponente 1	Subcomponente 1 com Porca soldada	Assistente de Solda
Assistente de Solda	1 "Subcomponente 2" + 2 "Porcas P" + 4 "Porcas G"	Pré montagem das Porcas no Subcomponente 2 via gabarito, pelo Assistente de Solda	Subcomponente 2 com Porcas montadas	Soldador
Soldador	Subcomponente 2 com Porcas montadas no gabarito	Soldagem das Porcas no Subcomponente 2	Subcomponente 2 com Porcas soldadas	Assistente de Solda
Assistente de Solda	1 "Subcomponente 3" + 2 "Porcas M"	Pré montagem das Porcas no Subcomponente 3 via gabarito, pelo Assistente de Solda	Subcomponente 3 com Porcas montadas	Soldador
Soldador	Subcomponente 3 com Porcas montadas no gabarito	Soldagem das Porcas no Subcomponente 3	Subcomponente 3 com Porcas soldadas	Assistente de Solda
Assistente de Solda	1 "Subcomponente 4" + 3 "Porcas P"	Pré montagem das Porcas no Subcomponente 4 via gabarito, pelo Assistente de Solda	Subcomponente 4 com Porcas montadas	Soldador
Soldador	Subcomponente 4 com Porcas montadas no gabarito	Soldagem das Porcas no Subcomponente 4	Subcomponente 4 com Porcas soldadas	Assistente de Solda
Assistente de Solda	1 "Subcomponente 5" + 6 "Porcas G"	Pré montagem das Porcas no Subcomponente 5 via gabarito, pelo Assistente de Solda	Subcomponente 5 com Porcas montadas	Soldador
Soldador	Subcomponente 5 com Porcas montadas no gabarito	Soldagem das Porcas no Subcomponente 5	Subcomponente 5 com Porcas soldadas	Assistente de Solda

Assistente de Solda	1 "Subcomponente 6" + 7 "Porcas P" + 2 "Porcas M" + 2 "Pinos"	Pré montagem das Porcas e Pinos no Subcomponente 6 via gabarito, pelo Assistente de Solda	Subcomponente 6 com Porcas e Pinos montados	Soldador
Soldador	Subcomponente 6 com Porcas e Pinos montados	Soldagem das Porcas e Pinos no Subcomponente 6	Subcomponente 6 com Porcas e Pinos soldados	Assistente de Solda
Assistente de Solda	1 "Subcomponente 7" + 2 "Porcas P" + 1 "Porca M" + 3 "Porcas G" + 1 "Reforço"	Pré montagem das Porcas e Reforço no Subcomponente 7 via gabarito, pelo Assistente de Solda	Subcomponente 7 com Porcas e Reforço montados	Soldador
Soldador	Subcomponente 7 com Porcas e Reforço montados	Soldagem das Porcas e Reforços no Subcomponente 7	Subcomponente 7 com Porcas e Reforço soldados	Assistente de Solda
Assistente de Solda	1 "Subcomponente 7" + 2 "Porcas P" + 1 "Porca M" + 3 "Porcas G" + 1 "Reforço"	Pré montagem das Porcas e Reforço no Subcomponente 7 via gabarito, pelo Assistente de Solda	Subcomponente 7 com Porcas e Reforço montados	Soldador
Soldador	Subcomponente 7 com Porcas e Reforço montados	Soldagem das Porcas e Reforços no Subcomponente 7	Subcomponente 7 com Porcas e Reforço soldados	Assistente de Solda
Assistente de Solda	1 "Subcomponente 7" + 2 "Porcas P" + 1 "Porca M" + 3 "Porcas G" + 1 "Reforço"	Pré montagem das Porcas e Reforço no Subcomponente 7 via gabarito, pelo Assistente de Solda	Subcomponente 7 com Porcas e Reforço montados	Soldador
Soldador	Subcomponente 7 com Porcas e Reforço montados	Soldagem das Porcas e Reforços no Subcomponente 7	Subcomponente 7 com Porcas e Reforço soldados	Assistente de Solda
Soldador	Subcomponentes (Todos) com Porcas e Reforços soldados + 1 "Conector em L" + 1 "Cilindro" + 1 "Peça de Encaixe"	Pré montagem do subconjunto em gabarito (junção dos subcomponentes com as porcas já soldadas, conector, cilindro e peça de encaixe)	Subconjunto montado em gabarito, pronto para entrar em soldagem	Soldador

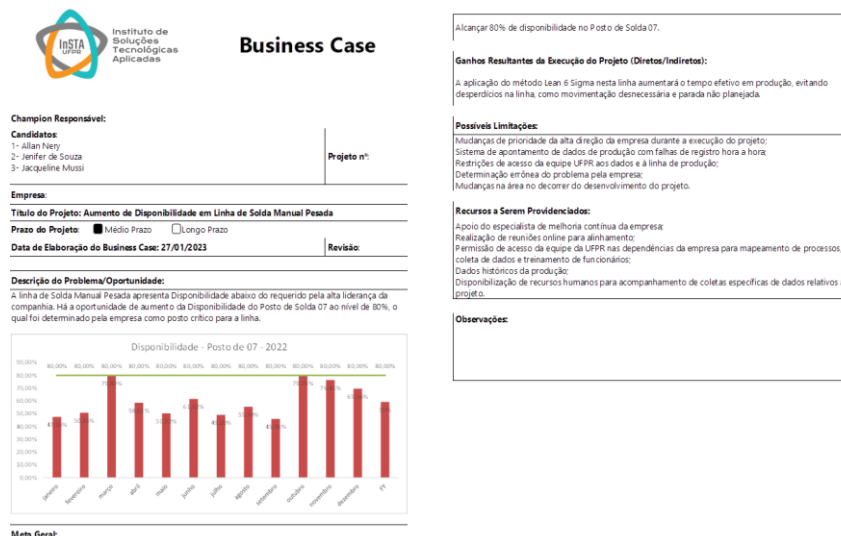
Soldador	Subconjunto montado em gabarito, pronto para entrar em soldagem	Solda do conjunto	Conjunto soldado por completo	Assistente de Solda
Assistente de Solda	Conjunto soldado por completo	Limpeza e retirada de respingos de solda	Conjunto soldado por completo, sem respingos e limpo	Assistente de Solda
Assistente de Solda	Conjunto soldado por completo, sem respingos e limpo	Inspeção via Dispositivo de Medição (DM) e Calibragem	Conjunto soldado inspecionado	Assistente de Solda
Assistente de Solda	Conjunto soldado inspecionado + embalagem de processo reutilizável + carrinho de transporte	Embalagem do conjunto montado	Embalagem de processo com o conjunto soldado	Pintura à jato

FONTE: O Autor (2023)

4.1.9 Alinhamento entre Universidade e Empresa

Para sacramentar o alinhamento entre as partes, foi firmado um Business Case, disposto no Apêndice 1 deste trabalho. Seguem capturas de tela ilustrativas.

FIGURA 1 – BUSINESS CASE



FONTE: O Autor (2023)

4.2 ETAPA MEDIR

Após a definição do problema a ser tratado, foi feita a organização e estratificação dos dados, a fim de verificar o que de fato é importante analisar profundamente em etapas futuras. Para tal foram seguidos os seguintes passos.

4.2.1 Revisão dos Critérios de Estudo

O problema pode ser estratificado no que tange às horas absolutas gastas nos diversos tipos de parada (planejadas ou não), pois de acordo com a empresa, a disponibilidade é baseada principalmente nestes aspectos versus o tempo disponível.

Ao todo, existem 4 grandes grupos de atividade, dentro dos quais se subdividem diversos tipos de utilização do tempo total.

A seguir está a lista que classifica os tempos e como impactam no conceito de Disponibilidade. Para a métrica, considerar a seguinte legenda:

↑ Incentivador: Quanto maior este tempo, maior a Disponibilidade (numerador da fórmula)

↓ Ofensor: Quanto maior este tempo, menor a Disponibilidade (denominador da fórmula)

↕ Indiferente: a Disponibilidade não é afetada diretamente por este tempo

↑ Tempo produzindo: Tempo no qual o Soldador estava Soldando (função esperada para o cargo);

↕ Tempo total: Tempo total decorrido no período. Considerando que o dia de 24h, as mesmas não serão afetadas, independentemente de qual ação seja tomada;

↕ Tempo fora de turno: Tempo no qual a operação de soldagem está programada para não operar, ou seja, períodos nos quais foi programado que não houvesse expediente de solda (no posto em questão);

↕ Tempo de almoço: Enquadrado no conceito de tempo fora de turno.

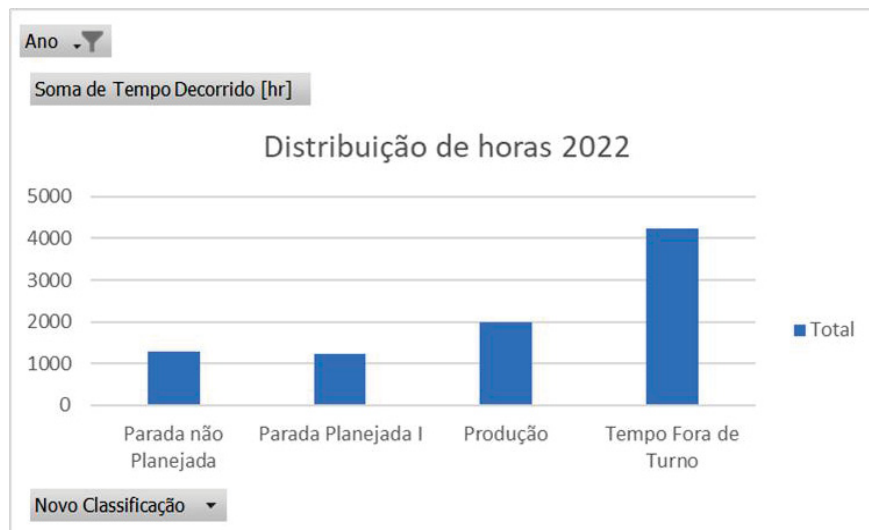
↕ Parada Planejada: Parada de produção previamente definida, dentro do expediente regular de trabalho. Não afeta a Disponibilidade porque mesmo estando

dentro do turno, foi planejada, ou seja, nunca houve a intenção real de soldagem naquele período.

↓ Parada Não Planejada: Parada de produção inesperada devido motivos não planejados previamente. Esperava-se produzir porém devido a tais circunstâncias o Soldador não estava soldando nestes períodos.

Para maior entendimento da distribuição de horas entre atividades (ou paradas), foi gerado um gráfico capaz de mostrar a quantidade de tempo gasto em cada cenário (durante o ano de 2022, nos três turnos), conforme segue.

GRÁFICO 3 – CLASSIFICAÇÃO DE USO DO TEMPO NO POSTO DE SOLDA MANUAL 1007007



FONTE: O Autor (2023)

Como pode-se observar, existe uma grande quantidade de horas gastas em paradas produtivas e fora de turno, porém este último não pertence ao tempo disponível (devido ao fato de não se pretender soldar neste íterim). Da mesma forma, Paradas Planejadas (para manutenção, limpeza, controle, etc.) não interferem no conceito de disponibilidade proposto pela empresa, ou seja, independentemente da quantidade de horas gastas nestes aspectos, o período de trabalho efetivo dos Soldadores não foi afetada.

Obviamente, o conceito de Disponibilidade recai sobre a constante luta entre a utilização do tempo restante para Produção ou Paradas Não Planejadas. Com os outros itens fixos, qualquer hora aumentada na Produção será oriunda de redução

de Paradas Não Planejadas e vice e versa. Pode-se chegar a esta conclusão sabendo que o dia não terá a quantidade alteradas (fixo em 24h) e que o objetivo de uma Disponibilidade perfeita é não sofrer Paradas Não Planejadas.

4.2.2 Estudo da Confiabilidade

Os dados coletados na Etapa Definir foram viáveis para a auditoria de estilo de parada e tempo em produção, excelentes para a definição do problema. Todavia para o nível de estratificação requerido na etapa Medir, é necessário um novo arranjo com mais detalhes, que possa exprimir a magnitude de cada ofensor da disponibilidade (focando em Paradas Não Planejadas, conforme comentado no item 4.2.1).

A nova coleta ocorreu de forma similar à aplicada no Define, porém foi oferecido ao (a) auditor (a) um novo nível de preenchimento, no qual dentro do estilo de Parada Não Planejada foi possível também conferir a adequação da realidade presenciada ao conteúdo lançado no sistema, ou seja, dentre todas as observações verificadas, apenas as constantes como Parada Não Planejada foram registradas, incluindo desta vez o motivo real (e comparando com o lançado sistemicamente).

Abaixo está um exemplo da tabela preenchida pelo (a) auditor (a), à qual foi comparada ao sistema posteriormente (evitando tendências).

TABELA 6 – COLETA DE DADOS – PARADA NÃO PLANEJADA

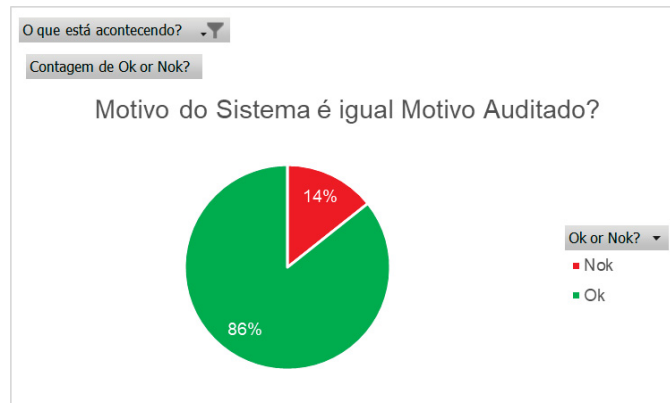
Data / Hora	Turno	Operador	Auxiliar	O que está acontecendo?	Por qual motivo a linha está parada?	O que está registrado no sistema nesse momento?	Ok or Nok?
1/1/2023 8:00:00	1º	Soldador I	Soldador II	Parada Não Planejada	Aguardando Logística	Aguardando Logística	Ok

FONTE: O Autor (2023)

A partir das 49 observações feitas no mês de Abril de 2023, em 7 ocorrências foram constatadas Paradas Não Planejadas. Dentre estas, 6 observações continham motivos de parada idênticos aos lançados sistemicamente.

Ao todo, o apontamento foi considerado apto à continuidade do estudo de estratificação pela empresa, com 86% de confiabilidade.

GRÁFICO 4 – SIMULAÇÃO DE RESULTADOS NA REPLICAÇÃO DO PROJETO



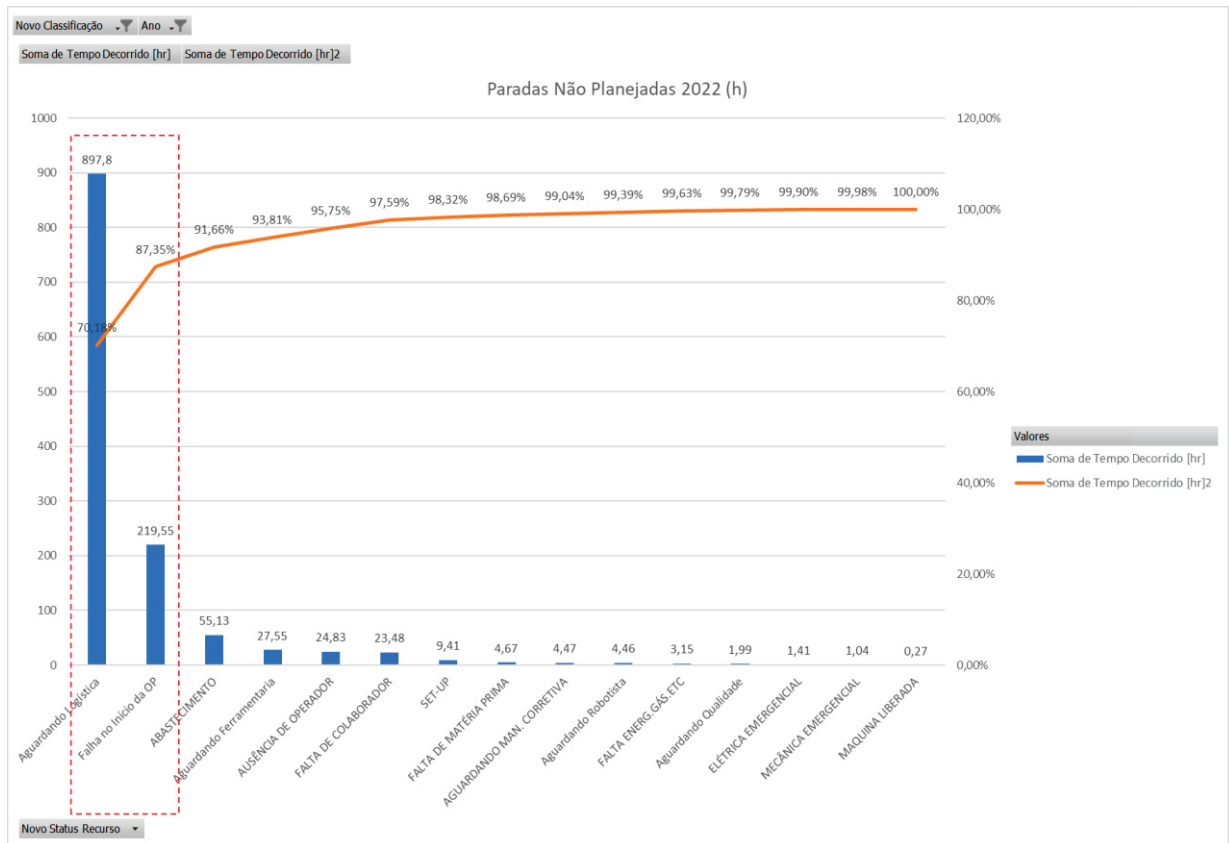
FONTE: O Autor (2023)

4.2.3 Verificação de Focos

Em razão de diversos motivos resultarem em Paradas Não Planejadas, foi necessária a estratificação de tais razões, a fim de descobrir os maiores ofensores. De posse de tais motivos principais (os que pararam a linha por mais horas), foi possível focar nos estratos mais significativos.

Para a análise, todas as Paradas Não Planejadas de 2022 (juntamente aos seus motivos) foram agrupadas no Diagrama de Pareto a seguir.

GRÁFICO 5 – DIAGRAMA DE PARETO – PARADA NÃO PLANEJADA



FONTE: O Autor (2023)

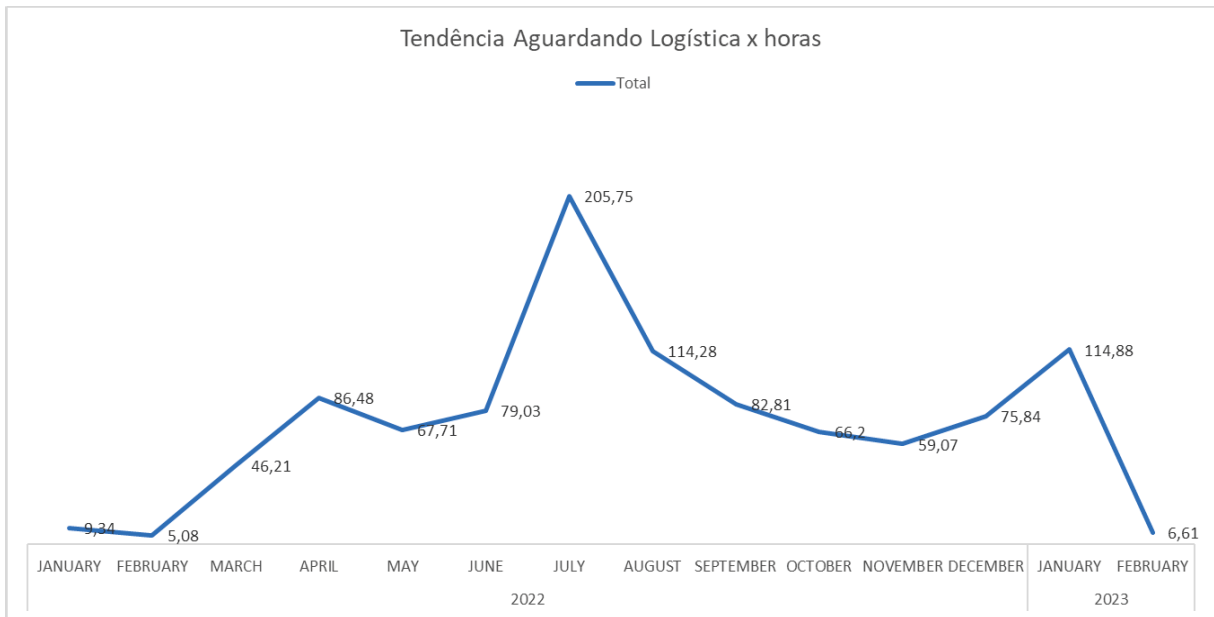
Concentrando-se nos 80% do Pareto, encontraram-se as principais oportunidades de melhoria. A orientação da equipe foi focar nas duas atividades que mais afetam negativamente a disponibilidade: "Aguardando Logística" e "Falha no Início da OP".

Seguindo instruções da alta liderança da companhia, também foi decidido dar sequência em análises e ações impactantes nos fatores: "Aguardando Logística" e "Falha no Início da OP".

4.2.4 Estudo de Comportamento dos Focos ao Longo do Tempo

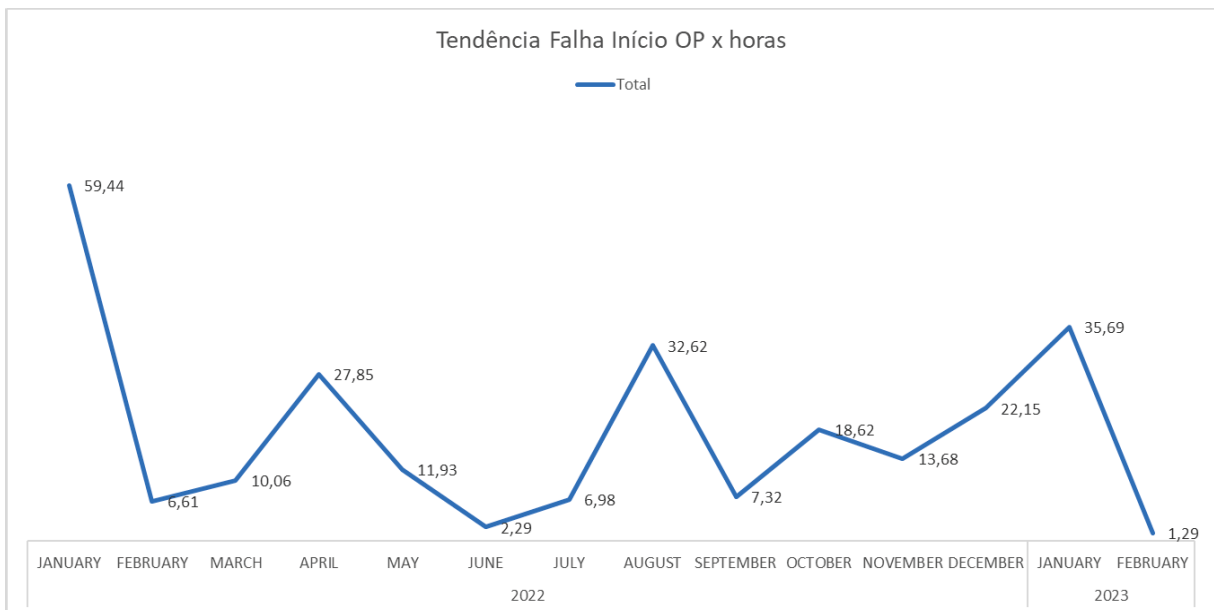
Para que fossem identificadas particularidades sazonais ou por turno, foi feita uma estratificação dos focos, desta vez separada por mês e específica para cada um dos dois maiores ofensores ("Aguardando Logística" e "Falha no Início da OP").

GRÁFICO 6 – LINHA DE TENDÊNCIA - MOTIVO AGUARDANDO LOGÍSTICA



FONTE: O Autor (2023)

GRÁFICO 7 – LINHA DE TENDÊNCIA - MOTIVO FALHA NO INÍCIO DA OP



FONTE: O Autor (2023)

Ao observar o comportamento dos dois focos é possível ver certa sazonalidade. Nos dois anos analisados, 2022 e 2023, ambos apresentam queda entre Janeiro e Fevereiro. Ao verificar com os Soldadores e Analistas de Processo foi descoberto que há queda na produção neste período do ano, o que consequentemente reduz as Paradas Não Planejadas deste tipo.

Também é possível observar que as tendências entre os dois tipos de parada são equivalentes (sobem e descem juntas na maioria das transições). Não existe proporcionalidade entre Paradas Não Planejadas e Produção ao longo do tempo, havendo inclusive inconstância quando observados todos os tipos de motivo.

Ao traçar a comparação os focos, ironicamente existe similaridade de tendências, portanto pode-se deduzir que os motivos por trás das paradas podem ter raízes comuns, mas não afirmar com certeza.

Pode-se afirmar que apesar da variação da carga produtiva, os ofensores da disponibilidade continuam ocorrendo, não necessariamente nas mesmas proporções, mas a existência das Paradas Não Planejadas é uma constante ao longo dos meses (ainda que em magnitudes descontroladas).

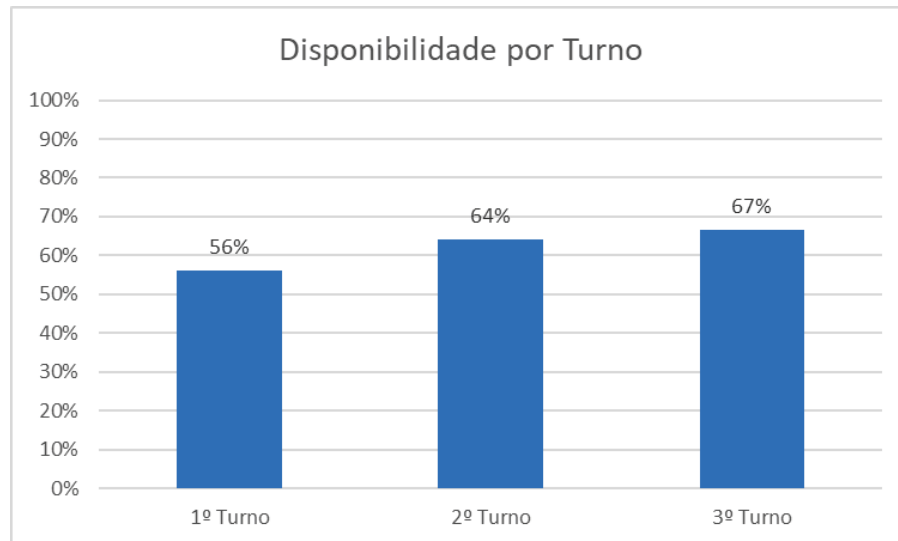
Para que fossem evidenciados problemas em turnos específicos foi descido mais um degrau na escala, observando a distribuição de horas em cada turno, bem como a disponibilidade.

GRÁFICO 8 – EXTRATIFICAÇÃO DE UTILIZAÇÃO DA LINHA POR TURNO



FONTE: O Autor (2023)

GRÁFICO 9 – DISPONIBILIDADE DA LINHA POR TURNO



FONTE: O Autor (2023)

Apesar das diferenças entre os turnos, foi informado pela empresa hospedeira que ambos os problemas mais importantes são gerados em turnos que independem do momento de solda.

O foco “Aguardando Logística”, por exemplo, ocorre no momento de separação e pagamento de kits à linha, pelo setor de Logística. Em conversa com o departamento, foi identificado que apenas um turno (1º) é responsável por todas as tarefas que impactam na solda, isto é, independentemente do turno que sofreu a Parada Não Planejada devido a este foco, o erro real ocorreu no 1º turno.

O foco “Falha no Início da OP” por sua vez, é oriundo principalmente de erros em etapas de cadastro e sequenciamento de linha, feitos no expediente comercial pela Engenharia de Produto e Planejamento e Controle de Produção e Materiais, que também não possuem relação com o turno no qual ocorreu o erro na solda.

Portanto este estrato (turnos da soldagem) foi considerado insignificante na análise da Disponibilidade.

4.2.5 Definição das Metas

Conforme descrito acima, foi decidido em comum acordo seguir com ações de melhoria em apenas dois focos do problema. Deste modo, a partir do cálculo geral de horas a serem reduzidas em Paradas Não Planejadas, o resultado foi

aplicado proporcionalmente aos dois fatores principais. As melhorias nos dois focos escolhidos precisariam ser responsáveis por todas as reduções de horas de Parada Não Planejada que teriam que ser eliminadas para o atingimento da Disponibilidade de 80%. Isto fica evidente quando se lembra que os outros fatores (menores em porcentagem) não sofrerão ações e, portanto, não melhorariam magicamente.

Após a constatação acima, foi necessário simular um cenário no qual a meta de 80% de Disponibilidade fosse alcançada. Para a simulação, foi deduzida a fórmula de cálculo da Disponibilidade usando-se das classificações primárias de uso do tempo: Produção, Parada Planejada, Parada Não Planejada, Tempo Fora de Turno e Tempo Total. Conforme segue.

Sabe-se que o conceito de Disponibilidade é a razão entre o tempo efetivamente produzindo e o tempo disponível para produzir.

$$D = TP / TD$$

Onde:

D = Disponibilidade

TP = Tempo em Produção

TD = Tempo Disponível

Como o tempo em produção é um estrato primário, foi decidido abrir a fórmula no item “Tempo Disponível”. Afinal, o que o compõe? Por conceito, as horas disponíveis para a produção foram definidas pelo Programador da Linha visando preencher integralmente os dias, excluindo-se momentos fora de turno e considerando que não haveria Paradas Não Planejadas.

É sabido que o Tempo Fora de Turno e a Parada Planejada não compõe o Tempo Disponível, devido ao fato de serem pré-definidos como momentos de pausa produtiva, ou seja, o Soldador realmente não deveria estar soldando nestes dois momentos. Num cenário ideal (Disponibilidade de 100%), todo o tempo disponível seria ocupado pela Produção (pois isso é o programado pelo Sequenciador da Linha), entretanto sabe-se que Paradas Não Planejadas ocorrem (deixando a Disponibilidade menor que 100%). Portanto, o Tempo Disponível é a soma das horas em Produção com as Paradas Não Planejadas.

$$TD = TP + PNP$$

Onde:

TD = Tempo Disponível

TP = Tempo em Produção

PNP = Parada Não Planejada

Isolando-se o Tempo em Produção, tem-se que:

$$TP = TD - PNP$$

Onde:

TD = Tempo Disponível

TP = Tempo em Produção

PNP = Parada Não Planejada

De volta à fórmula da Disponibilidade, substituindo o Tempo em Produção pelo formato acima e abrindo-se a fórmula algebricamente, tem-se que:

$$D = TP / TD$$

$$D = (TD - PNP) / TD$$

$$D = (TD / TD) - (PNP / TD)$$

$$D = 1 - (PNP / TD)$$

Onde:

D = Disponibilidade

TD = Tempo Disponível

TP = Tempo em Produção

PNP = Parada Não Planejada

Mais uma vez, faz-se necessário desmistificar o Tempo Disponível em fatores pré-conhecidos. Ora, sabe-se que somando todos os principais aspectos de tempo, chega-se ao Tempo Total (24 horas por dia, 7 dias por semana, etc.).

$$TT = TP + PNP + PP + TFT$$

Onde:

TT = Tempo Total

TP = Tempo em Produção

PNP = Parada Não Planejada

PP = Parada Planejada

TFT = Tempo Fora de Turno

Conforme explicado anteriormente, o Tempo Disponível é exatamente a soma do Tempo em Produção com a Parada Não Planejada. Substituindo esta soma pelo Tempo Disponível na equação acima, e isolando-se o mesmo tem-se que:

$$TT = TP + PNP + PP + TFT$$

$$TT = (TP + PNP) + PP + TFT$$

$$TT = TD + PP + TFT$$

$$TD = TT - PP - TFT$$

Onde:

TT = Tempo Total

TP = Tempo em Produção

TD = Tempo Disponível

PP = Parada Planejada

TFT = Tempo Fora de Turno

De posse desta nova configuração que representa o Tempo Disponível, é possível substituí-la na equação inicial, chegando-se à seguinte conclusão:

$$D = 1 - (\text{PNP} / \text{TD})$$

$$D = 1 - [\text{PNP} / (\text{TT} - \text{PP} - \text{TFT})]$$

Onde:

D = Disponibilidade

PNP = Parada Não Planejada

TT = Tempo Total

PP = Parada Planejada

TFT = Tempo Fora de Turno

Esta foi a fórmula central que conduziu a simulação dos parâmetros que gerariam uma disponibilidade de 80%. Sabe-se que em 2022, o Tempo Total e o Tempo Fora de Turno foram fixos e conhecidos. De igual forma, para alcançar o aumento de Disponibilidade, as Paradas Planejadas não precisariam sofrer mudanças, pois não pertencem à dupla que compõe o Tempo Disponível.

De posse de tais informações, é possível substituir os termos “D”, “TT”, “TFT” e “PP” na fórmula, pois para atingir D = 80% (ou 0,8), com TT e TFT conhecidos, apenas “PNP” será incógnita, conforme segue:

$$D = 1 - [\text{PNP} / (\text{TT} - \text{PP} - \text{TFT})]$$

D = 80% (meta do projeto, estado futuro)

PNP = Incógnita

TT = 8755,81h (medição realizada pela empresa, ano completo de 2022)

PP = 4239,68h (medição realizada pela empresa, ano completo de 2022)

TFT = 1243,27h (medição realizada pela empresa, ano completo de 2022)

Onde:

D = Disponibilidade

PNP = Parada Não Planejada

TT = Tempo Total

PP = Parada Planejada

TFT = Tempo Fora de Turno

Substituindo os dados na fórmula, tem-se que:

$$D = 1 - [\text{PNP} / (\text{TT} - \text{PP} - \text{TFT})]$$

$$0,8 = 1 - [\text{PNP} / (8755,81 - 4239,68 - 1243,27)]$$

$$\text{PNP} = 654,57\text{h}$$

Este resultado exprime o máximo de horas gastas em Paradas Não Planejadas para manter a Disponibilidade em 80%. Caso 1 minuto aumente em Parada Não Planejada (diminuindo do Tempo em Produção), a Disponibilidade decrescerá automaticamente. Isto significa que mantidas as mesmas condições de 2022 fixas (Paradas Planejadas e Tempo Fora de Turno), caso as Paradas Não Planejadas fossem 654,57h, a linha de solda teria chegado à meta de Disponibilidade.

Obviamente, para o alcance do resultado esperado será necessário baixar a quantidade de horas em Paradas Não Planejadas para no máximo 654,57h. Abaixo quadro que resume as condições reais versus necessárias para a garantia do resultado proposto:

QUADRO 1 – HORAS DA PNP PARA ATINGIMENTO DA META NO POSTO 1007007

Anual	
Parada Não Planejada 2022 (h)	
PNP Real (h)	1279,21
PNP Meta (h)	654,57
PNP Redução (h)	624,64
PNP Redução %	49%
Aguard. Log. Redução (h)	501,90
Falha no In. OP Red. (h)	122,74

FONTE: O Autor (2023)

QUADRO 2 – HORAS DA PNP PARA ATINGIMENTO DA META NO POSTO 1007007 POR MÊS

Mensal	
Parada Não Planejada 2022 (h)	
PNP Real (h)	106,60
PNP Meta (h)	54,55
PNP Redução (h)	52,05
PNP Redução %	49%
Aguard. Log. Redução (h)	41,82
Falha no In. OP Red. (h)	10,23

FONTE: O Autor (2023)

Os quadros acima simulam a situação na qual a Disponibilidade seria de 80% considerando a realidade do ano de 2022. É claro que um ano não será igual ao outro, entretanto as ações para o atingimento da meta na simulação de 2022 serão as mesmas para qualquer outro ano por se tratar de melhorias gerais.

Como pode-se observar nas tabelas, além da meta geral de redução em Paradas Não Planejadas, há a definição de metas específicas para cada um dos dois focos. Para o cálculo das metas específicas, foi considerada a divisão proporcional da meta geral entre os focos. Considerando que só existissem os dois problemas mencionados, e que 100% das horas gastas em Paradas Não Planejadas em 2022 fossem originárias dos mesmos, aproximadamente 80% seriam responsabilidade de “Aguardando Logística” e 20% de “Falha no Início da OP”.

Aguardando Logística representa 80,35% do Total de Paradas Não Planejadas (considerando os dois focos como 100%), portanto neste fator será aplicada a redução de 80,35% das horas totais que precisam ser reduzidas para chegarmos aos 80% de disponibilidade. Sabendo-se que para o atingimento da meta é necessária a redução de 624,64h anuais (base Jan a Dez 2022), 501,90h (80,35%) precisarão ser reduzidas de "Aguardando Logística";

Falha no Início da OP representa 19,65% do Total de Paradas Não Planejadas (considerando os dois focos como 100%), portanto neste fator será aplicada a redução de 19,65% das horas totais que precisam ser reduzidas para chegarmos aos 80% de disponibilidade. Sabendo-se que para o atingimento da meta é necessária a redução de 624,64h anuais (base Jan a Dez 2022), 122,74h (19,65%) precisarão ser reduzidas de "Falha no Início da OP".

Sabendo-se que os outros problemas não serão melhorados pois não haverá ações incidentes, toda a carga de redução de Paradas Não Planejadas foi aplicada aos dois focos, assim como planejado inicialmente.

4.3 ETAPA ANALISAR

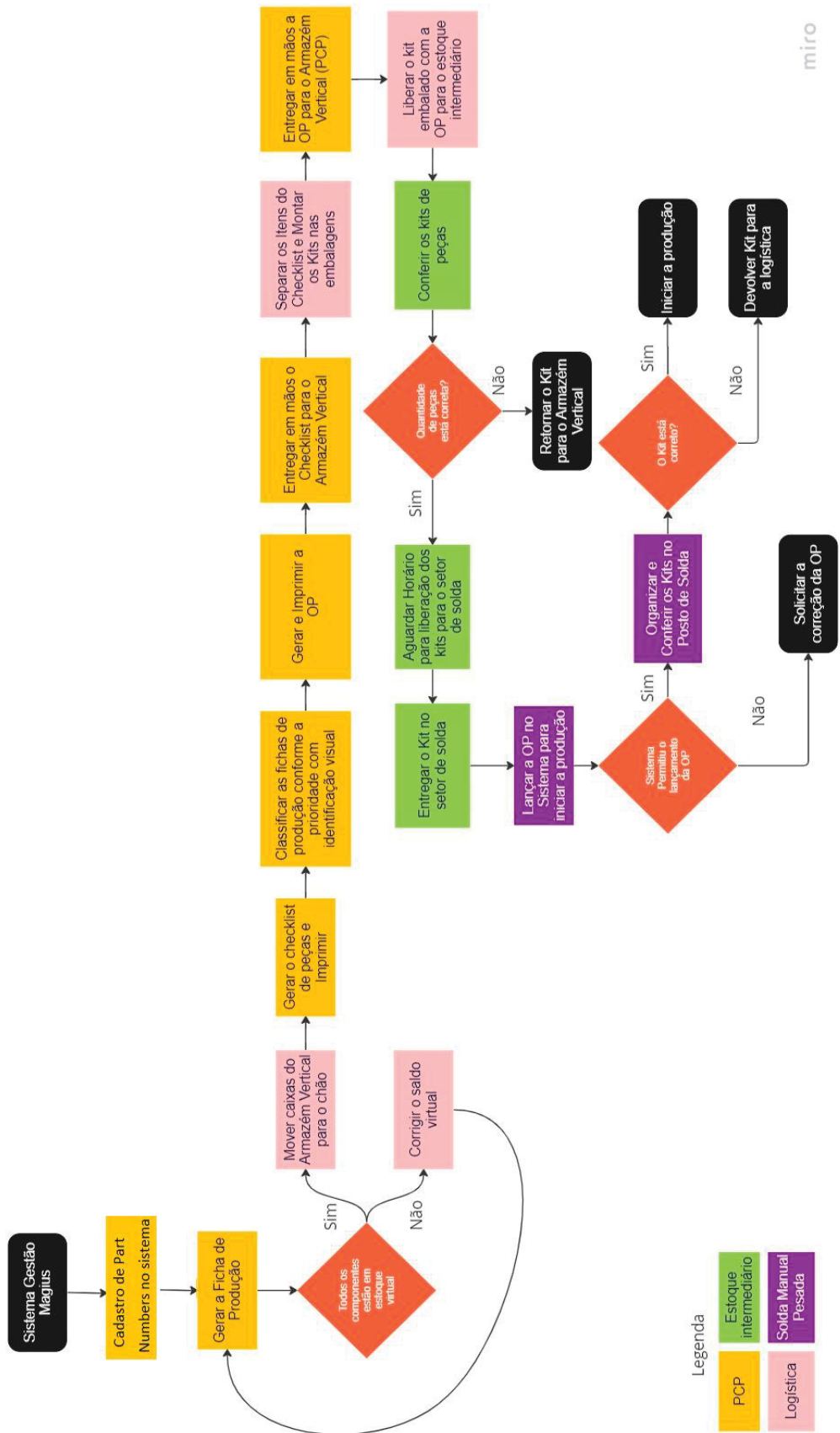
Após a devida coleta e tratamento dos dados e medições no Measure, os resultados foram analisados em âmbito mais profundo, a fim de descobrir as causas de tais focos recém descobertos na etapa anterior.

4.3.1 Estudo do Principal Processo Envolvido

Como ficou evidente no Measure, os maiores problemas da Disponibilidade são antes da etapa de Solda. Portanto apenas o SIPOC do processo não é o suficiente para descrever os pontos de atenção a serem corrigidos.

Segue abaixo o processo completo executado pela empresa, desde o cadastro do Part Number até a finalização da soldagem.

FIGURA 2 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO



miro

FONTE: O Autor (2023)

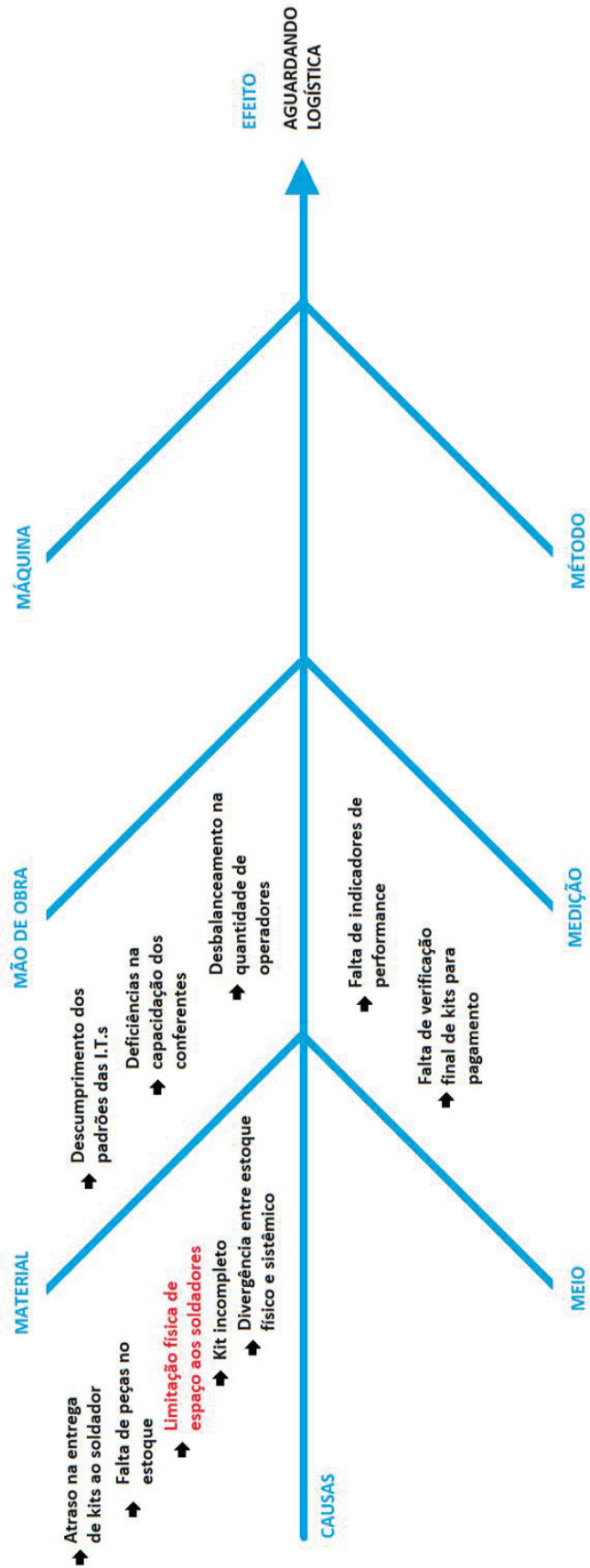
4.3.2 Procura e Descoberta das Causas Raízes

Conforme descoberto na etapa Medir, as Paradas Não Planejadas tem por consequência a baixa Disponibilidade. Paradas classificadas como “Aguardando Logística” e “Falha no Início da OP” são efeitos que resultam no problema. Para que tais problemas sejam resolvidos, é necessário que sejam estudados em processos menores até que as causas que realmente resultam nos mesmos sejam detectadas. Tem-se por lei que todo problema tem uma causa raiz que o origina, que quando solucionada impossibilita sua reincidência.

Para encontrar as causas raízes dos focos, foram utilizadas duas ferramentas da qualidade: “Diagrama de Ishikawa” e “Método dos Cinco Porquês”. O primeiro para agrupar os diversos tipos possíveis causas de cada problema e o segundo para chegar à raiz de cada causa, aquela que deve ser eliminada ou resolvida.

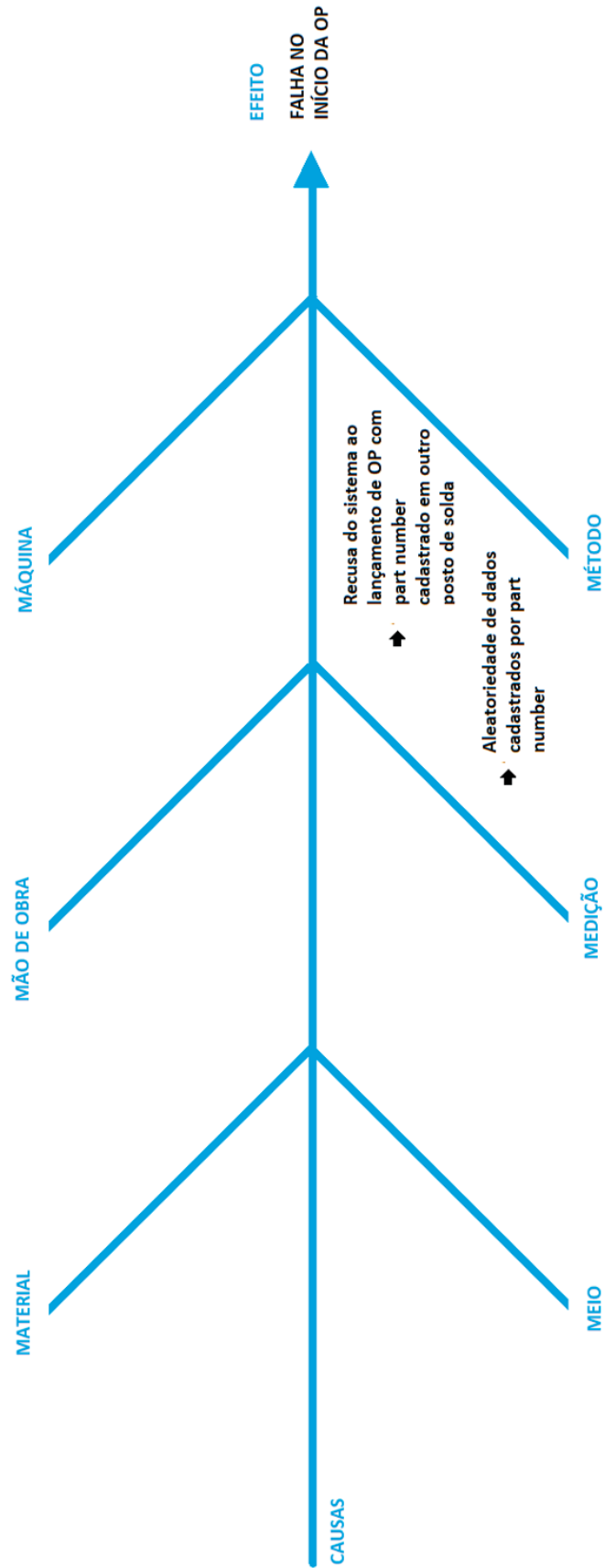
Abaixo seguem os diagramas e relatórios elaborados a partir de um brainstorming realizado via aplicação da técnica de Design Thinking.

FIGURA 3 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA – MOTIVO AGUARDANDO LOGÍSTICA



FONTE: O Autor (2023)

FIGURA 4 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA – MOTIVO FALHA NO INÍCIO DA OP



FONTE: O Autor (2023)

QUADRO 3 – 5 PORQUÊS - MOTIVO AGUARDANDO LOGÍSTICA

CAUSA POTENCIAL CONFIRMADA		5 PORQUÊS AGUARDANDO LOGÍSTICA				
	1º PORQUÊ	2º PORQUÊ	3º PORQUÊ	4º PORQUÊ	5º PORQUÊ	CAUSA RAIZ
ATRASO NA ENTREGA DE KITS AO SOLDADOR	AUSÊNCIA DE CARRINHOS	FALTA DE APROVAÇÃO DE INVESTIMENTO EM CARRINHOS	FALTA DE DEFESA ADEQUADA DA REQUISIÇÃO			FALTA DE DEFESA ADEQUADA DA REQUISIÇÃO
FALTA DE PEÇAS NO ESTOQUE	MATERIAL EXCEDENTE NO POSTO DE SOLDA	ERROS NO PROCESSO DE CONTAGEM NA SEPARAÇÃO DOS KITS	AUSÊNCIA DE DISPOSITIVO / PROCESSO QUE ATENUE ERROS HUMANOS			AUSÊNCIA DE DISPOSITIVO / PROCESSO QUE ATENUE ERROS HUMANOS
KIT INCOMPLETO I	CONTAGEM A MENOR PELOS CONFERENTES NO MOMENTO DE SEPARAÇÃO DOS KITS	ERROS NO PROCESSO DE CONTAGEM NA SEPARAÇÃO DOS KITS	AUSÊNCIA DE DISPOSITIVO / PROCESSO QUE ATENUE ERROS HUMANOS			AUSÊNCIA DE DISPOSITIVO / PROCESSO QUE ATENUE ERROS HUMANOS
DIVERGÊNCIA ENTRE ESTOQUE FÍSICO E SISTÊMICO	FALTA DE RETORNO DAS PEÇAS EM EXCESSO (DO POSTO DE SOLDA PARA O ESTOQUE VERTICAL)	SOLDADORES NÃO CONSEGUEM SEGUIR O PROCESSO DE DEVOLUÇÃO	ALTA COMPLEXIDADE / DEMORA NO PROCESSO			ALTA COMPLEXIDADE / DEMORA NO PROCESSO
DESCUMPRIMENTO DOS PADRÕES DAS I.T.s	OPERADORES APLICAM preferências pessoais DE OPERAÇÃO, EXECUTANDO A CONFERÊNCIA SEGUNDO SEUS PRÓPRIOS MÉTODOS	DESCONCIANTIZAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DE PADRÕES POR PARTE DOS OPERADORES	CULTURA DO "ENTREGAR É MAIS IMPORTANTE QUE ENTREGAR CORRETO"			CULTURA DO "ENTREGAR É MAIS IMPORTANTE QUE ENTREGAR CORRETO"
DEFICIÊNCIAS NA CAPACITAÇÃO DOS CONFERENTES	NÃO HÁ PLANEJAMENTO DE TREINAMENTOS DOS CONFERENTES	AUSÊNCIA DE TREINAMENTOS PRÉ PREPARADOS				AUSÊNCIA DE TREINAMENTOS PRÉ PREPARADOS
SATURAÇÃO DOS CONFERENTES	DESBALANCEAMENTO DE QUANTIDADE DE OPERADORES ENTRE SETORES					DESBALANCEAMENTO DE QUANTIDADE DE OPERADORES ENTRE SETORES
FALTA DE INDICADORES DE PERFORMANCE	CULTURA DE SUPERVALORIZAÇÃO DA ENTREGA A QUALQUER CUSTO					CULTURA DE SUPERVALORIZAÇÃO DA ENTREGA A QUALQUER CUSTO
KIT INCOMPLETO II	FALTA DE VERIFICAÇÃO FINAL DE KIT ANTES DO PAGAMENTO	AUSÊNCIA DE DEFINIÇÃO DE MÉTODO PRÉ DEFINIDO DE VERIFICAÇÃO				AUSÊNCIA DE DEFINIÇÃO DE MÉTODO PRÉ DEFINIDO DE VERIFICAÇÃO

FONTE: O Autor (2023)

QUADRO 4 – 5 PORQUÊS MOTIVO FALHA NO INÍCIO DA OP

5 PORQUÊS FALHA NO INÍCIO DA OP					CAUSA RAÍZ
	1º PORQUÊ	2º PORQUÊ	3º PORQUÊ	4º PORQUÊ	5º PORQUÊ
CAUSA POTENCIAL CONFIRMADA RECUSA DO SISTEMA AO LANÇAMENTO DE OP COM PART NUMBER CADASTRADO EM OUTRO POSTO DE SOLDA	NÃO HÁ VERSATILIDADE DE USO ENTRE OS POSTOS DIFERENTES DE SOLDA	CADA PART NUMBER ESTÁ ATRIBUÍDO A SÓ UM GRUPO DE POSTOS DE SOLDA	NÃO HÁ UM POSTO DE SOLDA GERAL NO SISTEMA QUE COMPREENDA TODOS OS PART NUMBERS		NÃO HÁ UM POSTO DE SOLDA GERAL NO SISTEMA QUE COMPREENDA TODOS OS PART NUMBERS
ALEATORIEDADE DE DADOS CADASTRADOS POR PART NUMBER	NÃO HÁ TRAVAS SISTÊMICAS QUE IMPEÇAM O REGISTRO INCOMPLETO / ERRADO DOS DADOS ANTES DA CONCLUSÃO DO CADASTRO	NÃO FOI CONTEMPLADA ESTA NECESSIDADE DURANTE A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA	NÃO HAVIA PROCEDIMENTO PADRÃO QUE DEFINIA INFORMAÇÕES OBRIGATORIAS PARA O CADASTRO COMPLETO		NÃO HAVIA PROCEDIMENTO PADRÃO QUE DEFINIA INFORMAÇÕES OBRIGATORIAS PARA O CADASTRO COMPLETO

FONTE: O Autor (2023)

4.3.3 Priorização de Causas

Devido ao excesso de causas e tempo fixo de implementação de um projeto Black Belt, é necessário que se filtrem as causas mais atrativas para serem resolvidas, baseando-se em parâmetros como agilidade na execução, visibilidade de relevância na companhia e valor de retorno financeiro.

Apesar de um problema possuir várias causas, é natural que se escolham as mais impactantes para a continuidade da busca por soluções, sempre tendo em vista a meta geral do projeto.

Para a priorização foram elencados os atributos abaixo, via Matriz de Priorização:

QUADRO 5 – PRIORIZAÇÃO DA CAUSA RAÍZ

Causa Raíz	Régua de Decisão					Score
	Relevância na Estratégia da Companhia	Complexidade de Resolução	Tempo de Duração do Projeto	Valor do Benefício Financeiro	Impacto na Satisfação do Cliente	
	30%	15%	15%	20%	20%	
1 RECUSA DO SISTEMA AO LANÇAMENTO DE OP.COM PART NUMBER CADASTRADO EM OUTRO POSTO DE SOLDA	9	9	9	1	9	7,4
2 FALTA DE DEFESA ADEQUADA DA REQUISIÇÃO	1	1	9	1	3	2,6
3 AUSÊNCIA DE DISPOSITIVO / PROCESSO QUE ATENUE ERROS HUMANOS	9	3	9	1	9	6,5
4 ALTA COMPLEXIDADE / DEMORA NO PROCESSO	3	3	9	1	3	3,5
5 CULTURA DO "ENTREGAR É MAIS IMPORTANTE QUE ENTREGAR CORRETO"	9	3	9	1	9	6,5
6 AUSÊNCIA DE TREINAMENTOS PRÉ PREPARADOS	9	9	9	1	9	7,4
7 DESBALANCEAMENTO DE QUANTIDADE DE OPERADORES ENTRE SETORES	9	1	9	1	3	5
8 CULTURA DE SUPERVALORIZAÇÃO DA ENTREGA A QUALQUER CUSTO	9	9	9	1	9	7,4
9 AUSÊNCIA DE DEFINIÇÃO DE MÉTODO PRÉ DEFINIDO DE VERIFICAÇÃO	9	9	9	1	9	7,4
10 ERA O DESENHO DA CONTROLADORIA	9	9	9	1	9	7,4
11 FALTA TRAVA NO SISTEMA GESTÃO MAGIUS	9	9	9	1	9	7,4

FONTE: O Autor (2023)

As causas com notas destacadas em verde foram as escolhidas para serem resolvidas devido à maior relevância no atingimento da meta. Em caso da meta ser 100%, todas as causas e focos precisariam ser estudados, porém como geralmente o objetivo é mais realista, e o tempo curto nas empresas capitalistas, se faz necessária a administração dos recursos via estudos de priorização.

4.3.4 Comprovação das Causas

Apesar do levantamento das causas ter sido feito em parceria com a empresa, é necessário que se comprovem, para que se possa ter a certeza de estar corrigindo problemas reais.

Seguem abaixo evidências das causas priorizadas, bem como comprovações de correlação das mesmas aos focos principais.

FOCO	FALHA NO INÍCIO DA OP
CAUSA	NÃO HAVIA PROCEDIMENTO PADRÃO QUE DEFINIA INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS PARA O CADASTRO COMPLETO

EVIDÊNCIA DA CAUSA

O print mostra o motivo da Falha no Início da OP, comprovando que a mesma ocorreu em decorrência de "Grupo de Máquina Não Cadastrado" (tentativa de lançamento de OP em posto de solda diferente do mencionado no cadastro do part number).

FIGURA 5 – EVIDÊNCIA FALHA NO INÍCIO DA OP

1007020

BOLDA MANUAL EXTRA PES CS17

Status de Recurso

FALHA NO INÍCIO DA OP

Tempo Decorrido

0:23:15

Detalhe de Status

GRUPO MÁQUINA N. CADASTRADO

Ordem de Produção

Operação

Ferramental

Quantidade Prevista

Quantidade Boa

Quantidade Refugo

Retrabalho

Ordens de Produção

Operador Principal

Usuário padrão do DCM

Turma Atual

TURNO 2

Múltiplas Ordens Habilitado

Sim

Equipe Padrão

0

Equipe Atual

0

Operando em Múltiplas Ordens

Não

Status de Recurso-Comentário

OP COM SOLDA MANUAL PESADA

FONTE: O Autor (2023)

PROVA DE CORRELAÇÃO DA CAUSA COM O FOCO

Extrato de Paradas Não Planejadas constando problema de "Grupo de Máquina Não Cadastrado".

FIGURA 6 – EVIDÊNCIA GRUPO DE MÁQUINA NÃO CADASTRADO

	Novo Status Recurso	Novo Classificação	Início	Tempo Decorri	Nome Detalhe
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	03/01/2023 15:14:39	00:16:17	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	06/01/2023 21:03:57	00:41:00	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	09/01/2023 10:10:30	02:06:17	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	09/01/2023 13:23:32	00:21:52	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	09/01/2023 14:39:10	00:20:50	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	10/01/2023 10:12:58	02:03:35	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	10/01/2023 17:22:33	00:07:33	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	12/01/2023 8:17:51	03:21:24	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	12/01/2023 16:24:46	00:09:40	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	17/01/2023 9:05:20	01:39:36	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	17/01/2023 10:44:56	00:00:56	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 0:10:34	01:34:26	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 3:25:12	02:24:48	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 6:33:43	01:59:45	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 10:56:38	00:04:16	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 17:08:25	00:14:48	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 20:34:23	00:21:14	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 21:24:45	01:55:15	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	25/01/2023 15:07:46	01:00:47	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	25/01/2023 22:10:44	01:09:16	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	26/01/2023 13:23:39	01:26:21	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	26/01/2023 17:05:04	01:12:19	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	26/01/2023 18:21:53	00:27:35	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	27/01/2023 13:23:06	00:14:35	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	27/01/2023 13:47:42	00:29:27	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	27/01/2023 16:00:18	00:21:17	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	27/01/2023 16:35:52	02:07:55	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	31/01/2023 0:31:15	00:32:55	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	31/01/2023 17:57:37	01:22:23	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	31/01/2023 20:23:07	02:56:53	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	03/02/2023 15:00:53	00:21:37	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	16/02/2023 9:14:34	00:54:20	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	21/02/2023 15:01:39	00:01:27	OP NÃO CONSTA SISTEMA

FONTE: O Autor (2023)

FIGURA 7 – EVIDÊNCIA GRUPO DE MÁQUINA NÃO CADASTRADO

Status proposto	Situações de uso
Falha no início da OP	Grupo de maquina não cadastrado OP sem operação alternativa cadastrada Velocidade padrão não cadastrado OP não consta no sistema

FONTE: O Autor (2023)

FOCO FALHA NO INÍCIO DA OP
 REPORTE DE FINALIZAÇÃO DE OP EM ETAPA DE SOLDA PELO PCP
 CAUSA PARA LIBERAR ITENS EM EXPEDIÇÃO

EVIDÊNCIA DA CAUSA

Print sistêmico mostrando a recusa de lançamento de OP pelo Soldador devido a reporte de finalização da mesma.

FIGURA 8 – EVIDÊNCIA OP FINALIZADA

Data:	18/07/2023	Recurso:	1007012					
Turno:	Selecionar							
Disponibilidade	Meta:	Atual:						
Status	Início	Fim	Tempo Decorrido	%	Código	Detalhe	Nome Detalhe	Comentário
FORA DE TURNO	15:00:00	16:53:15	01:53:15	100	25	253	FALTA DE PROGRAMAÇÃO	
FALHA NO INÍCIO DA OP	16:53:15	16:53:27	00:00:12	0	12	122	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA	OP 554985 JÁ APONTADA E FINALIZADA

FONTE: Autor (2023)

PROVA DE CORRELAÇÃO DA CAUSA COM O FOCO

Lista de Paradas Não Planejadas por "Falha no Início da OP" extraída do Sistema na qual é possível ver que o item "OP s/ Operação Alternativa" consta como causador.

FIGURA 9 – EVIDÊNCIA FALHA NO INÍCIO DA OP

	Novo Status Recurso	Novo Classificação	Início	Tempo Decorri	Nome Detalhe
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	03/01/2023 15:14:39	00:16:17	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	06/01/2023 21:03:57	00:41:00	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	09/01/2023 10:10:30	02:06:17	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	09/01/2023 13:23:32	00:21:52	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	09/01/2023 14:39:10	00:20:50	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	10/01/2023 10:12:58	02:03:35	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	10/01/2023 17:22:33	00:07:33	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	12/01/2023 8:17:51	03:21:24	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	12/01/2023 16:24:46	00:09:40	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	17/01/2023 9:05:20	01:39:36	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	17/01/2023 10:44:56	00:00:56	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 0:10:34	01:34:26	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 3:25:12	02:24:48	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 6:33:43	01:59:45	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 10:56:38	00:04:16	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 17:08:25	00:14:48	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 20:34:23	00:21:14	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 21:24:45	01:55:15	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	25/01/2023 15:07:46	01:00:47	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	25/01/2023 22:10:44	01:09:16	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	26/01/2023 13:23:39	01:26:21	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	26/01/2023 17:05:04	01:12:19	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	26/01/2023 18:21:53	00:27:35	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	27/01/2023 13:23:06	00:14:35	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	27/01/2023 13:47:42	00:29:27	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	27/01/2023 16:00:18	00:21:17	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	27/01/2023 16:35:52	02:07:55	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	31/01/2023 0:31:15	00:32:55	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	31/01/2023 17:57:37	01:22:23	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	31/01/2023 20:23:07	02:56:53	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	03/02/2023 15:00:53	00:21:37	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	16/02/2023 9:14:34	00:54:20	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	21/02/2023 15:01:39	00:01:27	OP NÃO CONSTA SISTEMA

FONTE: O Autor (2023)

QUADRO 6 – EVIDÊNCIA ESTRATIFICAÇÃO FALHA NO INÍCIO DA OP

Novo Status Recurso		Falha no Início da OP	
Rótulos de Linha		Contagem de Nome Detalhe	Soma de Tempo Decorrido [hr]
GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO		60,61%	58,09%
OP NÃO CONSTA SISTEMA		24,24%	24,10%
OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA		15,15%	17,81%
Total Geral		100,00%	100,00%

FONTE: O Autor (2023)

FOCO FALHA NO INÍCIO DA OP
CAUSA DESENHO DA CONTROLADORIA

EVIDÊNCIA DA CAUSA

Print que evidencia a recusa do sistema ao lançamento de OP em posto de solda diferente do cadastrado.

FIGURA 10 – EVIDÊNCIA DESENHO DA CONTROLADORIA

Visão de Recurso	Consulta de Recurso	Disponibilidade	Performance	Qualidade	Sumarização de Tempos	J2031		
Data:	18/07/2023	Recurso: 1007020						
Turno:	Selecionar							
Disponibilidade	Meta:	Atual:						
Status	Início	Fim	Tempo Decorrido	%	Código	Detalhe	Nome Detalhe	Comentário
LIMP. E ORG. POSTO DE TRABALHO	15:00:00	15:43:13	00:43:13	43.43	16			
FORA DE TURNO	15:43:13	16:14:40	00:31:27	31.31	25	252	TURNO NÃO PROGRAMADO	
FALHA NO INICIO DA OP	16:14:40	16:36:50	00:22:10	22.22	12	121	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO	
FALHA NO INICIO DA OP	16:36:50	16:39:54	00:03:04	3.03	12	121	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO	OP COM SOLDA MANUAL PESADA

FONTE: O Autor (2023)

PROVA DE CORRELAÇÃO DA CAUSA COM O FOCO

Lista de Paradas Não Planejadas por "Falha no Início da OP" extraída do Sistema na qual é possível ver que o item "Grupo Máquina Ñ Cadastrado" consta como causador.

FIGURA 11 – EVIDÊNCIA GRUPO DE MÁQUINA NÃO CADASTRADO

	Novo Status Recurso	Novo Classificação	Início	Tempo Decorri	Nome Detalhe
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	03/01/2023 15:14:39	00:16:17	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	06/01/2023 21:03:57	00:41:00	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	09/01/2023 10:10:30	02:06:17	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	09/01/2023 13:23:32	00:21:52	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	09/01/2023 14:39:10	00:20:50	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	10/01/2023 10:12:58	02:03:35	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	10/01/2023 17:22:33	00:07:33	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	12/01/2023 8:17:51	03:21:24	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	12/01/2023 16:24:46	00:09:40	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	17/01/2023 9:05:20	01:39:36	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	17/01/2023 10:44:56	00:00:56	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 0:10:34	01:34:26	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 3:25:12	02:24:48	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 6:33:43	01:59:45	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 10:56:38	00:04:16	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 17:08:25	00:14:48	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 20:34:23	00:21:14	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	18/01/2023 21:24:45	01:55:15	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	25/01/2023 15:07:46	01:00:47	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	25/01/2023 22:10:44	01:09:16	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	26/01/2023 13:23:39	01:26:21	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	26/01/2023 17:05:04	01:12:19	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	26/01/2023 18:21:53	00:27:35	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	27/01/2023 13:23:06	00:14:35	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	27/01/2023 13:47:42	00:29:27	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	27/01/2023 16:00:18	00:21:17	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	27/01/2023 16:35:52	02:07:55	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	31/01/2023 0:31:15	00:32:55	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	31/01/2023 17:57:37	01:22:23	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	31/01/2023 20:23:07	02:56:53	OP NÃO CONSTA SISTEMA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	03/02/2023 15:00:53	00:21:37	GRUPO MÁQUINA Ñ CADASTRADO
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	16/02/2023 9:14:34	00:54:20	OP S/ OPERAÇÃO ALTERNATIVA
1007007 (LEVE CS07)	Falha no Início da OP	Parada Não Planejada	21/02/2023 15:01:39	00:01:27	OP NÃO CONSTA SISTEMA

FONTE: O Autor (2023)

FIGURA 12 – EVIDÊNCIA GRUPO DE MÁQUINA NÃO CADASTRADO

Status proposto	Situações de uso
Falha no início da OP	Grupo de maquina não cadastrado OP sem operação alternativa cadastrada Velocidade padrão não cadastrado OP não consta no sistema

FONTE: O Autor (2023)

FOCO AGUARDANDO LOGÍSTICA
CAUSA AUSÊNCIA DE TREINAMENTOS PRÉ PREPARADOS

EVIDÊNCIA DA CAUSA

Após visita à empresa, foi comunicada a ausência pelo Líder de Logística do 1º turno e pelo Supervisor de Solda, além de testemunhas do setor de Melhoria Contínua. Apesar da existência de Instruções de Trabalho, não há o inventivo ou treinamento que leve o colaborador a segui-las.

Como não se pode provar fisicamente a “falta” de algo, não há comprovação física tangível (pois seria um papel em branco). Devido a questões de compliance corporativo não foram adicionadas capturas de tela de conversas escritas.

PROVA DE CORRELAÇÃO DA CAUSA COM O FOCO

A impossibilidade de soldar kits incompletos é a principal causa de parada não planejada, ofensora da disponibilidade, cuja melhoria é a meta do projeto. Mais de 96% dos problemas que causam a Parada Não Planejada por "Aguardando Logística" ocorrem devido a erros de contagem dos operadores (que pagam os kits com peças faltantes).

QUADRO 7 – EVIDÊNCIA ESTRATIFICAÇÃO AGUARDANDO LOGÍSTICA

Novo Status Recurso	Aguardando Logística	
Rótulos de Linha	Contagem de Nome Detalhe	Soma de Tempo Decorrido [hr]
KIT INCOMPLETO	3,64%	1,51%
SEM KIT (FALTA COMPONENTE)	92,73%	95,23%
SEM OP	3,64%	3,25%
Total Geral	100,00%	100,00%

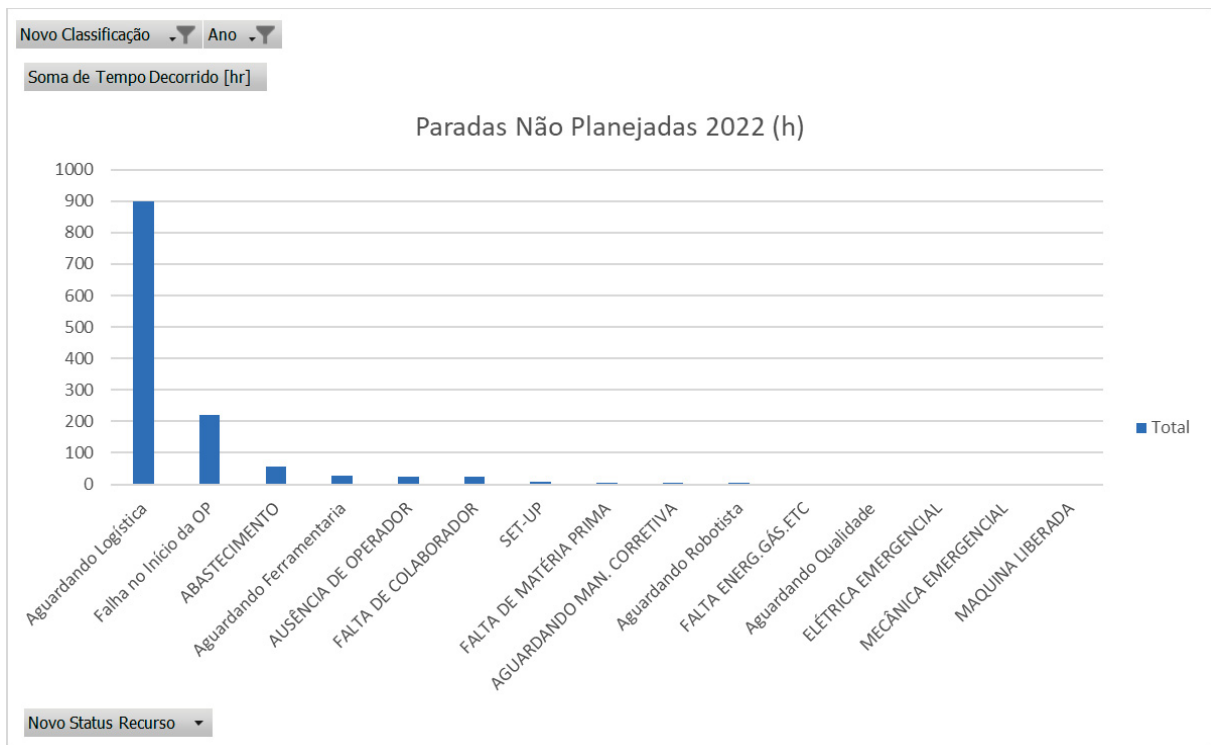
FONTE: O Autor (2023)

FOCO AGUARDANDO LOGÍSTICA
 CULTURA DE SUPERVALORIZAÇÃO DA ENTREGA A
 CAUSA QUALQUER CUSTO

EVIDÊNCIA DA CAUSA

Durante o ano de 2022, o setor de Solda ficou aprox. 900h parado em decorrência de Kits entregues com itens faltantes. A manutenção da mesma equipe Logística evidencia que o importante é pagar o kit na linha, não necessariamente pagar certo.

GRÁFICO 10 - EVIDÊNCIA ESTRATIFICAÇÃO PARADAS NÃO PLANEJADAS EM 2022



FONTE: O Autor (2023)

PROVA DE CORRELAÇÃO DA CAUSA COM O FOCO

Mais de 96% dos problemas que causam a Parada Não Planejada por "Aguardando Logística" ocorrem devido a erros de contagem dos operadores (que pagam os kits com peças faltantes). A impossibilidade de soldar kits incompletos é a principal causa de parada não planejada, ofensora da disponibilidade, cuja melhoria é a meta do projeto.

FIGURA 13 – EVIDÊNCIA SEM KIT

Status proposto	Situações de uso
Aguardando logística	Sem Kit (ex: falta de componentes disponível na vertical)
	Sem Op
	Falta de embalagem
	Falta de empilhadeira
	Kit Incompleto

FONTE: O Autor (2023)

QUADRO 8 – EVIDÊNCIA ESTRATIFICAÇÃO AGUARDANDO LOGÍSTICA

Novo Status Recurso	Aguardando Logística	
Rótulos de Linha	Contagem de Nome Detalhe	Soma de Tempo Decorrido [hr]
KIT INCOMPLETO	3,64%	1,51%
SEM KIT (FALTA COMPONENTE)	92,73%	95,23%
SEM OP	3,64%	3,25%
Total Geral	100,00%	100,00%

FONTE: O Autor (2023)

FOCO AGUARDANDO LOGÍSTICA
 AUSÊNCIA DE DEFINIÇÃO DE MÉTODO PRÉ DEFINIDO
 CAUSA DE VERIFICAÇÃO

EVIDÊNCIA DA CAUSA

O mapa de processo, construído em conjunto com a equipe da empresa e validado pela mesma, prova que não existe etapa de auto verificação de assertividade na separação dos kits (ver item 4.3.1).

PROVA DE CORRELAÇÃO DA CAUSA COM O FOCO

A impossibilidade de soldar kits incompletos é a principal causa de parada não planejada, ofensora da disponibilidade, cuja melhoria é a meta do projeto. Mais de 96% dos problemas que causam a Parada Não Planejada por "Aguardando Logística" ocorrem devido a erros de contagem dos operadores (que pagam os kits com peças faltantes).

FIGURA 14 – EVIDÊNCIA KIT INCOMPLETO

Status proposto	Situações de uso
Aguardando logística	Sem Kit (ex: falta de componentes disponível na vertical) Sem Op Falta de embalagem Falta de empilhadeira Kit Incompleto

FONTE: O Autor (2023)

QUADRO 9 – EVIDÊNCIA ESTRATIFICAÇÃO AGUARDANDO LOGÍSTICA

Novo Status Recurso	Aguardando Logística	
Rótulos de Linha	Contagem de Nome Detalhe	Soma de Tempo Decorrido [hr]
KIT INCOMPLETO	3,64%	1,51%
SEM KIT (FALTA COMPONENTE)	92,73%	95,23%
SEM OP	3,64%	3,25%
Total Geral	100,00%	100,00%

FONTE: O Autor (2023)

PROVA DE CORRELAÇÃO DA CAUSA COM O FOCO

A impossibilidade de soldar kits incompletos é a principal causa de parada não planejada, ofensora da disponibilidade, cuja melhoria é a meta do projeto. Mais de 96% dos problemas que causam a Parada Não Planejada por "Aguardando Logística" ocorrem devido a erros de contagem dos operadores (que pagam os kits com peças faltantes).

FIGURA 15 – EVIDÊNCIA KIT INCOMPLETO

Status proposto	Situações de uso
Aguardando logística	Sem Kit (ex: falta de componentes disponível na vertical) Sem Op Falta de embalagem Falta de empilhadeira Kit Incompleto

FONTE: O Autor (2023)

QUADRO 10 – EVIDÊNCIA ESTRATIFICAÇÃO AGUARDANDO LOGÍSTICA

Novo Status Recurso	Aguardando Logística	
Rótulos de Linha	Contagem de Nome Detalhe	Soma de Tempo Decorrido [hr]
KIT INCOMPLETO	3,64%	1,51%
SEM KIT (FALTA COMPONENTE)	92,73%	95,23%
SEM OP	3,64%	3,25%
Total Geral	100,00%	100,00%

FONTE: O Autor (2023)

4.4 ETAPA MELHORAR

Após a definição do problema a ser resolvido, medição dos dados e análise de causas, foram elencadas possíveis soluções para o problema, bem como suas aplicações e testes.

4.4.1 Desenvolvimento das Soluções

Como primeiro passo, foi feito um novo Brainstorming entre empresa e equipe UFPR via Design Thinking visando extrair as melhores ideias de erradicação (ou atenuação) das causas geradoras dos focos “Aguardando Logística” e “Falha no Início da OP”.

É salutar entender que o tempo da universidade não necessariamente se encaixa no tempo de uma empresa, portanto a empresa decidiu por motivos internos (orçamento anual e disponibilidade de mão de obra) postergar a implementação de algumas soluções, o que impossibilitou a experiência completa das etapas Improve (Melhorar) e Control (Controlar).

Como forma de classificar a importância de cada solução na melhoria do processo, foi proposto um nível de impacto (disponível na legenda).

QUADRO 11 – EFICÁCIA DA AÇÕES

Nível	Descrição	Exemplo
6	Eliminar a operação	Projetar a necessidade de fazê-la, avaliar o que precisa para ela não existir
5	Eliminar o Elemento Humano	Mecanizar a operação
4	Torná-la difícil para fazê-la da maneira errada	A prova de erros – Poka Yoke
3	Constantemente lembrá-los "num relance" da maneira correta	Gestão Visual - marcação, sinalização, marcações de piso
2	Verifique que a pessoa tenha se lembrado de fazê-lo da maneira correta	Realizar uma auditoria, checklists
1	Lembrar a pessoa do caminho para fazer a verificação corretamente	LPP, Instrução de Trabalho, Disciplina, Retreinamento

FONTE: O Autor (2023)

A lista a seguir exprime as melhores soluções propostas (mais viáveis de serem executadas e com melhor impacto, além de criação de legado para replicação).

QUADRO 12 – SOLUÇÕES PROPOSTAS

Foco	Causa Fundamental	Solução selecionada a ser implantada	Atividade	Nível
Falha no Início da OP	Ausência de procedimento padrão para cadastro de part numbers	Criação de procedimento.	Definir em grupo os passos ideais para o correto preenchimento das informações cadastrais.	1
			Escrever o procedimento operacional no padrão Magius, detalhando as boas práticas durante a criação e revisão de part numbers.	
		Aplicação de treinamento aos operadores (com definição de reciclagem).	Testar e validar a utilização do procedimento operacional, por um operador leigo na função.	
Publicar e disponibilizar o procedimento operacional.				
		Revisar integralmente o cadastro das peças soldadas no Posto de Solda Manual Pesada 1007007.	Realizar levantamento das peças soldadas no posto em questão. Mapear os part numbers com cadastro incorreto e / ou incompleto. Corrigir e / ou completar informações cadastradas incorretamente.	4
Falha no Início da OP	Ausência de travas sistêmicas que impeçam preenchimento incompleto	Implementar travas sistêmicas e sinalização de informações essenciais a serem cadastradas para que não ocorra falha no início da OP.	Levantar campos com preenchimento obrigatório (os quais a falta causa parada não planejada por falha no início da OP).	4
			Identificar possibilidade de modificação do software por colaboradores internos.	
			Verificar custo da revisão do software (caso não haja profissionais qualificados internamente).	
			Pleitear aprovação do custo à liderança (caso haja).	
			Analisar e aprovar / reprovar pleito. Implementação da melhoria.	
Falha no Início da OP	Utilização de OPs fisicamente em etapa de solda para liberação de peças em processo de expedição	Implementar travas sistêmicas que impeçam a continuidade da OP enquanto cada etapa sequencial não estiver completa e retirar acesso de colaboradores que não deveriam ter	Levantar colaboradores que podem e os que não podem ter acesso.	4
			Identificar possibilidade de modificação do software por colaboradores internos.	
			Verificar custo da revisão do software (caso não haja profissionais qualificados internamente).	
			Pleitear aprovação do custo à liderança (caso haja).	
			Analisar e aprovar / reprovar pleito. Implementação da melhoria.	
Falha no Início da OP	Impossibilidade de soldagem em recursos diferentes	Unificação dos postos de solda em um só recurso geral (solda manual pesada, por exemplo).	Fazer solicitação à controladoria	4
			Tomada de decisão	
			Executar alteração	
Aguardando Logística	Ausência de método pré definido de verificação de qualidade na separação de kits	Utilização de balança (conectada ao sistema, de modo que trave a sequência da OP em caso de erro de peso de subcomponente).	Desenhar o fluxo do processo de trabalho	4
			Definir as alterações e cadastros necessários no sistema	
			Buscar soluções de equipamentos, junto aos fornecedores, que atendam a demanda	
			Realizar o orçamento	
			Aprovar o fluxo de trabalho e custos envolvidos	
			Compra dos equipamentos	
			Instalação dos equipamentos	
Fazer o teste de validação				
Fazer a instrução de trabalho				
			Treinar a equipe	
Aguardando Logística	Ausência de método pré definido de verificação de qualidade na separação de kits	Receber os subcomponentes classificados como minuterias já separados em sets pelo fornecedor, de 50 em 50, 100 em 100, etc.	Verificar a viabilidade econômica e cláusulas contratuais	4
			Definir número ideal de componentes por pacote	
			Validar a modificação com um lote de teste	
			Alterar a instrução de trabalho	
			Treinar a equipe	
			Aprovar a demanda	
Aguardando Logística	Ausência de treinamentos e campanhas de conscientização ao time de operários logísticos (responsáveis pela separação de	Aplicação de treinamento e campanha de conscientização aos operadores (com definição de reciclagem).	Mapear o público alvo.	1
			Criação de proposta de escopo da campanha de conscientização (preparação da equipe p/ o treinamento).	
			Planejar campanha (evento, palestra, pré divulgação, brindes, etc.).	
			Criar o material de treinamento, com plano de aula, recursos visuais e avaliação de qualificação.	
			Realizar campanha (1º módulo do treinamento).	
			Aplicar o treinamento propriamente dito.	

Aguardando Logística	Supervalorização da entrega a qualquer custo	Implementar indicadores de performance.	Definir KAls e KPIs para a área de Armazém Vertical.	2
			Definir métricas e metas para os KAls e KPIs.	
			Definir formato de visualização de reporte dos KAls e KPIs.	
			Definir governança (onde será visto, discutido, escalonamentos, etc.).	
Aguardando Logística	Supervalorização da entrega a qualquer custo	Uso dos KAls e KPIs para direcionamentos estratégicos e planos de ação	Implementar obrigatoriedade de apresentação de plano de ação para os piores resultados de cada ciclo, com ações de contenção (curto prazo) e médio / longo prazo (GAP análise). O objetivo é que as ações de contorno tenham como fim a dificuldade do "fazer errado".	4
			Acompanhamento especial para operadores com menor nível em cada indicador por ciclo (conversas semanais com o Líder e orientação dedicada para entender o porquê do baixo nível de entrega e ações de melhoria de processo junto a todo o grupo). Orienta-se não mostrar estes indicadores individuais aos operadores. O objetivo é como resultado desta ação se consiga engajar o líder a aplicar a primeira ação (criação de plano de ação objetivando dificultar que os operadores executem da maneira errada).	
			Revisão das métricas e metas anualmente, levando em conta o planejamento do próximo período, resultados anteriores para que o indicador não perca o sentido com o tempo. Discussão a ser feita com a alta liderança.	

FONTE: O Autor (2023)

4.4.2 Testes das Soluções

Como o maior impacto é oriundo do foco “Aguardando Logística” (80% dos problemas considerando-se os dois focos), foi elaborado um teste para a solução com maior visibilidade de melhoria: Instalação de Balança Pesadora/Contadora. Como existia a necessidade de investimento financeiro (ordem de R\$ 25.000,00 considerando balança, programação de comunicação entre softwares e serviços de comissionamento) foi proposto um teste gratuito para simular a utilização de tal solução envolvendo planilhas do Microsoft Excel e uma balança comum (apenas pesadora).

A seguir está relacionado o procedimento de teste:

TABELA 7 – PROCEDIMENTO PARA SIMULAÇÃO DE USO DE BALANÇA PESADORA /
CONTADORA

TESTE DE BALANÇA PARA ERRO DE CONTAGEM DE PEÇAS

1. Definir o subcomponente para teste com base no resultado da coleta de erros de contagem da produção no Posto 1007007 – sugestão 3 subcomponentes com maior erro de contagem;
2. Coletar amostras de forma aleatória (no mínimo 30) de cada um dos 3 subcomponentes;
3. Pesquisar cada subcomponente individualmente em balança estática;
4. Registrar os dados de peso da balança na planilha disponibilizada;
5. Avaliar os limites superiores e inferiores na planilha disponibilizada (tabela de limites);
6. Utilizar a tabela de limites durante a produção de 1 semana no 1º turno;
 - a. Se Aprovado – enviar o kit
 - b. Se Reprovado – recontagem
 - i. Contagem certa? – enviar o kit
 - ii. Contagem errada? – Corrigir e repetir a pesagem
7. Registrar a quantidade de kits que chegaram com algum dos 3 subcomponentes testados em quantidade incorreta.

FONTE: O Autor (2023)

A planilha calculava automaticamente o desvio padrão e os limites superiores e inferiores de cada componente, comparando os limites ao valor declarado pelo operador, deixando claro ao mesmo se o peso medido era correto para a quantidade de peças previamente informada. Em caso de erro (para mais ou para menos, nos limites do erro padrão propagado à quantidade de peças declarada), o operador era orientado pela planilha a recontar as peças. Além da parcela que coube ao operador de logística, foi necessário que o Soldador relatasse oficialmente o estado de recebimento do kit (se estava de acordo com a ordem de produção ou não).

Devido à necessidade de manutenção corretiva na balança pesadora da empresa, não foi possível realizar o teste, entretanto o mesmo foi proposto à empresa, que o julgou relevante e informou que o realizaria em momento oportuno, antes da implementação da compra da balança pesadora/contadora.

A seguir prévia da planilha (preenchida com valores fictícios para ilustração do método).

TABELA 8 – SIMULAÇÃO TESTE DA BALANÇA DE SUBCOMPONENTE

	Subcomponente A	Subcomponente B	Subcomponente C
Peso Especificado pelo fornecedor (g)	100	450	2350
Peso Amostra 1	101	432	2428
Peso Amostra 2	101	424	2341
Peso Amostra 3	100	413	2360
Peso Amostra 4	102	400	2372
Peso Amostra 5	103	392	2375
Peso Amostra 6	100	376	2479
Peso Amostra 7	96	372	2556
Peso Amostra 8	92	357	2438
Peso Amostra 9	92	350	2433
Peso Amostra 10	92	367	2553
Peso Amostra 11	93	363	2603
Peso Amostra 12	90	360	2724
Peso Amostra 13	87	346	2686
Peso Amostra 14	85	351	2660
Peso Amostra 15	85	351	2647
Peso Amostra 16	86	338	2645
Peso Amostra 17	83	334	2598
Peso Amostra 18	81	350	2568
Peso Amostra 19	81	348	2506
Peso Amostra 20	85	346	2479
Peso Amostra 21	85	357	2529
Peso Amostra 22	85	357	2633
Peso Amostra 23	83	342	2665
Peso Amostra 24	79	344	2542
Peso Amostra 25	80	346	2642
Peso Amostra 26	77	351	2692
Peso Amostra 27	75	347	2648
Peso Amostra 28	74	339	2608
Peso Amostra 29	73	332	2666
Peso Amostra 30	71	333	2751
Desvio Padrão	9,44	30,53	120,49
Limite Inferior	76,38	325,49	2422,33
Limite Superior	98,08	395,71	2699,47

FONTE: O Autor (2023)

TABELA 9 – SIMULAÇÃO TESTE DA BALANÇA DE SUBCOMPONENTE A

A	B	C	D	E	F
Data	Nº da OP	Quantidade de Peças	Peso das Peças (g)	Resultado	Chegou na Quantidade Correta na Solda?
07/jul	6457746	30	2383,12	Aprovado	Sim
08/jul	9894964	21	1668,18	Aprovado	Sim
08/jul	7764029	33	2621,43	Aprovado	Sim
08/jul	9989222	56	4448,49	Aprovado	Sim
10/jul	1626189	71	5640,05	Aprovado	Sim
10/jul	8772244	45	4812,07	Reprovado	Não
10/jul	8772244	45	3574,68	Aprovado	Sim
13/jul	9614154	20	1588,75	Aprovado	Sim
13/jul	3753802	40	3177,49	Aprovado	Sim
13/jul	1393337	60	4766,24	Aprovado	Sim
14/jul	5856303	10	794,37	Aprovado	Sim
14/jul	3613516	30	2383,12	Aprovado	Sim
14/jul	9332462	45	3574,68	Aprovado	Sim
15/jul	7599771	60	4766,24	Aprovado	Sim
15/jul	5176151	200	15887,46	Aprovado	Sim
15/jul	3334431	100	7943,73	Aprovado	Sim

FONTE: O Autor (2023)

4.4.3 Implementação das Soluções

Conforme mencionado, a vida fora da universidade possui inúmeras particularidades que impedem a vivência de todas as etapas do DMAIC em sua plenitude. De qualquer forma, neste caso a empresa reconheceu a viabilidade das soluções porém optou unilateralmente por não desenvolvê-las em tempo hábil para encerramento do projeto Black Belt. Houve a promessa de implementação futura, até mesmo com participação da equipe em caso de requisição.

4.4.4 Alcance das Metas

Devido ao fato das melhorias não terem sido implementadas por completo, houve a impossibilidade de cálculo da nova Disponibilidade pós projeto estratificada por causas. De qualquer modo, a Disponibilidade geral ao fim do projeto já estava acima da meta prevista, 80%. A equipe finalizou o ciclo do Improve com a certeza de impacto positivo na empresa, deixando um legado de replicação de ideias (pois os mesmos setores de Logística e Engenharia alimentam diversas outras linhas de produção, com erros similares).

4.5 ETAPA CONTROLAR

Após a implementação de melhorias, é preciso que as mesmas sejam controladas, para que tenham a eficácia garantida ao longo do tempo. Caso contrário se perderiam facilmente devido à cultura da empresa. Esta etapa teve o foco em criar medidas de controle de fixação das soluções.

4.5.1 Criação de Padrões

Para a correta continuidade das soluções ao longo do tempo foram criadas as seguintes medidas.

FOCO
SOLUÇÃO

Aguardando Logística
Aplicação de Treinamentos

Lição Ponto a Ponto para garantia de fixação de conhecimento por operadores em treinamentos.

FIGURA 16 – LIÇÃO PONTO A PONTO

		Nº:	
	LPP - LIÇÃO PONTO A PONTO	DATA:	
TEMA:			
CLASSIFICAÇÃO:	<input type="checkbox"/> Conhecimento Básico	<input type="checkbox"/> Melhorias	<input type="checkbox"/> Qualidade
	<input type="checkbox"/> Problemas	<input type="checkbox"/> HSE	
Descrição:			
Aprovado por:			
Participantes:			

FONTE: O Autor (2023)

FIGURA 17 – PLANO DE AULA PARA O TREINAMENTO DO DEPARTAMENTO LOGÍSTICO

PLANO DE TREINAMENTO

Data Sugerida: Entre 10/07 e 21/07/2023
Dados de Identificação: Treinador: Supervisor de Logística Público-alvo: Time Operacional da área Armazém Vertical dos 3 turnos Nome do Treinamento: Separação de Kits com Qualidade e seus Impactos Duração do Treinamento: 1 a 2 horas
Tema: - Separação de Kits para Solda
Objetivos: Objetivo geral: Ensinar o procedimento correto para Separação de Kits do Armazém Vertical para os postos de Solda Objetivos específicos: Conscientizar sobre o impacto da separação incorreta de kits; Treinar o time na forma correta de separação dos kits.
Conteúdo: 1 – Objetivo 2 - A importância de separar os Kits Corretamente 3 – O impacto da separação incorreta dos Kits na Cadeia de Produção (com dados e custos) 4 – Como é o jeito errado de contar os kits 5 – Como é o jeito correto de contar os kits 6 – O que fazer quando identificar que uma contagem foi errada ou quando receber uma devolução de kit 7 – Conclusão/ Dúvidas
Recursos didáticos: Power Point, Fotos, Dados com exemplos Reais, Depoimentos, Roda de discussão.
Avaliação: (Formato 10– 20 – 70) 10%: Prova para avaliação teórica com 5 a 10 perguntas objetivas com o tema do treinamento 20%: Realização da atividade sob supervisão com liberação para executar sozinho 70%: Prática diária com feedbacks.

FONTE: O Autor (2023)

FOCO

Aguardando Logística

Utilização de balança (conectada ao sistema, de modo que trave a sequência da OP em caso de erro de peso de subcomponente).

SOLUÇÃO

Inclusão de processo de certificação de calibração das balanças pesadoras/contadoras.

FIGURA 18 – CERTIFICAÇÃO DE CALIBRAÇÃO DE BALANÇA

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO No.

Data da Calibração:

1-CARACTERÍSTICA DO INSTRUMENTO CALIBRADO

Descrição: **BALANCA**
 Marca: _____ Modelo: _____ N° Série: _____

2-INFORMAÇÕES FORNECIDAS PELO CLIENTE

Identificação do Instrumento: _____
 Setor: _____ Periodicidade: _____
 Usuário: _____ Validade da Calibração: _____

3-CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Temperatura: °C Umidade: % UR

4-PROCEDIMENTO INTERNO DE CALIBRAÇÃO

Procedimento de Referência: _____ Revisão: _____

Foram posicionadas massas padrão sobre o equipamento, a qual se realizou três ciclos de medição do ponto inicial ao final, confrontando a indicação do instrumento contra os valores das massas padrão.

5-PADRÃO(ÕES) UTILIZADO(S) NA CALIBRAÇÃO

Descrição:	Identificação Metrotec:
Lab. Executor da calibração:	
No. do Certificado de Calibração:	Data de Validade:

Descrição:	Identificação Metrotec:
Lab. Executor da calibração:	
No. do Certificado de Calibração:	Data de Validade:

FONTE: O Autor (2023)











FOCO

Ausência de Indicadores de Performance
 Implementação de KPIs para controle da qualidade das entregas, focando na manutenção da melhoria obtida pós projeto

SOLUÇÃO

Como forma de utilização dos KPIs criados, foi proposto um modelo de acompanhamento e plano de ação. Abaixo estão disponíveis os Indicadores propostos para a área de Logística bem como suas fórmulas de cálculo, métricas e ações de contingência em caso de problemas.

FIGURA 19 – KPIs / KAIs

KPIs / KAIs	Fontes	Fórmula	Métrica	Meta
% De Pedidos Retornados / Retrabalhados	Base de Dados alimentada via Cliente interno (próxima operação); * Lista de OPs que tiveram Parada Não Planejada por Aguardando Logística, estratificando motivo declarado por Cliente interno); * Lista Total de OPs.	$\% \text{ Retrabalho} = \frac{\text{Total de OPs Retornadas}}{\text{Total de OPs Pagas}}$	 	A ser definida pela empresa após 3 ciclos de coleta de dados
% Kits Pagos Incompletos (Setor)	Base de Dados alimentada via Cliente interno (próxima operação); * Lista de OPs que tiveram Parada Não Planejada por Aguardando Logística, estratificando motivo declarado por Cliente interno (filtrando apenas Kits pagos incompletos); * Lista Total de OPs.	$\% \text{ Retrabalho} = \frac{\text{Total de OPs Pagas Incompletas}}{\text{Total de OPs Pagas}}$	 	A ser definida pela empresa após 3 ciclos de coleta de dados
% Kits Pagos Incorretos (Setor)	Base de Dados alimentada via Cliente interno (próxima operação); * Lista de OPs que tiveram Parada Não Planejada por Aguardando Logística, estratificando motivo declarado por Cliente interno (filtrando apenas Kits pagos incorretos); * Lista Total de OPs.	$\% \text{ Retrabalho} = \frac{\text{Total de OPs Pagas Incorretas}}{\text{Total de OPs Pagas}}$	 	A ser definida pela empresa após 3 ciclos de coleta de dados
% Kits Pagos c/ Sobras (Setor)	Base de Dados alimentada via Cliente interno (próxima operação); * Lista de OPs que tiveram Parada Não Planejada por Aguardando Logística, estratificando motivo declarado por Cliente interno (filtrando apenas Kits pagos sobrando); * Lista Total de OPs.	$\% \text{ Retrabalho} = \frac{\text{Total de OPs Pagas Sobrando}}{\text{Total de OPs Pagas}}$	 	A ser definida pela empresa após 3 ciclos de coleta de dados
Quantidade de Kits Pagos c/ Erro (por Operador)	Base de Dados alimentada via Cliente interno (próxima operação); * Lista de OPs que tiveram Parada Não Planejada por Aguardando Logística; * Lista Total de OPs; * Lista de Ops vs Colaborador responsável pela separação.	$\% \text{ Retrabalho} = \frac{\text{Total de OPs Retornadas}^*}{\text{Total de OPs Pagas}^*}$ * Por Operador	 	A ser definida pela empresa após 3 ciclos de coleta de dados

FONTE: O Autor (2023)

4.5.2 Ações regulares de contingência

Implementar obrigatoriedade de apresentação de plano de ação para os piores resultados de cada ciclo, com ações de contenção (curto prazo) e médio /

longo prazo (GAP análise). O objetivo é que as ações de contorno tenham como fim a barreira ao "fazer errado".

Acompanhamento especial para operadores com menor nível em cada indicador por ciclo (conversas semanais com o Líder e orientação dedicada para entender o porquê do baixo nível de entrega e ações de melhoria de processo junto a todo o grupo). Orienta-se não mostrar estes indicadores individuais aos operadores. O objetivo é como resultado desta ação se consiga engajar o líder a aplicar a primeira ação (criação de plano de ação objetivando dificultar que os operadores executem da maneira errada).

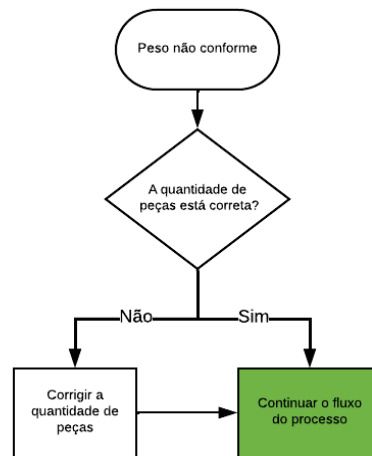
Revisão das métricas e metas anualmente, levando em conta o planejamento do próximo período, resultados anteriores para que o indicador não perca o sentido com o tempo. Discussão a ser feita com a alta liderança.

4.5.3 OCAP

O Out Of Control Action Plan, ou OCAP, pode ser encarado como um método de facilitar a identificação de problemas recorrentes que ameaçam o bom funcionamento de um processo. Basicamente, é constituído de um fluxograma ou passos a serem seguidos depois de um acontecimento que ativa o plano de ação.

Para a continuidade de baixos índices de Parada Não Planejada em decorrência do erro "Aguardando Logística", em foi proposto um OCAP que agilizasse a sequência de ações a serem seguidas em caso de falha indicada pela solução da Balança Pesadora / Contadora, conforme segue.

FIGURA 20 – OCAP



FONTE: O Autor (2023)

4.5.4 Carta de Implementação de Ações Posteriormente ao Prazo da UFPR

Conforme informado no item 4.4.4, a empresa reconheceu a aplicação de todas as etapas possíveis do método DMAIC juntamente à equipe, porém optou por implementar as ações de melhoria em momento posterior ao prazo limite de entrega do trabalho à universidade.

A seguir pode ser vista mensagem oficialmente enviada pelo Gerente de Melhoria Contínua da empresa, R. S., que atuou como orientador do Champion, Analista de Melhoria Contínua, L. O., atestando a veracidade do projeto e decisão unilateral de concretizar as melhorias após o fim do projeto Black Belt. Devido ao anonimato da empresa, por questões de compliance, foram retirados nomes e logomarcas que pudessem relacionar o remetente à empresa.

“O grupo de alunos da UFPR, Allan Nery, Jacqueline Mussi e Jenifer de Souza, desenvolveram um estudo no setor de solda manual pesada, com o objetivo de aumentar a disponibilidade do posto de solda 1001007, que servirá de base para replicação para outros postos de solda manual.

O trabalho foi realizado em conjunto com a equipe da empresa, nas diversas especialidades que se mostraram envolvidas com o problema.

Ao fim da minuciosa análise foi elaborado um plano, aprovado pela organização, com ações que poderiam ser imediatas e ações que necessitam de

uma organização mais detalhada por parte da empresa, por conterem aquisições e modificações no sistema de gestão. Por esse motivo a empresa necessita de um período maior para dar início às ações recomendadas pela equipe do projeto, sendo possível a sua implantação em outro momento, além do requerido pela universidade para entrega dos resultados.

O trabalho realizado apresentou robustez, com análises bem fundamentadas, indicando a viabilidade das ações e expectativa de retorno financeiro para a empresa.

Agradecemos aos alunos a dedicação na busca por resultados positivos e a instituição de ensino pela colaboração com o desenvolvimento de melhores práticas na empresa.”

R. S., Gerente de Melhoria Contínua (mensagem de 17/08/2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método se mostrou eficaz para a identificação do problema e correção das causas fundamentais para a melhora do processo. A análise completa nos conduziu para a identificação de desvios no processo fora do posto onde o problema manifestava seus impactos. A correção dessas anormalidades nos processos trará resultados não apenas para o posto de solda manual, mas para outros setores da empresa que são alimentados pelos locais com falhas críticas, levando a abrangência do projeto para além do alcance original, tornando o retorno financeiro ainda mais atrativo do que o levantado originalmente pela equipe, pois os processos a serem corrigidos são alimentadores de muitas áreas/especialidades de produção.

A empresa aprovou o plano de ação proposto pela equipe, porém não pode ser implementado integralmente, pois o cronograma da empresa prevê o início de algumas correções apontadas pela equipe para além do prazo de entrega da documentação para conclusão do curso de especialização.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Foram priorizadas ações com pouco grau de investimento nessa fase do projeto, visto que a organização primária dessas áreas já os colocava na meta

determinada pela empresa. Para o próximo nível de estudo, recomendamos uma abordagem com maior nível de automação e mecanização, pois esse tipo de ação tende a levar o resultado a um maior índice de efetividade para correção das falhas.

REFERÊNCIAS

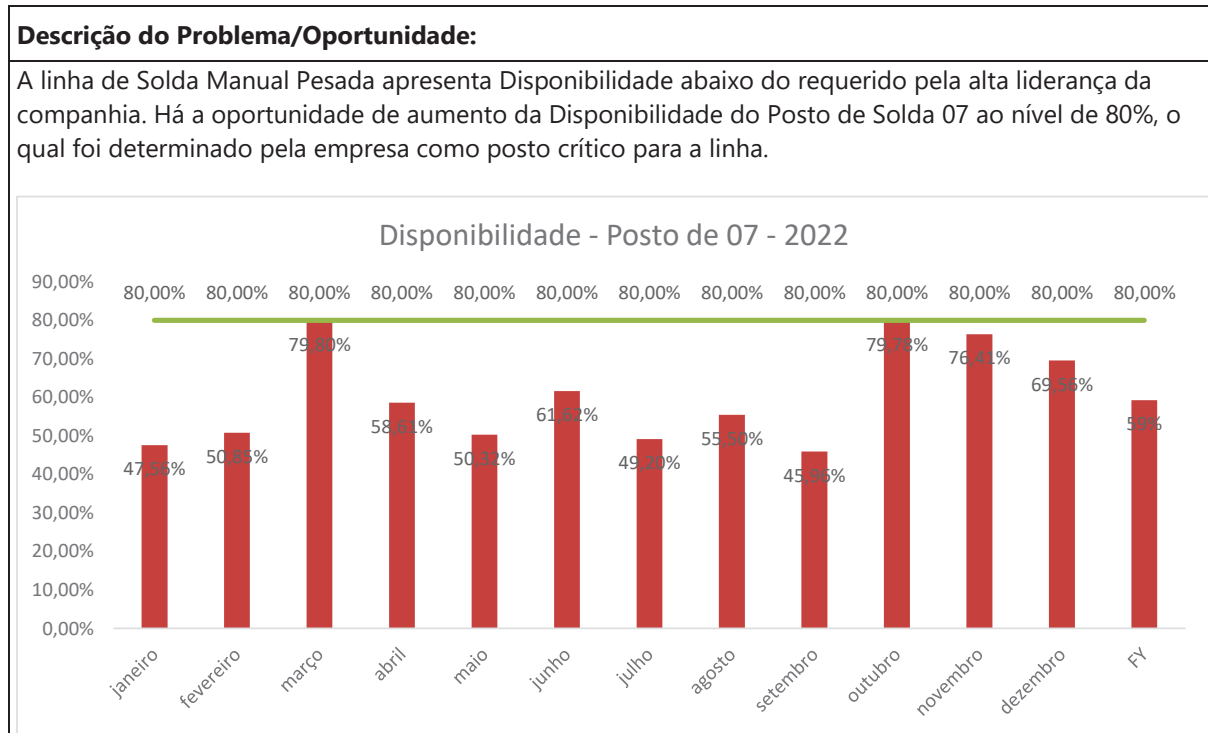
- ARANTES, Caio Rezende. Considerações sobre a Metodologia DMAIC em Projetos Lean Seis Sigma: uma revisão bibliográfica / Lorena: 2014.
- BARBOSA, L. A. et al. "Metodologia DMAIC aplicada à solução de problemas em uma planta petroquímica". *Espacios*, v. 36, n. 14, p. 1, 2015.
- BRITO, Leonardo Nunes de. Implementação de algoritmo de predição de disponibilidade e performance aplicado à Indústria 4.0. Universidade Federal de Santa Catarina. 2022, 65p.
- WERKEMA, Cristina. Lean Seis Sigma: Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012

ANEXO 1 – BUSINESS CASE



Business Case

Champion Responsável:	
Candidatos: 1- Allan Nery 2- Jenifer de Souza 3- Jacqueline Mussi	Projeto n°:
Empresa:	
Título do Projeto: Aumento de Disponibilidade em Linha de Solda Manual Pesada	
Prazo do Projeto: <input checked="" type="checkbox"/> Médio Prazo <input type="checkbox"/> Longo Prazo	
Data de Elaboração do Business Case: 27/01/2023	Revisão:



Meta Geral:

Alcançar 80% de disponibilidade no Posto de Solda 07.

Ganhos Resultantes da Execução do Projeto (Diretos/Indiretos):

A aplicação do método Lean 6 Sigma nesta linha aumentará o tempo efetivo em produção, evitando desperdícios na linha, como movimentação desnecessária e parada não planejada.

Possíveis Limitações:

Mudanças de prioridade da alta direção da empresa durante a execução do projeto;
Sistema de apontamento de dados de produção com falhas de registro hora a hora;
Restrições de acesso da equipe UFPR aos dados e à linha de produção;
Determinação errônea do problema pela empresa;
Mudanças na área no decorrer do desenvolvimento do projeto.

Recursos a Serem Providenciados:

Apoio do especialista de melhoria contínua da empresa;
Realização de reuniões online para alinhamento;
Permissão de acesso da equipe da UFPR nas dependências da empresa para mapeamento de processos, coleta de dados e treinamento de funcionários;
Dados históricos da produção;
Disponibilização de recursos humanos para acompanhamento de coletas específicas de dados relativos ao projeto.

Observações: