



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



ALISON DIEGO LOLE ZANINI
EBENEZER ALVINO VIHATH
GILBERTO GARCIA ROMEIRA JUNIOR

**ANÁLISE DOS CUSTOS DA NÃO QUALIDADE NA MONTAGEM DE
TRANSPOTES VERTICAIS NA UNIDADE DE FLORIANÓPOLIS-
SANTA CATARINA DA TK ELEVADORES (TKE)**

CURITIBA
2022

ALISON DIEGO LOLE ZANINI
EBENEZER ALVINO VIHATH
GILBERTO GARCIA ROMEIRA JUNIOR

**ANÁLISE DOS CUSTOS DA NÃO QUALIDADE NA MONTAGEM DE
TRANSPOTES VERTICAIS NA UNIDADE DE FLORIANÓPOLIS-
SANTA CATARINA DA TK ELEVADORES (TKE)**

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

Orientador: Prof. Me. Carlos Eduardo Brasil

CURITIBA
2022

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo principal a mensuração e demonstração das melhorias implantadas em uma empresa do ramo de transporte vertical, no que tange a redução dos custos devido a não qualidade, destinação correta dos recursos financeiros oriundas da falha dos processos de fabricação e implantação de procedimentos de qualidade, na operação final da cadeia produtiva (montagem de elevadores). A metodologia de trabalho utilizada foi a Six Sigma, com isso foi definido o problema central que alavancava os valores da não qualidade através de dados de filiais da região Sul, e realizado ações como, por exemplo, o desenvolvimento de procedimentos sistematizados para registro de falhas, aumento do nível de atuação e cultura de qualidade, diretamente na base de operações do *Core Business* da empresa, o qual gerou um “safe” de R\$1.580.000,00 garantindo desse modo que o projeto foi bem desenvolvido e eficiente.

Palavras-Chave: Transporte Vertical; Qualidade; Custo da não Qualidade; Montagem de Elevadores.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- FASE DEFINIR.....	10
FIGURA 2- FASE MEDIR.....	11
FIGURA 3- FASE ANALISAR.....	12
FIGURA 4- FASE MELHORAR.....	13
FIGURA 5- RESULTADO DO PROJETO	15
FIGURA 6- MAPA DE RISCO UTILIZADO	16

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	5
1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	5
1.3. JUSTIFICATIVA.....	6
1.4. HIPÓTESE.....	7
1.5. OBJETIVO	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
3. METODOLOGIA.....	9
3.1. FASE DEFINIR	9
3.2. FASE MEDIR.....	11
3.3. FASE ANALISAR.....	12
3.4. FASE MELHORAR	13
3.5. FASE CONTROLAR	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO MAPA DE RACIOCÍNIO.....	15
5. CONCLUSÕES	17
5.1. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Um elevador é um equipamento de transporte utilizado para mover bens ou pessoas verticalmente ou diagonalmente. Atualmente o meio de transporte mais seguro que existe, onde a chance de um acidente fatal no elevador é de 0,00000015% por viagem.

O primeiro elevador foi construído em Roma no século I a.C., por um engenheiro chamado Vitrúbia. Neste mesmo modelo de elevador, o mecanismo era um sistema de transporte de carga vertical composto por um conjunto de roldanas movidas por força humana (muitas vezes escrava), animal, ou água.

Em 1853, o americano Elisha Graves Otis concebe o dispositivo de segurança que entra em ação no caso de os cabos se romper.

O primeiro elevador elétrico foi construído pelo alemão Werner von Siemens em 1880, sendo o Savoy Hotel o primeiro a possuir tal equipamento.

Os elevadores mais rápidos do mundo estão, desde 2016, no Guangzhou CTF Finance Centre, uns arranha-céus em construção em Guangzhou, República Popular da China, são capazes de atingir 72,4 km/h, subindo do primeiro piso ao piso 95 em 43 segundos.

Porém antes que estes equipamentos de transporte vertical sejam colocados em funcionamento, viabilizando o transporte de usuários em edifícios comerciais, residenciais, industriais ou empreendimento unifamiliares, é necessário passar por um grande processo de fabricação, logístico e de montagem, sendo este último, o foco da nossa pesquisa e desenvolvimento do TCC.

1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O foco desse estudo é propor uma alternativa viável para reduzir o custo da não qualidade, trazendo para os níveis primários do processo de instalação de elevadores, alguns conceitos de qualidade que possam gerar uma internalização na cultura de qualidade, tornando-se algo percebida da base ao topo do processo.

Outro tópico abordado e sistematizado deste projeto é que essa redução dos custos da não qualidade seja feita de maneira confiável e segura, mantendo os ganhos obtidos no projeto como resultados estáveis, mesmo após a fase de controle. Por esse motivo, para garantir a repetibilidade e reprodutibilidade dos resultados, foi escolhida a metodologia Six Sigma.

Para o desenvolvimento desse estudo, será usada a metodologia Six Sigma como ferramenta de solução de problemas, levando em consideração como ferramenta primordial utilizada o DMAIC. O cumprimento das etapas da metodologia faz de maneira coerente e ordenada a sequência de todo o projeto, direcionando para uma solução eficaz e com baixíssima variação.

Será feita uma revisão bibliográfica de todo o processo de instalação de elevadores, tecnologias envolvidas na fabricação, processo de expedição de material, análise e tratativas do setor de qualidade etc. Com ênfase especial na instalação do elevador e retrabalhos providos desta etapa. A revisão em relação à metodologia Six Sigma será tratada de maneira prioritária, passando etapa a etapa, e revisando as ferramentas disponíveis para cada tipo de informação a ser coletada.

A coleta de dados será feita via sistema QCR (QualityConcernReporting) , e os dados deverão ser validados com ferramentas disponíveis em cada caso. É importante assegurar que as informações no sistema são confiáveis e acuradas porque serão estas as informações que servirão de base para o restante da cadeia.

1.3. JUSTIFICATIVA

Falhas na fabricação, especificação técnica errada dos materiais enviados e quantidade de materiais insuficientes, interfere de maneira direta no tempo de instalação dos elevadores, alongando-a de forma desnecessária os períodos que as empresas subcontratistas ficam na obra, gerando prejuízos financeiros decorrentes de retrabalhos, tempo parado em obra, chegando em alguns casos no descumprimento dos prazos contratuais.

Sob a ótica dos subcontratistas, empresas contratadas especificamente para as montagens de elevadores, muitas vezes esses acabam recebendo o passivo decorrente da não qualidade, tendo que realizar retrabalhos que geram um dispêndio financeiro e tempo, com isso a empresa fica com um elevado índice em custos da não qualidade

1.4. HIPÓTESE

Para que o cenário da não qualidade seja alterado, tanto a base da operação quanto a liderança precisarão estar com o olhar voltado para este tema. Na base será necessário desmitificar que o registro das falhas do processo falta de peças, avarias do material e retrabalhos, não precisam ser formalizadas. Devido ao padrão de trabalho adotado pelos subcontratistas, onde a prioridade é montar a maior quantidade de obras no menor tempo possível, o desenvolvimento de uma sistemática para formalização se faz necessária, onde de forma clara e objetiva, fiquem explicitado os problemas e/ou soluções.

Em paralelo, é de suma importância mostrar para as lideranças os impactos financeiros oriundas da não qualidade, demonstrando o quanto pode se deixar de gastar e quanto pode se direcionar corretamente os recursos financeiros para as empresas que executam os retrabalhos, caso não se consiga informar e corrigir na fonte o agente causador.

1.5. OBJETIVO

O objetivo principal do projeto visa mensurar e reduzir os custos da não qualidade na montagem de elevadores da empresa TKE, além de implementar uma cultura de Qualidade forte. Com isso foram estabelecidas metas complementares para atingir o objetivo global. Tais Metas são:

- Implementação da metodologia SSQDC no processo de instalação.
- Redução do custo da não qualidade, proporcionando uma economia de R\$ 50.000,00 para a companhia
- Redirecionamento financeiro superior a R\$ 50.000,00, para cobrir os trabalhos sustentados pelas empresas subcontratistas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

É cediço que o ambiente competitivo e transgressões nas exigências das empresas diminuam seus custos e conseqüentemente aumentem seus lucros impõem às mesmas pressões para a incessante busca da melhoria da qualidade em seus produtos, serviços e processos.

Cabe salientar, neste contexto, os Custos da Qualidade, ou ainda Custos da Não Qualidade, como um parâmetro para estabelecimento de metas e para avaliação de desempenho da qualidade das empresas. Com isso é de suma importância a utilização de ferramentas e métodos eficientes que auxiliam na redução desses custos, um exemplo é o método Seis Sigma.

O Seis Sigma é usado de diferentes maneiras, sendo, às vezes, bastante complexo. O ponto é que, pela grande aplicabilidade, ele pode tomar significados específicos de acordo com o contexto em que está inserido. Eis alguns exemplos comuns:

Benchmark. O Seis Sigma é usado como um parâmetro para comparar o nível de qualidade de processos, operações, produtos, características, equipamentos, máquinas, divisões e departamentos, entre outros. (WERKEMA, 2000)

Meta. O Seis Sigma também é uma meta de qualidade. A meta dos Seis Sigma é chegar muito próximo de zero defeito, erro ou falha. Mas não é necessariamente zero. É, na verdade, 3,4 partes por milhão de unidades defeituosas, 3,4 defeitos por milhão, 3,4 falhas por milhão, 3,4 ppm. (WERKEMA, 2000)

Medida. O Seis Sigma é uma medida para determinado nível de qualidade. Quando o número de sigmas é baixo, tal como em processos dois sigma, implicando mais ou menos 2 sigmas (+2 s), o nível de qualidade não é tão alto. O número de não-conformidades ou unidades defeituosas em tal processo pode ser muito alto. Se compararmos com um processo 4 sigma (+4 s), onde podemos ter mais ou menos quatro sigmas, aqui teremos um nível de qualidade significativamente melhor. Então, quanto maior o número de sigmas, melhor o nível de qualidade. (WERKEMA, 2000)

Filosofia. O Seis Sigma é uma filosofia de melhoria perpétua do processo (máquina, mão-de-obra, método, metrologia, materiais, ambiente) e redução de sua variabilidade na busca interminável de zero defeito. (WERKEMA, 2000)

Estatística. O Seis Sigma é uma estatística calculada para cada característica crítica à qualidade, para avaliar a performance em relação à especificação ou à tolerância. (WERKEMA, 2000)

Estratégia. O Seis Sigma é uma estratégia baseada na inter-relação que existe entre o projeto de um produto, sua fabricação, sua qualidade final e sua confiabilidade, ciclo de controle, inventários, reparos no produto, sucata e defeitos, assim como falhas em tudo o que é feito no processo de entrega de um produto a um cliente e o grau de influência que eles possam ter sobre a satisfação do mesmo. (WERKEMA, 2000)

Visão. O Seis Sigma é uma visão de levar uma organização a ser a melhor do ramo. É uma viagem intrépida em busca da redução da variação, defeitos, erros e falhas. É estender a qualidade para além das expectativas do cliente. Oferecendo mais, os consumidores querem comprar mais, em oposição a ter vendedores bajulando-os na tentativa de convencê-los a comprar. (WERKEMA, 2000)

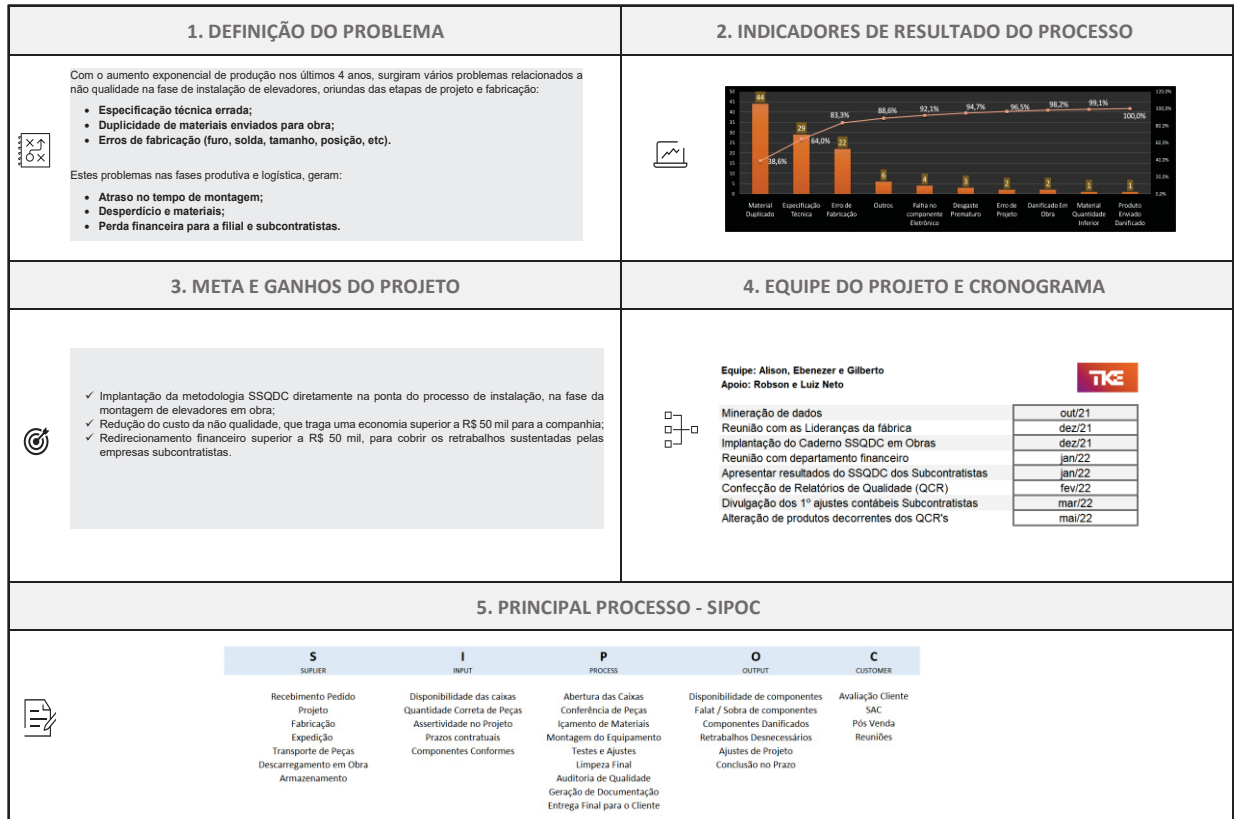
3. METODOLOGIA

3.1. FASE DEFINIR

A fase definir, foi desenvolvida a partir de 5 etapas essenciais conforme conseguimos identificar na figura 2. A primeira foi à definição do problema, que traz como escopo do projeto alguns defeitos de qualidade oriundos da fabricação, equipamentos produzidos na planta no Rio Grande do Sul, tais problemas foram exibidos através de indicadores como mostra a segunda etapa desta fase, indicadores de resultado de processo. A partir da definição do problema e levantamento dos dados foram identificadas as metas para o projeto, terceira etapa, que tem como principal objetivo, reduzir o tempo nas atividades necessárias durante a montagem e sucessivamente redução de perdas financeiras. Além de atender aos padrões de qualidade, acelerar o processo de montagem, na medida em que os produtos recebidos puderem ter concordância com o projeto, também poderá ser reduzido o tempo dos mesmos na liberação para inspeção de qualidade. Após a finalização desta etapa, foi desenvolvido um cronograma para planejamento do projeto, garantindo que cada fase fosse monitorada de perto e conseqüentemente, determinando um correto tempo de finalização do projeto. Por fim, nessa primeira fase, foi utilizada a ferramenta SIPOC com intuito de definir as entradas e saídas de cada processo que envolve o projeto,

permitindo uma visão mais clara do escopo do projeto, além de proporcionando a mais assertiva análise para execução da segunda fase, a fase medir.

FIGURA 1- FASE DEFINIR

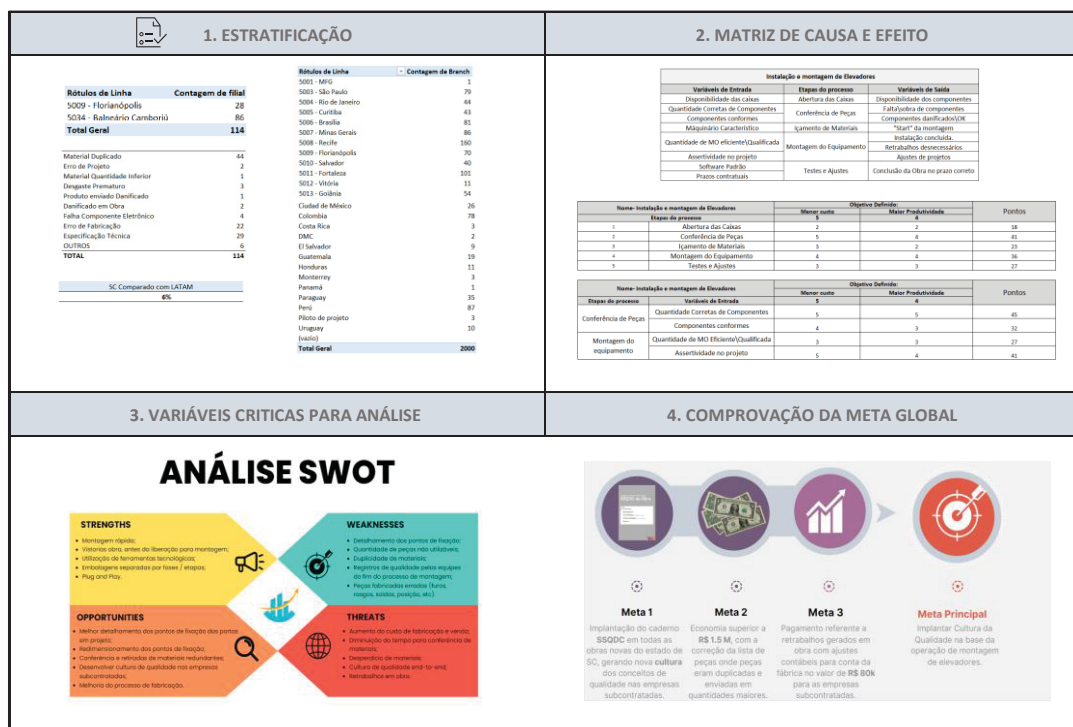


FONTE: AUTOR (2022)

3.2. FASE MEDIR

Na Fase Medir, foram utilizadas quatro etapas bases para finalização da mesma, conforme figura 2. A estratificação dos dados, no qual acarretou a definição de qual região o projeto iria se desenvolver, e também quais os problemas mais frequentes apresentados nessa região, auxiliado por dados. Essa etapa consiste na avaliação de todos os dados que pertinentes para prosseguir. A próxima etapa realizada foi a utilização da matriz de causa e efeito, de acordo com as entradas e saídas definidas, designou-se pesos para as variáveis de processos e saídas, eliminando processos e causas que pouco interferem no resultado, e enxergando as causas que mais impactam no para resolução do problema e consequentemente as quais deve se dar mais atenção. Ainda nesta fase, foi desenvolvida a análise SWOT da empresa, proporcionando uma visão mais ampla para elaboração da próxima fase do projeto, a fase analisar. Para finalização, a comprovação da meta global foi projetada a partir do alcance de três metas complementares definindo um planejamento estratégico, ou seja, para se chegar à meta principal, foi segmentada em pequenas metas complementares, assim com a conclusão de cada meta complementar, a meta principal estaria mais perto de ser alcançada.

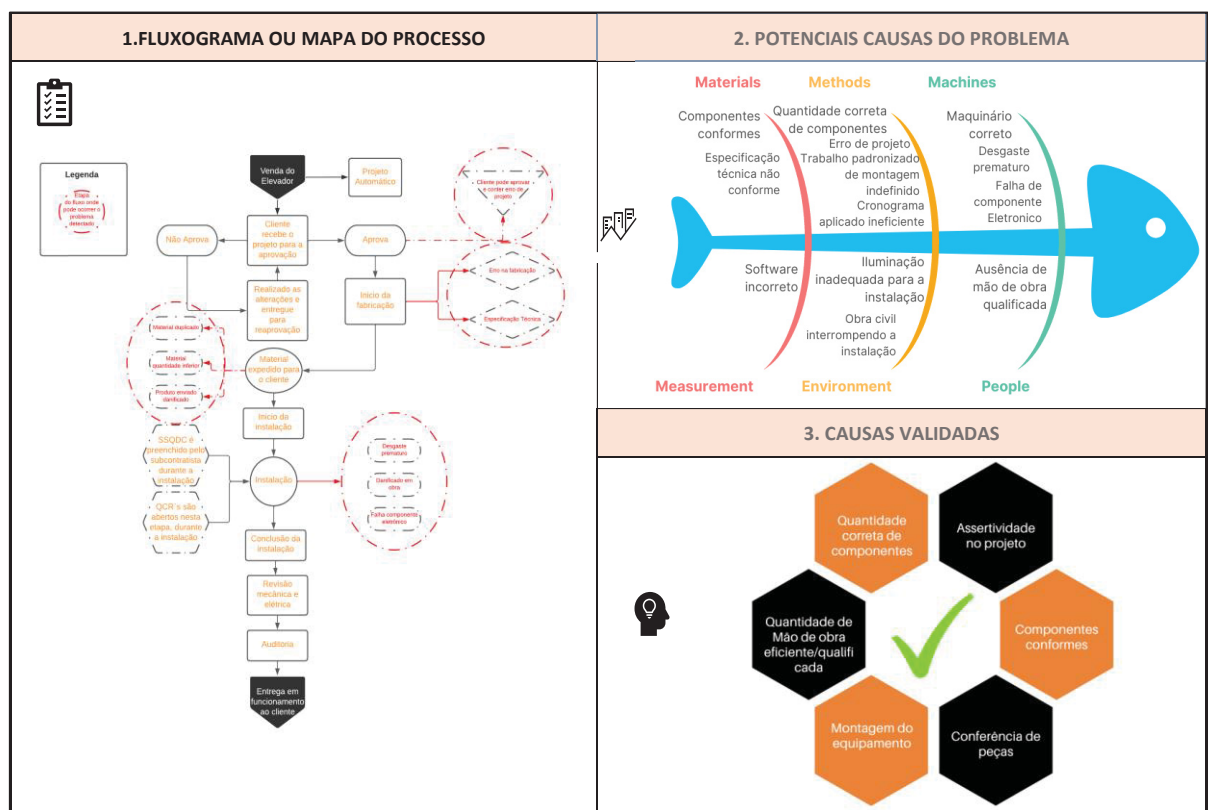
FIGURA 2- FASE MEDIR



3.3. FASE ANALISAR

Nesta Fase analisar, o intuito é estabelecer quais realmente são as causas comprovadas que tem de ser “atacadas”, com isso, conforme figura 3. Utilizou-se 3 etapas para execução dessa fase. Realizou-se um mapeamento em todo o fluxo do processo de montagem do Elevador, definindo assim, os locais onde poderia ocorrer a maior parte das não conformidades. Elaborou-se um “Brainstorm”, ou seja, uma tempestade de ideias, utilizando a ferramenta da qualidade Espinha de peixe, ou ISHIKAWA, promovendo possíveis causas, agrupando-as por categoria, a partir dos locais definidos no fluxograma. Com o ISHIKAWA repleto de causa, foi realizada a validação de cada possível causa, chegando por fim em 6 causas comprovadas.

FIGURA 3- FASE ANALISAR

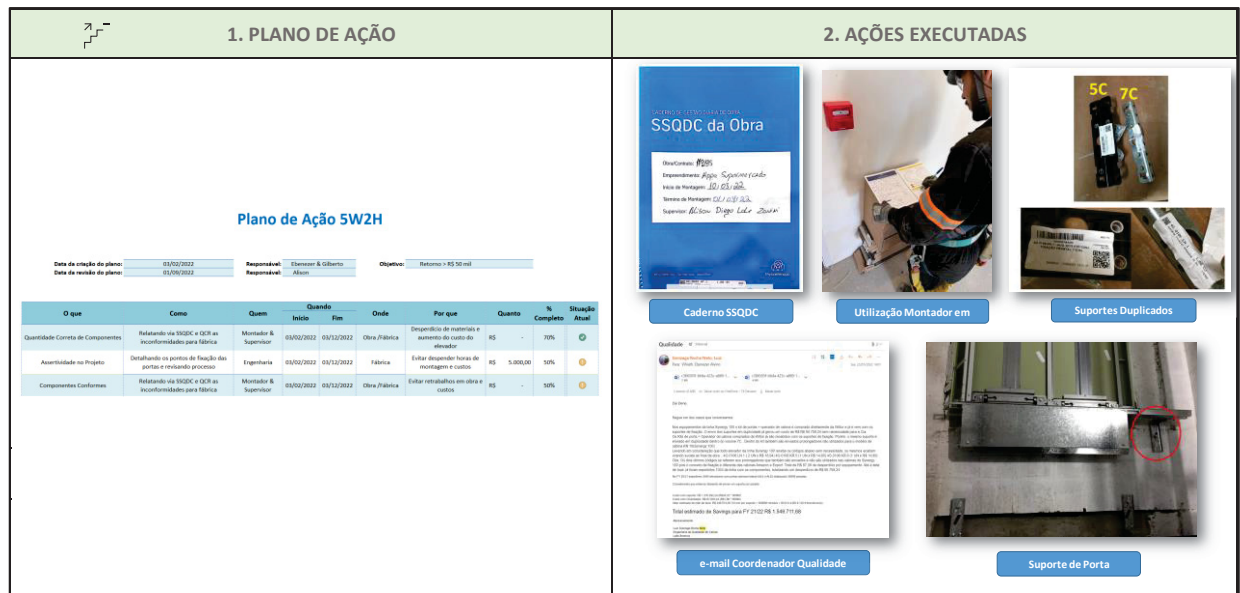


FONTE: AUTOR (2022)

3.4. FASE MELHORAR

Com a definição das causas, tomou-se ação para 3 causas principais, conforme figura 4, as mesmas foram pontuadas na matriz de causa e efeito, por isso a escolha da realização de plano de ação para apenas as causas a seguir, Quantidade incorreta de componentes, assertividade nos projetos e componentes conformes. Utilizou-se a ferramenta 5W2H, definindo assim ações sistêmicas e responsáveis para cada causa. Tais ações como, por exemplo, a criação do caderno SSQDC, proporcionou a internalização da cultura de qualidade, ou seja, a implementação de reportes de não conformidades encontradas no campo e com isso a equipe de campo da TKE desenvolveu ações de melhoria internas através dos registros, a equipe identifica a ocorrência e antecede a produção. Um exemplo foi à retirada de um componente (Suporte “L”) o qual gerou um grande “Safe” para próxima produção e também novos projetos de elevadores.

FIGURA 4- FASE MELHORAR



FONTE: AUTOR (2022)

3.5. FASE CONTROLAR

A fase controlar consiste no monitoramento e controle das ações implementadas com isso foi designado o monitoramento das não qualidades oriundas do campo, dentre estas, terão maior relevância no controle as que forem defeitos de fabricação e gera custo duplicado, a não qualidade que geram retrabalhos para a equipe terceira e as peças que são enviadas em duplicidade. Este monitoramento irá ocorrer através da ferramenta interna QCR (*Quality Concern Reporting*), onde é possível realizar filtros e separar os relatos por similaridade. Já em relação às melhorias, serão acompanhadas por reuniões mensais, onde será realizado o filtro de todos os QCR's abertos e verificado os status, assim como, solicitados a todos os líderes relatórios de melhoria e suas evoluções. O Gerente/Gestor irá validar as informações com a equipe e juntos definir um plano de ação para as novas tomadas de decisão caso ocorra. Além, do controle ocorrer diretamente com a equipe de campo, através do preenchimento do caderno SSQDC. Neste caderno o terceiro pode descrever todos os problemas e empecilhos que ocorreu na obra, além de realizar um acompanhamento do seu desenvolvimento e identificar possíveis pontos de melhoria. Este processo foi introduzido a aproximadamente 8 meses e hoje está disponível para todas as unidades do Brasil. Com isso a metas prioritárias e também a global foram alcançadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO MAPA DE RACIOCÍNIO

A figura 5 representa os resultados mais significantes alcançados. É de se esperar um “safe” nos próximos elevadores expedidos, já que o gasto total com peças duplicadas e erros em projetos seja por falha no desenvolvimento, ou ainda falha na análise crítica somam um montante de R\$ 1.580.000,00, equivalente a 12 elevadores. Além desse importante ajuste definido nos próximos projetos, o conceito de DMAIC, está se perpetuando dentro da empresa, ou seja, a cultura de realizar tratativas para a não qualidade foi introduzida e já se tem resultados surpreendentes, seja na tratativa de não conformidades, até reuniões gerenciais para monitoramento dos custos da não qualidade.

FIGURA 5- RESULTADO DO PROJETO

3. VERIFICAÇÃO DO ALCANCE DAS METAS PRIORITÁRIAS E CONTROL			
Metas prioritárias foram alcançadas? →	✓ integralmente	parcialmente	não
Meta global foi alcançada? →	✓ integralmente	parcialmente	não
Qual retorno financeiro do Projeto Black Belt? →	R\$1.580.000,00 ≡ (12 elevadores)		

FONTE: AUTOR (2022)

Para obter tais resultados, foi necessário desenvolver um planejamento bem elaborado, com isso destaca-se o mapa de raciocínio utilizado, conforme figura 6.

FIGURA 6- MAPA DE RISCO UTILIZADO



FONTE: AUTOR (2022)

Nele, pode-se perceber que foram levadas em consideração as entradas do projeto, ou seja, definidas as necessidades do cliente e o escopo do projeto, ou seja, definir o problema, justificar o problema e com isso organizar o projeto. Com essa etapa concluída, houve a necessidade da estratificação do problema, onde foram estabelecido o correto e assertivo foco do projeto. Com o problema bem definido, foi necessário definir o porquê os problemas ocorrem, e assim determinadas ações de melhorias, corretivas e sistêmicas para que o problema pudesse ser minimizado. e então foi designados controles para monitorar a eficácia das ações e assim comprovar que a meta estabelecida foi alcançada.

5. CONCLUSÕES

No final do projeto, atingiram-se resultados satisfatórios, em relação a desperdícios, foi identificado que a empresa está perdendo aproximadamente R\$ 90.759,24 em peças enviadas erradas ou duplicadas. Equipe levantou a real necessidade de aplicação do 4º suporte “L”, e foi constatado que não haveria necessidade do envio e posterior instalação desta peça. Após análise, foi constatado que a fábrica teve um custo de R\$ 1.549.711,68, considerando o custo da peça e mão de obra de instalação, valor do qual terá como retorno nos próximos elevadores expedidos. Também, através da análise dos cadernos SSQDC foi identificado a redução dos retrabalhos, assim como um melhor desempenho no tempo de montagem, e através dos relatos do caderno SSQDC e abertura de QCR's foram corretamente pago aos subcontratistas aproximadamente R\$ 161.000,00.

De tudo que foi levado em consideração, pode-se pontuar, que a capacidade de lidar com conflitos, discutir ideias e abranger uma diversidade de opiniões e pontos de vista sobre determinado assunto pertinente ao trabalho é de suma importância na resolução de problemas que envolvem várias áreas de uma empresa. Com isso, a cultura de qualidade está sendo implementada e monitorada

Muitas vezes sabe-se que a situação atual está crítica a ponto de precisar de mudanças pontuais imediatas. Porém, é natural as pessoas não aceitarem esse fato, proporcionando a resistência a mudança. Porém, as mudanças são implementadas sempre que se percebe que são necessárias, esse é o preço para se alcançar a qualidade e a excelência e uma empresa que quer o crescimento e amadurecimento de sua operação, tem de estar preparada a ser resiliente nesse processo que é demorado e requer muito afinho.

5.1. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Durante a análise e discussão dos resultados surgiram alguns pontos que não puderam ser confirmados neste trabalho, mas que serviram para apontar sugestões para a continuidade dos estudos. Essas sugestões são listadas na sequência:

- Replicar o conceito do trabalho para todas as filiais do Brasil
- Impacto logístico das devoluções de peças duplicadas na produtividade do projeto
- Realização de tratativas para todas as causas apontadas no trabalho.
- Possibilidade de realizar a implementação de Programas de melhorias internas com intuito de promover a qualidade

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CATHERWOOD, PHIL, “**What’s different about Six Sigma?**”, Manufacturing Engineering, IEEE (consulta: Agosto 2022).

CORREA, H., L., CORREA, C. A., 2000, **Administração da Produção e de Operações**: Edição Compacta. 1 ed. São Paulo, Atlas.

ECKES, GEORGE, 2001, “**The Six Sigma Revolution**”, 4 ed, Elsevier.

KELLER, P., A., 2001, **Six Sigma Deployment: A Guide for implementing Six Sigma in your organization**, QA Publishing LCC.

MANAGEMENT, HSM, 2006, “**Seis Sigma: Memórias do pioneiro**”, www.minitabbrasil.com.br (consulta: Janeiro/2022)

MURAN, J., M., GRYNAL, F., M., 1988, **Juran’s Quality Control Handbook**, 4 ed, McGraw-Hill

RENE, F., 1998, **Rath&Strong’s Six Sigma Team Pocket Guide**, 4ed, Rath& Strong Management Consultants

ROTONDARO, R., G., RAMOS, A., W., RIBEIRO, C., O., et al, 2001, **Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**, 1 ed. São Paulo, Atlas.

STAMATIS, H. DEAN, “Six Sigma Fundamentals: A complete guide to the system, methods and tools”, New York, Productivity Press, 2004 USEVINICIUS, A. L., “**Implantação da metodologia Seis Sigma e aplicação da técnica estatística de projeto de experimentos na resolução de problemas e otimização dos processos de fabricação**”, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS, p.36, 2004