



APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE PARA REDUÇÃO DE RETRABALHO EM MATERIAL COMPOSTO¹

Laysa Camilo M. Nascimento | laysa.nascimento@fatec.sp.gov.br | FATEC

Pedro Oliveira V. Moraes | FATEC

Rubens Barreto Silva | FATEC

RESUMO

A indústria aeroespacial é reconhecida pela produção de aeronaves com elevados padrões de qualidade, segurança e confiabilidade. No entanto, alguns procedimentos podem ocasionar retrabalhos na linha de montagem de materiais compostos, tornando-se um problema que requer soluções eficazes. O propósito deste trabalho é demonstrar a aplicação de ferramentas de qualidade, que, se utilizadas, visam eliminar as necessidades de ações corretiva na linha de montagem. Para atingir esse intento, é necessário identificar as raízes causadoras das falhas. Espera-se que este estudo contribua para o aprimoramento dos procedimentos da empresa, reduzindo as não-conformidades e aumentando a eficácia na fabricação dos produtos, refletindo em uma maior competitividade e fortalecimento do setor.

Palavras-chave: Indústria; Qualidade; Linha de Montagem; Retrabalho.

ABSTRACT

The aerospace industry is recognized for producing aircraft with high standards of quality, safety and reliability. However, some procedures can cause rework on the composite materials assembly line, becoming a problem that requires effective solutions. The purpose of this work is to demonstrate the application of quality tools, which, if used, aim to eliminate the need for corrective actions on the assembly line. To achieve this aim, it is necessary to identify the roots causing the failures. It is expected that this study will contribute to improving the company's procedures, reducing non-conformities and increasing efficiency in product manufacturing, resulting in greater competitiveness and strengthening of the sector.

Keywords: Aerospace Industry; Quality; Assembly Line; Rework.

1. INTRODUÇÃO

A indústria aeroespacial é reconhecida como um setor estratégico, impulsionando o desenvolvimento tecnológico e a conectividade global. Nesse cenário, a fabricação de aeronaves deve atender a rigorosos padrões de qualidade, segurança e confiabilidade para atender às demandas dos clientes e manter-se em destaque no setor. Além disso, a eficiência nos processos de montagem é essencial para otimizar a produção, reduzir custos e minimizar retrabalhos, assegurando o sucesso contínuo da indústria aeroespacial. No entanto, alguns processos podem gerar a necessidade de ações corretivas na linha de montagem do material composto e, assim, tornar-se um problema crucial que requer soluções efetivas. Definido como o esforço desnecessário de refazer um processo ou atividade que foi implementado de maneira incorreta na primeira vez (LOVE; LI, 2000).

Este projeto envolve o estudo de uma empresa do setor aeroespacial, visando reduzir o retrabalho em sua linha de montagem, para garantir a excelência de seus produtos.

A não conformidade identificada nos últimos 12 meses, está relacionada com as lentes do *winglet*, totalizando 59 casos e custo de U\$D 31607,66. Dessa forma, o problema é identificar as causas raízes nessas peças e desenvolver estratégias para a eliminação do problema. Para compreendê-la, foram levantadas hipóteses sobre suas possíveis causas. Entre elas, considera-se que variações no processo de montagem, falhas de comunicação entre as equipes de produção, deficiências na inspeção de qualidade e problemas relacionados à matéria-prima possam estar contribuindo para a recorrência das não conformidades.

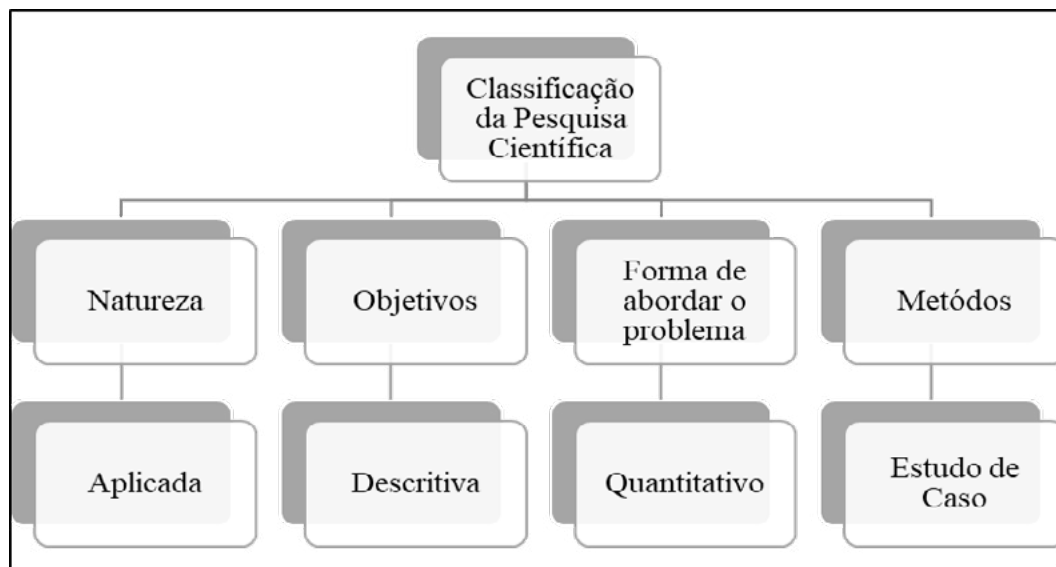
A relevância deste trabalho se define na importância de garantir a excelência na fabricação, impactando diretamente na segurança e confiabilidade dos produtos entregues aos clientes. Além disso, o estudo contribuirá para o aprimoramento dos processos da indústria aeroespacial, refletindo em uma maior competitividade e fortalecimento do setor.

Portanto, o objetivo geral é aplicar ferramentas de qualidade, como o Diagrama de Ishikawa, a Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) e o Método dos 5 porquês, para eliminar o retrabalho na linha de montagem da indústria aeroespacial. Para isso, foi realizado uma pesquisa de campo, com observação direta dos processos de montagem e coleta de dados junto às equipes de produção.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

A Para atender os objetivos deste trabalho, a metodologia de pesquisa utilizada foi estruturada sobre quatro pilares: natureza, objetivos, abordagem e métodos, como mostra a Figura 1.

Figura 1 | Proposta metodológica.



Fonte: Adaptada de Santos (2010).

Optou-se por um trabalho de pesquisa de natureza aplicada, onde segundo Barros e Lehfeld (2000), este tipo de pesquisa tem a motivação de gerar conhecimento para aplicação de seus resultados, para fins práticos visando à solução do problema na realidade e ensinar os discentes através da análise de um projeto de sucesso (MOURA; MOURA, 2019). A opção pelo objetivo descritivo neste trabalho se deve ao fato de que, se adota primordialmente a descrição das características de determinada população ou fenômeno (GIL, 1991).

A pesquisa quantitativa é situada pela coleta de dados para permitir a mensuração. Conforme Cavalcante e Dantas (2006), esta abordagem possibilita a apresentação de medidas mensuráveis de variáveis, ou procura padrões numéricos relacionados a conceitos cotidianos.

Decidiu-se por um trabalho com método de estudo de caso pois, o mesmo consiste em reunir e analisar informações sobre um determinado ambiente, com o intuito de estudar diversos aspectos, de acordo com o assunto da pesquisa (ALMEIDA, 1996).

Ferramentas da qualidade

A utilização de ferramentas da qualidade é fundamental para a identificação e resolução dos problemas de retrabalho na linha de montagem da indústria aeroespacial. Essas ferramentas proporcionam métodos sistemáticos para analisar processos, identificar causas raiz de não conformidades e implementar medidas corretivas eficazes (BAMFORD; GREATBANKS, 2005).

Ao empregar essas técnicas, as empresas podem melhorar a eficiência operacional, reduzir desperdícios e aumentar a qualidade dos produtos entregues ao mercado (DANIEL, MURBACK; 2014).

Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, também chamado de Diagrama de causa e efeito é uma ferramenta visual amplamente utilizada na gestão da qualidade. Esse diagrama visa identificar as possíveis causas que contribuem para um determinado problema nos processos produtivos (RODRIGUES, 2006).

Ao empregar essa abordagem gráfica, as equipes podem identificar e compreender as variáveis que impactam a qualidade ou eficiência de um processo (CAMPOS, 1992). As causas, representadas como espinhas de peixe no diagrama, são categorizadas em diferentes grupos, como mão de obra, máquinas, material, método, medida e meio ambiente, ajudando a compreender as complexidades envolvidas. Dessa forma, o Diagrama de Ishikawa se torna uma valiosa ferramenta para aprimorar a eficácia operacional, reduzir desperdícios e otimizar os resultados nos contextos empresariais.

Matriz GUT

A Matriz GUT é uma ferramenta valiosa no gerenciamento do retrabalho na linha de montagem. Essa matriz auxilia na priorização das causas identificadas pelo Diagrama de Ishikawa, considerando a gravidade do impacto, a urgência para solução e a tendência de recorrência de cada causa (PERIARD, 2011).

Ao atribuir pontuações a cada critério, é possível identificar as causas que requerem tratamento prioritário, otimizando o uso dos recursos e acelerando a implementação de melhorias.

Método dos 5 porquês

O Método dos 5 Porquês, uma técnica simples, mas poderosa, permite uma investigação mais aprofundada das causas raiz do retrabalho (Ohno, 1997). Através da repetição da pergunta “Por quê?” sucessivamente, é possível explorar as camadas mais profundas do problema até identificar a causa fundamental. Essa abordagem evita soluções superficiais e direciona as ações corretivas para a origem do problema, tornando-as mais eficientes e duradouras. (WERKEMA, 1995).

A aplicação do Método dos 5 Porquês, em conjunto com outras ferramentas da qualidade, aumenta a probabilidade de eliminar o retrabalho de forma eficaz e promover uma melhoria contínua nos processos de montagem.

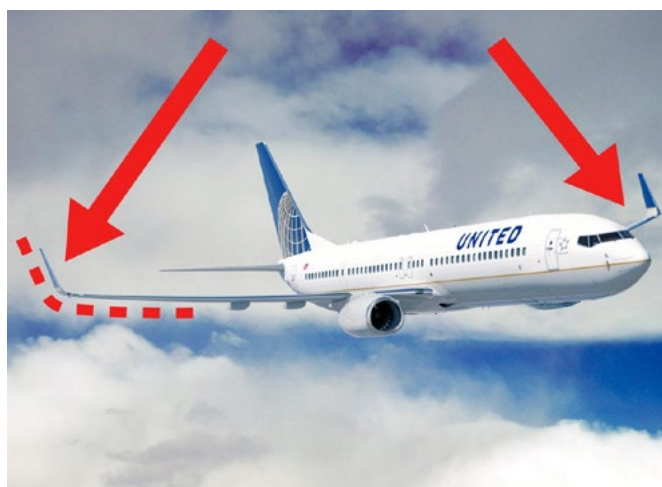
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estudo de Caso

Os materiais compostos são formados a partir da combinação de diversas substâncias, visando obter propriedades específicas, como leveza e resistência. Além disso, desempenham um papel fundamental na fabricação de componentes mais leves e eficientes, contribuindo para a redução do peso, o aumento da eficiência e desempenho das aeronaves

A empresa Y está lidando com desafios significativos relacionados a retrabalho em seus produtos. Essas correções e ajustes abrangem as lentes do winglet, no qual significa uma superfície externa do avião, estendendo-se além da superfície de sustentação. A Figura 2 ilustra a localização dessa parte no avião.

Figura 2 | *Winglet.*



Fonte: Autores (2023).

Portanto, neste estudo de caso, será utilizado as ocorrências nas lentes do winglet.

Análise do Problema

Durante a execução do processo de selagem da lente do winglet, uma etapa crítica foi observada no procedimento de montagem da empresa Y. No qual, a selagem que cobre a pintura da aeronave pode, em algumas circunstâncias, não aderir adequadamente entre a carenagem e a lente.

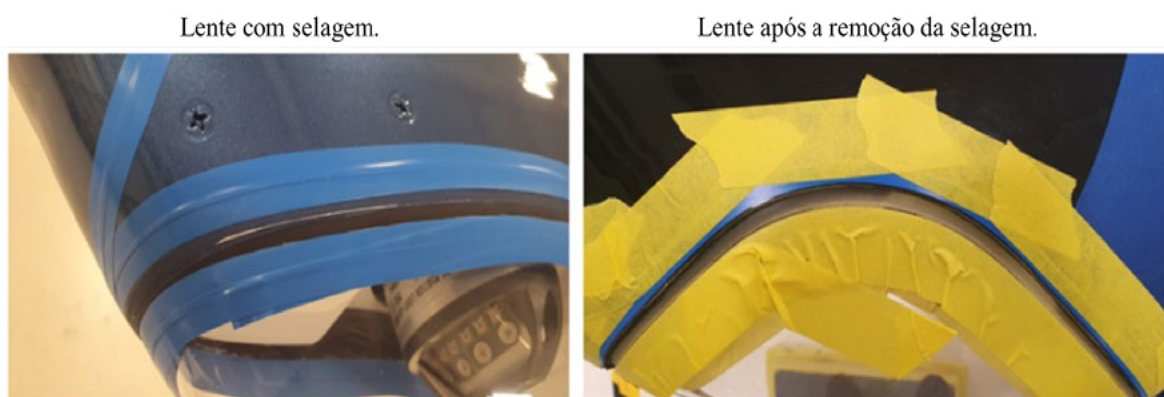
Análise da Causa Raiz

A análise da causa raiz foi realizada utilizando três ferramentas da qualidade: o Diagrama de Ishikawa, a Matriz GUT e o método dos 5 Porquês. Essas ferramentas permitiram uma avaliação abrangente dos problemas identificados, destacando fatores críticos e identificando as causas fundamentais subjacentes nas lentes do *winglet*.

Dessa forma, isso ocasiona na necessidade de uma correção, que envolve a remoção e a subsequente reaplicação da selagem.

Essa questão não apenas atrasa o processo de produção, mas também acarreta riscos potenciais, incluindo a possibilidade de danos na lente. Conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 | Retrabalho da Lente do *Winglet*.



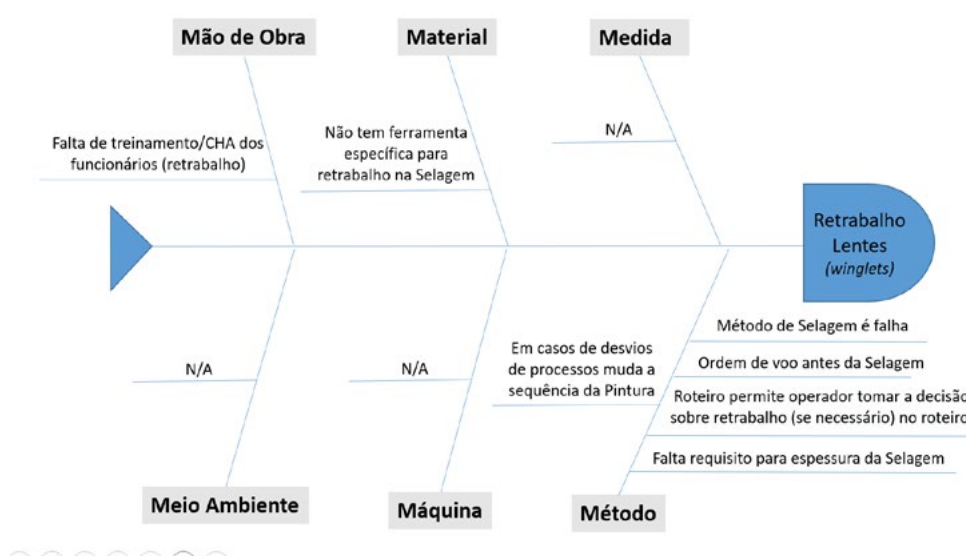
Fonte: Autores (2023).

Portanto, é essencial identificar a causa raiz desse problema e implementar soluções eficazes para melhorar a eficiência e a segurança da montagem da lente.

Implementação do Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Espinha de Peixe, é uma ferramenta utilizada para identificar as causas raízes de um problema. Ele ajuda a organizar as causas em categorias específicas, fornecendo uma compreensão mais profunda das questões. Neste estudo de caso, as causas foram investigadas em seis categorias principais: Método, Mão de Obra, Máquina, Material, Medida e Meio Ambiente. A Figura 4 apresenta o Diagrama de Ishikawa das lentes.

Figura 4 | Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Autores (2023).

As principais causas, de acordo com o diagrama, são as seguintes:

Método:

- Método de Selagem é falha: Uma das causas identificadas envolve a falha no método de selagem, isso pode resultar em selagens inadequadas.
- Ordem de voo antes da Selagem: O desvio na ordem das operações no processo planejado, incluindo o voo de teste antes da selagem, foi identificada como uma possível causa.
- Roteiro permite ao operador tomar a decisão sobre retrabalho (se necessário) no roteiro: A capacidade dos operadores de tomar decisões no roteiro pode impactar a eficiência e a qualidade da produção.
- Falta requisito para espessura da Selagem: A falta de requisitos claros para a espessura da selagem pode resultar em aplicação inadequada.
- Em casos de desvios de processos muda a sequência da Pintura: Desvios no processo que afetam a sequência da pintura foram identificados como outra possível causa.

Mão de Obra:

- a. Falta de treinamento/CHA dos funcionários (retrabalho): A falta de treinamento e competência (conhecimento, habilidade e atitude - CHA).

Material:

- a. Não tem ferramenta específica para retrabalho na Selagem: A falta de ferramentas específicas na selagem foi identificada como uma causa.

Máquina, Medida e Meio Ambiente:

- a. Não aplicável.

Implementação da Matriz GUT

A Empresa Y, adotou a Matriz GUT como parte de sua estratégia para priorizar as causas identificadas, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Matriz GUT.

n#	Possíveis causas	Gravidade	Urgência	Tendência	Peso
7	Falta de treinamento/ CHA dos funcionários (retrabalho)	5	5	5	125
5	Roteiro permite operador tomar a decisão sobre retrabalho (se necessário) no Roteiro	5	4	5	100
2	Método de Selagem é falha	3	3	3	27
4	Não tem ferramenta específica para retrabalho na Selagem	2	2	2	8
3	Falta requisito para espessura da Selagem	2	1	1	2
6	Ordem de voo antes da Selagem	1	2	1	2
1	Em casos de desvios de processos muda a sequência da Pintura	1	1	1	1

Fonte: Autores (2023).

A Matriz GUT é uma ferramenta de gestão amplamente utilizada para analisar e priorizar problemas ou atividades a serem realizadas (ALVES, 2017 apud NOVASKI, 2020). Inúmeras organizações adotam essa técnica como um método para determinar quais falhas ou ações de correção devem ser priorizadas (PESTANA, 2016 apud NOVASKI, 2020). Essa abordagem, direcionou a equipe da empresa para as causas com maior potencial de impacto negativo, possibilitando a alocação eficaz de recursos e esforços nos locais mais estratégicos.

As duas principais causas, de acordo com a matriz, são as seguintes:

1. Falta de Treinamento/Conhecimento, Habilidade e Atitude (CHA) dos Funcionários

(Retrabalho): A principal causa encontrada foi a necessidade de abordar a falta de treinamento e CHA (Conhecimento, habilidade e atitude), três dimensões da definição de competência para um determinado cargo ou função, dos funcionários em relação ao retrabalho.

Esta questão recebeu a pontuação mais alta em gravidade, urgência e tendência. A alta gravidade indica que a falta de treinamento está causando problemas significativos na produção, enquanto a alta urgência sugere que isso precisa ser tratado imediatamente para evitar impactos negativos contínuos.

2. Roteiro permite ao operador tomar decisões sobre o retrabalho (se necessário) no

Roteiro: A segunda causa está relacionada com a capacidade dos operadores de tomar decisões sobre o retrabalho em tempo real. Esta questão também recebeu uma alta pontuação de gravidade, sugerindo que afeta a eficiência e a qualidade da produção. Embora a urgência seja menor do que a primeira questão, ainda é alta, indicando que a melhoria nesta área é fundamental.

Sendo assim, as duas principais destacam áreas críticas que requerem ação imediata. A falta de treinamento e CHA dos funcionários é uma preocupação urgente que afeta significativamente a produção e a qualidade do produto. Da mesma forma, a capacidade dos operadores de tomar decisões em relação ao retrabalho é crucial para a eficiência operacional. A Empresa Y deve priorizar essas duas áreas e alocar recursos adequadamente para resolver essas questões, o que contribuirá significativamente para a eliminação do retrabalho na linha de montagem da indústria aeroespacial.

3.3.1 Implementação do Método dos 5 Porquês

Um dos métodos fundamentais para investigar as causas raízes foi o Método dos 5 Porquês, conforme apresentado na Tabela 2. Esse método, amplamente utilizado em processos de resolução de problemas, envolve a repetição da pergunta “Por quê?” para descobrir sua verdadeira causa, permitindo aprofundar a análise e explorar as camadas subjacentes dos problemas (OHNO,1997).

Vale ressaltar que não necessariamente o método dos 5 Porquês exige a realização de cinco perguntas para identificar a causa raiz de um problema. Em algumas situações, a pesquisa demonstrou que a causa raiz pode ser identificada de forma eficaz com apenas algumas aplicações do método.

Tabela 2 | Método dos 5 Porquês.

Causas Priorizadas	1º Porque	2º Porque	3º Porque	4º Porque	5º Porque
Falta de treinamento/CHA dos funcionários(retrabalho)	Pouco tempo de atuação no processo de selagem	Alta de rotatividade entre os processos de selagem e Montagem	Devido crescimento profissional e necessidade da Montagem		
Roteiro permite operador tomar a decisão sobre retrabalho (se necessário) no Roteiro	A selagem entre a lente e cinta precisa sobrepor a Pintura	É um requisito para que não haja deslocamento da Pintura em voo	É um requisito de aspecto visual do Cliente		

Fonte: Autores (2023).

As duas principais causas usando o Método dos 5 Porquês, são as seguintes:

1. Falta de Treinamento/Conhecimento, Habilidade e Atitude (CHA) dos Funcionários

(Retrabalho):

- a. **Pergunta:** Por que há falta de treinamento/CHA dos funcionários no processo de selagem?
Resposta: Porque o tempo de atuação dos funcionários no processo de selagem é relativamente curto.
- b. **Pergunta:** Por que o tempo de atuação dos funcionários no processo de selagem é curto?
Resposta: Porque há uma alta rotatividade entre os processos de selagem e montagem.
- c. **Pergunta:** Por que há uma alta rotatividade entre os processos de selagem e montagem?
Resposta: Devido ao crescimento profissional dos funcionários e à necessidade de transitar para a montagem.

2. Roteiro Permite ao Operador Tomar Decisões sobre o Retrabalho (Se Necessário) no

Roteiro:

- a. **Pergunta:** Por que o roteiro permite que o operador tome decisões sobre o retrabalho entre a lente e a cinta?
Resposta: Porque a selagem entre a lente e a cinta precisa sobrepor a pintura.
- b. **Pergunta:** Por que a selagem entre a lente e a cinta precisa sobrepor a pintura?
Resposta: Porque isso é um requisito para evitar descolamento da pintura em voo.
- c. **Pergunta:** Por que é um requisito para evitar o descolamento da pintura em voo?
Resposta: Porque é um requisito de aspecto visual do cliente.

Dessa forma, a investigação utilizando o Método dos 5 Porquês revelou que a permissão para que os operadores tomassem decisões estava relacionada diretamente a requisitos críticos, incluindo a necessidade de sobrepor a pintura para evitar descolamento em voo e atender aos requisitos de aspecto visual do cliente.

Proposta de Plano de Ação

Após uma análise dos problemas identificados, foram elaboradas soluções direcionadas para eliminar o retrabalho. Essas soluções têm como objetivo abordar as causas e fortalecer os processos, contribuindo para a excelência operacional e a melhoria da qualidade. Na Tabela 3 é possível observar o plano de ação.

Tabela 3 | Plano de Ação.

Plano de Ação						
Nº	Problema/ Oportunidade (O que?)	Causa Raiz (Por quê?)	Contra Medida / Solução	Responsável (Quem?)	Quando dd/mm/aa	Status
1	Falta de treinamento /CHA dos funcionários (retrabalho)	Devido ao crescimento profissional e necessidade da montagem	Criar matriz de habilidades para o processo de selagem (carga x capacidade)	Daniel Rosa	30/06/2023	Concluído
2	Roteiro permite operador tomar a decisão sobre retrabalho (se necessário) no roteiro	É um requisito de aspecto visual do cliente	Criar um protótipo na montagem para realização dos voos de testes.	Ives Antonio Caldeira	30/06/2023	Concluído
3	Roteiro permite operador tomar a decisão sobre retrabalho (se necessário) no roteiro	É um requisito de aspecto visual do cliente	Enviar a selagem parcial entre a lente e a cinta	Robert Ferraz	30/07/2023	Concluído

Fonte: Autores (2023).

As duas principais soluções do plano de ação:

- 1. Falta de Treinamento/Conhecimento, Habilidade e Atitude (CHA) dos Funcionários (Retrabalho):**
 - a. Solução 1:** Foi identificado que a falta de treinamento e conhecimento dos funcionários se deve ao seu crescimento profissional e à necessidade de transitar para a montagem. Uma proposta de ação eficaz é criar uma “Matriz de Habilidades para o Processo de Selagem”. Esta matriz deve levar em consideração a carga de trabalho versus a capacidade de cada funcionário, garantindo que eles possuam as habilidades e conhecimentos necessários para executar o processo de selagem com eficiência. Isso será uma etapa essencial para melhorar a qualificação dos funcionários e reduzir as ocorrências.

2. Roteiro Permite ao Operador Tomar Decisões sobre o Retrabalho (Se Necessário) no

Roteiro:

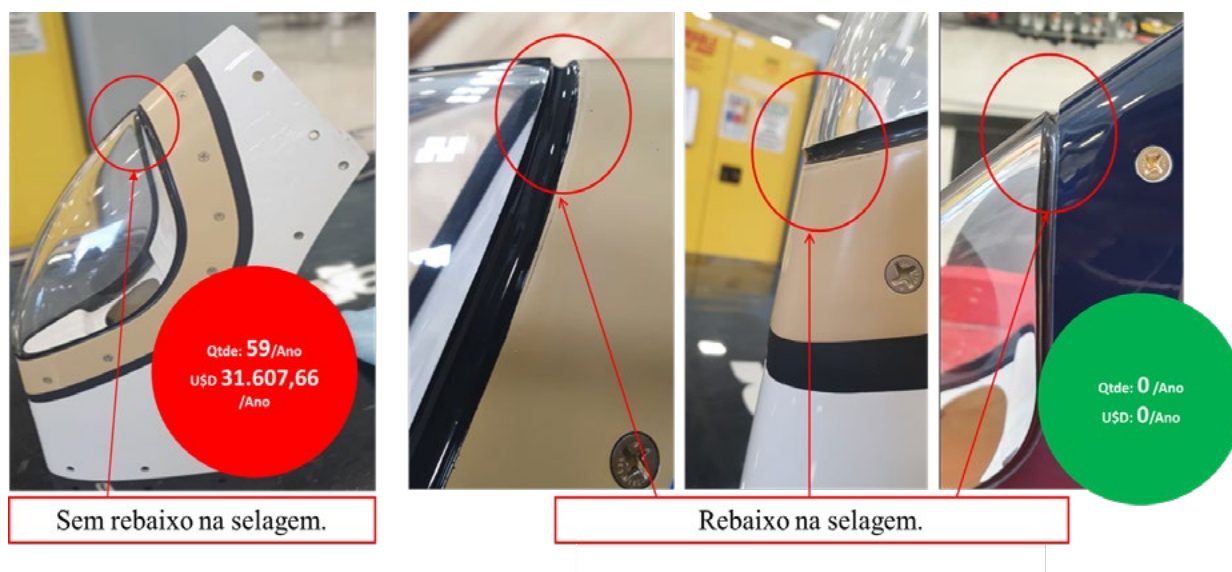
- a. **Solução 1:** A análise revelou que a permissão para que o operador tome decisões está relacionada à necessidade de cumprir requisitos de aspecto visual do cliente. Uma ação recomendada é criar um protótipo para auxiliar a realização de voos de testes. Isso permitirá que a equipe avalie e valide a qualidade da selagem, atendendo aos requisitos do cliente antes de prosseguir com a produção em série.
- b. **Solução 2:** Para a mesma causa raiz, uma proposta adicional é enviar a selagem parcial entre a lente e a cinta. Isso garantirá que qualquer desvio seja identificado durante uma fase inicial do processo, minimizando assim o impacto no produto final.

Portanto, esse plano de ação é essencial para garantir a excelência na fabricação de aeronaves e impactar positivamente na segurança, confiabilidade e competitividade do setor aeroespacial. A implementação dessas propostas será supervisionada, e os resultados serão avaliados para garantir a eliminação do retrabalho.

Resultados Obtidos

Neste estudo, foram alcançados resultados significativos após a implementação das soluções. A Figura 5 ilustra a transformação que ocorreu no processo de fabricação, refletindo na redução das não conformidades e nos custos associados.

Figura 5 | Antes x Depois.



Fonte: Autores (2023).

Dessa forma, temos as seguintes análises:

Descrição do Problema/Oportunidades: O problema inicial estava relacionado à retirada da selagem da lente para a pintura da aeronave, o que resultava em danos na mesma.

Antes: Na fase anterior à implementação do plano de ação, a Figura 3 mostra que 59 não conformidades foram registradas durante o ano, gerando um custo de \$31,607.66 dólares.

Causa Raiz: A análise identificou que a sequência das operações de selagem, voo de teste e pintura estava gerando retrabalho, causando danos nas lentes.

Contramedida/Solução/Melhoria: Uma solução efetiva foi implementada, envolvendo a modificação do desenho, resultando em uma lente com rebaixo na selagem.

Depois: Como refletido na Figura 3, após a implementação do plano de ação, o número de não conformidades caiu para zero, com um custo reduzido a zero.

Ganhos: Os ganhos conquistados são significativos, com uma redução de 59 não conformidades por ano e uma economia de custo considerável relacionada a não conformidades.

Os resultados obtidos neste estudo demonstram a eficácia das ações implementadas para eliminar o retrabalho na linha de montagem da indústria aeroespacial. A modificação no desenho, incorporando o rebaixo na selagem, eliminou as causas raízes que levavam a ajustes e danos às lentes.

A transformação dos resultados de 59 não conformidades por ano para zero é um marco notável. Isso não apenas contribui para a excelência na fabricação de aeronaves, mas também tem um impacto financeiro considerável, com a redução dos custos associados a produção.

Portanto, esse estudo não só identificou e abordou as causas raízes, mas também demonstrou claramente que uma abordagem focada em ferramentas de qualidade e mudanças estruturais nos processos pode resultar em melhorias significativas. A busca contínua pela eficiência e qualidade é essencial, fortalecendo sua competitividade e mantendo sua posição estratégica no desenvolvimento tecnológico global.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste projeto, o objetivo era eliminar as necessidades de refazer processos na linha de montagem de componentes aeroespaciais de material composto. Com a implementação das soluções propostas, houve uma redução substancial nas não conformidades, de 59 para zero. Isso resultou em economias, com os custos reduzidos de \$31,607.66 dólares para zero.

Além dos benefícios mensuráveis, é fundamental destacar os aspectos qualitativos que surgiram com a implementação dessas soluções. Em primeiro lugar, a confiança no processo de produção aumentou, uma vez que a eliminação das não conformidades reforçou a qualidade dos componentes fabricados. Essa confiabilidade não apenas melhora a eficiência operacional, mas também fortalece a reputação da empresa na indústria aeroespacial.

Outro ponto importante é o potencial aumento da satisfação do cliente. Com a redução das não conformidades, a probabilidade de entregar produtos de alta qualidade aos clientes aumenta, o que pode resultar em uma clientela mais satisfeita, consolidando relacionamentos e abrindo portas para novas oportunidades de negócios.

É relevante destacar que a abordagem implementada é escalável e adaptável a diferentes contextos. Alterando-se as distâncias relativas dos processos e implementando soluções em outros pontos da linha de montagem, criando oportunidades para a formação de novos cenários com a eliminação do retrabalho.

Portanto, conclui-se que este trabalho atingiu seu objetivo, fornecendo uma solução eficiente para o problema na linha de montagem de componentes. Esta abordagem resultou na redução significativa das não conformidades e nos custos subjacentes, contribuindo para a melhoria da qualidade e eficiência dos processos na indústria aeroespacial.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. L. P. Como elaborar monografias. Belém: Cejup, 1996.
- ALVES, R.; KINCHESKI, G. F.; SILVA, V. R.; VECCHIO, H. P.; OLIVEIRA, C. L.; CANCELIER, M. V. L. Aplicabilidade da Matriz GUT para identificação dos processos críticos: O estudo de caso do departamento de direito da Universidade Federal de Santo Catarina. In: Colóquio Internacional de Gestão Universitária, XVII, 22 a 24 de novembro, 2017, Mar del Plata, Argentina. Artigo. Argentina, 2017.
- BAMFORD, D. R.; GREATBANKS, R. W. The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 22, n. 4, p. 376-392, 2005.
- BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. Fundamentos de metodologia científica: um guia para a iniciação científica. São Paulo: Makron, 2000.
- CAMPOS, V. F. TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês). Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- CAVALCANTE, V.; DANTAS, M. Pesquisa qualitativa e Pesquisa quantitativa. Recife, PE: Universidade Federal de Pernambuco, 2006.
- DANIEL, Erica A.; MURBACK, Fábio Guilherme Ronzelli. Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade. *Gestão & conhecimento*, v. 8, n. 2014, p. 1-43, 2014.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1991.
- LOVE, Peter E.; LI, Heng. Quantifying the causes and costs of rework in construction. *Construction Management & Economics*, v. 18, n. 4, p. 479-490, 2000.
- MOURA, R. A.; MOURA, M. L. S. Aplicação da engenharia estrutural segura na montagem do veículo “baja” para aprendizado acadêmico e aprimoramento profissional dos discentes. *Revista Sodebras [on line]*. vol. 14. nº 12, pp 31-36. junho/2019. ISSN 1809-3957. DOI: [10.29367/issn.1809-3957.14.2019.162.31](https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.14.2019.162.31)
- NOVASKI, Vanessa, FREITAS, Jéssica, BILLING, Osvaldo. Aplicação de matriz gut e gráfico de pareto para priorização de perdas no processo produtivo de uma panificadora. Vol. 10, 11ª ed. *International Journal of Development Research*, 2020.
- OHNO, Taiichi. O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997
- PERIARD, Gustavo. Matriz GUT: guia completo. 2011. Disponível: <http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo>, 2018.
- PESTANA, M. D.; VERAS, G. P.; FERREIRA, M. T. M.; SILVA, A. Aplicação integrada da matriz GUT e da matriz da qualidade em uma empresa de consultoria ambiental: Um estudo de caso para elaboração de propostas de melhorias. In: ENEGEP: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXVI, 3 a 6 de outubro, 2016, João Pessoa, PB. Artigo. Paraíba, 2016.
- RODRIGUES, Marcos Vinicius. Ações para a Qualidade – GEIQ: Gestão Integrada para a Qualidade – Padrão Seis Sigma – Classe Mundial. Editora Qualitymark. Edição 2ª. Rio de Janeiro. 2006.
- SANTOS, R. F. Proposta de um modelo de gestão integrada da cadeia de suprimentos: aplicação no segmento de eletrodomésticos. 2010. 126 p. Tese (Doutorado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica), Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2010.
- WERKEMA, Maria Cristina Catarino. As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. In: As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. 1995.

“O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade dos Autores.”