



**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

VITÓRIA CORDEIRO DE HOLANDA

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 8D PARA RESOLUÇÃO DE DEFEITO EM UM
COMPONENTE DE UMA PÁ EÓLICA: ESTUDO DE CASO**

**FORTALEZA
2022**

VITÓRIA CORDEIRO DE HOLANDA

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 8D PARA RESOLUÇÃO DE DEFEITO EM UM
COMPONENTE DE UMA PÁ EÓLICA: ESTUDO DE CASO

Esta monografia apresentada no dia 12 de dezembro de 2022 como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção do Centro Universitário Fametro - UNIFAMETRO - tendo sido aprovado pela banca examinadora composta pelos professores abaixo:

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Karla Lúcia Batista Araújo
Orientador – Centro Universitário Fametro

Prof.^o. Esp. Renan Torquato Almeida
Membro – Centro Universitário Fametro

Esp. Gabriel Higino Irineu Alcântara de Lima
Membro – Centro Universitário Ateneu

H722a

Holanda, Vitória Cordeiro de.

Aplicação da metodologia 8d para resolução de defeito em um componente de uma pá eólica: estudo de caso. / Vitória Cordeiro de Holanda. – Fortaleza, 2022.

45 f. ; 30 cm.

Monografia - Curso de Graduação Engenharia de Produção, Centro Universitário Fametro - Unifametro, Fortaleza, 2022.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Karla Lúcia Batista Araújo.

1. Pá eólica – Engenharia de Produção. 2. Metodologia 8D. 3. Gestão de qualidade – Engenharia de Produção. I. Título.

CDD 658.564

VITÓRIA CORDEIRO DE HOLANDA

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 8D PARA RESOLUÇÃO DE DEFEITO EM UM
COMPONENTE DE UMA PÁ EÓLICA: ESTUDO DE CASO

Esta monografia apresentada no dia 12 de dezembro de 2022 como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção do Centro Universitário Fametro – UNIFAMETRO – tendo sido aprovado pela banca examinadora composta pelos professores abaixo:

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Karla Lúcia Batista Araújo
Orientador – Centro Universitário Fametro

Prof.^o. Esp. Renan Torquato Almeida
Membro – Centro Universitário Fametro

Esp. Gabriel Higino Irineu Alcântara de Lima
Membro – Centro Universitário Ateneu

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me proporcionou a oportunidade de estar em uma universidade e permitiu concluir esta etapa com muito esforço e perseverança.

Agradeço aos meus pais e aos meus irmãos que foram extremamente importantes nesta caminhada! Foram essenciais me apoiando durante todo este período, com certeza sem eles tudo teria sido bem mais difícil de suportar o processo e alcançar meus objetivos.

Agradeço aos meus amigos de graduação que tornaram a caminhada muito mais leve. A partilha do conhecimento foi incrível e imprescindível para que eu chegasse até aqui.

Agradeço também a duas mulheres, Karla Batista e Danielle Kely, que foram inspirações para minha vida profissional e pessoal. Foram as duas primeiras mulheres engenheiras que tive uma grande admiração, duas grandes profissionais na época e hoje conseguiram potencializar a minha admiração como grandes mães que se tornaram.

Não tente achar um atalho, porque não há atalhos. O mundo é uma luta, é árduo, é uma tarefa penosa, mas é assim que a pessoa chega ao pico.

Osho.

RESUMO

Seguindo o cenário econômico atual, o mercado tem sido cada vez mais exigente quanto a qualidade. O que mantém uma empresa sempre em destaque nesta competitividade mercadológica é a garantia da excelência operacional aliada ao baixo custo de produção, com isto as indústrias buscam cada vez mais a aplicação de ferramentas e métodos que auxiliem em seus processos produtivos. A energia eólica vem se disseminando pela sua eficiência na captação de energias renováveis através das torres eólicas além de ser uma fonte de energia limpa. Foi mostrado a aplicação da metodologia 8D no processo de fabricação de um componente de pá eólica denominado alma principal com o objetivo de identificar e atuar diretamente na eliminação da causa raiz de defeitos, potencializando o nível de qualidade desta peça e assim, evitar retrabalhos que influenciariam em atrasos na entrega final. Para a realização deste estudo foram seguidas as etapas para aplicação da metodologia, com o auxílio de uma equipe multidisciplinar e aplicação de ferramentas da qualidade fazendo todas as análises acerca do problema, validação de causas, identificação de causas raiz, implementação de ações e padronização dos processos após resultados satisfatórios das análises. Pode-se perceber a relação entre a metodologia utilizada para a resolução do problema e a diminuição da incidência de problemas de qualidade obtendo êxito na aplicação.

Palavras-chave: Qualidade. Causa raiz. Processo.

ABSTRACT

Following the current economic scenario, the market has been increasingly demanding in terms of quality. What keeps a company always in the spotlight in this market competitiveness is the guarantee of operational excellence combined with low production costs. With this, the industries increasingly seek the application of tools and methods that help in their production processes. Wind energy has been spreading due to its efficiency in capturing renewable energy through wind towers in addition to being a source of clean energy. It will be shown the application of the 8D methodology in the manufacturing process of a wind blade component called main soul in order to identify and act directly on the elimination of the root cause of defects, potentiating the quality level of this part and thus avoiding reworks that would influence delays in the final delivery. To carry out this study, the steps for applying the methodology were followed, with the help of a multidisciplinary team and application of quality tools doing all the analysis about the problem, validating causes, identifying root causes, implementing actions and standardizing processes after satisfactory results of the analyses. It is possible to see the relationship between the methodology used to solve the problem and the reduction of recurrence of quality problems, achieving success in the application.

Keywords: Quality. Root cause. Process.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Problematização e justificativa	12
1.2 Hipóteses	13
1.3 Objetivos	14
1.3.1 <i>Objetivo geral</i>	14
1.3.1 <i>Objetivos específicos</i>	14
2 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO	15
2.1 Administração da Produção	15
2.2 Definição de processos	16
2.3 Conceitos de qualidade	16
2.3.1 <i>Definição de processos</i>	18
2.3.2 <i>Metodologia 8D</i>	18
2.3.3 <i>5W2H</i>	21
2.3.4 <i>Brainstorming</i>	22
2.3.5 <i>Diagrama de causa e efeito (Ishikawa)</i>	23
2.3.6 <i>Método dos “5 porquês”</i>	24
2.4 Energia eólica	25
3 METODOLOGIA	27
3.1 A empresa	27
3.2 A peça: Alma principal	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1 Definição do Time	29
4.2 Descrição do problema	29
4.3 Ações de contenção	30
4.4 Identificação da causa raiz	30
4.4.1 <i>Análise das causas potenciais</i>	31
4.4.2 <i>Validação das causas</i>	31
4.4.2.1 <i>Material</i>	31
4.4.2.2 <i>Método</i>	31

4.4.2.3 Mão de obra.....	32
4.4.2.4 Máquina.....	33
4.4.2.5 Medição.....	33
4.4.2.6 Meio ambiente.....	33
4.4.3 <i>Análise da causa raiz</i>	34
4.5 Definição e implementação das ações corretivas e preventivas.....	35
4.6 Evidências dos resultados.....	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a sociedade vivencia a tendência de ampliar o uso de fontes de energia limpa, em detrimento da utilização de combustíveis fósseis, a fim de reduzir os impactos ambientais. A crescente relevância da geração de energia por meio de fontes renováveis é um fato, há diversas produções científicas e tecnológicas que estudam inovações nesta área.

A energia eólica vem se estabelecendo como uma das principais fontes renováveis, atualmente, proveniente da força do vento, possui baixo teor de emissão de gases além do baixo impacto ambiental a partir da captação por turbinas de aerogeradores que convertem em eletricidade.

Existe também um forte desenvolvimento das indústrias que atuam nesse ramo, como as indústrias fabricantes de pás eólicas.

O Brasil tem investido no aprimoramento para atrair investimento neste ramo eólico, esta área tem crescido rapidamente no país, embora esses planos ainda estejam em seus estágios iniciais, o progresso em energia renovável é inegável. O Brasil tem, atualmente, capacidade de produzir 22.000 MW de energia eólica e somente a região Nordeste é responsável por 20.000 MW, ou seja, mais de 90% da produção nacional. São 828 parques eólicos em operação no país, sendo 725 parques no Nordeste. (BRASIL, 2022).

No mercado global de energia eólica, as empresas fabricantes de componentes para aerogeradores têm o desafio de reduzir custos para tornarem-se aptas a competir no cenário mundial. Para reduzir custos é necessário identificar e reduzir desperdícios (perdas) provenientes, principalmente, dos processos produtivos. Dado este crescimento de parques eólicos, torna-se cada vez mais complexo os projetos sendo exigidas melhorias no processo de fabricação de seus componentes, considerando que as pás estão cada vez maiores em seu comprimento, com este aumento os componentes estão sujeitos a maiores esforços estruturais surgindo assim a necessidade de impulsionar o desenvolvimento na fabricação destas peças.

As perdas geradas por defeitos no processo de fabricação são bem comuns em um processo que não esteja bem definido, sendo necessário retrabalho ou até mesmo sucateamento das peças em determinadas situações. A garantia de qualidade das peças desde a definição dos processos até a liberação, se dá pelo envolvimento das equipes de produção, engenharia de processos e qualidade.

Mediante os fatos expostos, entende-se que a qualidade na fabricação das peças é primordial para a garantia de eficiência do produto, assim sendo necessário desenvolvimento nos assuntos que tratem dos defeitos que podem ocorrer na fabricação destes compósitos.

Buscando garantir um satisfatório nível de qualidade, utiliza-se cada vez mais de ferramentas para auxiliar na melhoria destes processos. Para a redução de erros, número de defeitos na fabricação e falhas em campo, a aplicação da metodologia 8D tem o intuito de auxiliar na garantia de qualidade quando o produto não está atendendo aos requisitos do cliente. Engloba oito disciplinas, aplicando um conjunto de ferramentas que são voltadas não somente para a qualidade do produto, mas para a ampliação da sinergia das equipes envolvida.

A aplicação da ferramenta, mostra-se uma excelente ação para melhorar a qualidade e a confiabilidade dos itens fornecidos.

O assunto abordado neste trabalho tem relevância devido ao grande número de defeitos presentes em uma peça pré-fabricada denominada de alma principal, ocasionando retrabalhos na peça e conseqüentemente paradas na linha gerando atrasos na produção e liberação final do produto atingindo indicadores e metas do setor.

1.1 Problematização e justificativa

A crescente utilização de fontes renováveis como as energias solar e eólica, deve minimizar os impactos causados pelo crescimento dos preços de mercado dos combustíveis fósseis e os baixos níveis das barragens nas hidroelétricas em épocas de estiagem.

Nos últimos anos, a energia eólica vem sendo apontada como a fonte de energia renovável mais promissora para a produção de eletricidade, em curto prazo. Conforme Shingo (1996) deve-se eliminar desperdícios no processo de manufatura ou entrega de serviço, termo definido como qualquer coisa que não agregue valor ao cliente ou que o consumidor não está disposto a pagar.

Sendo um pilar fundamental para a perenidade de pequenas e grandes empresas, a qualidade do produto é de suma importância para o estabelecimento da empresa diante do mercado tão competitivo. Quando o processo não é capaz de

garantir a qualidade do produto oferecido, é necessário análises acerca do defeito apresentado com foco na melhoria contínua do processo.

Portanto, a implementação dessa prática de gestão da qualidade no processo de pré-fabricado torna-se viável por meio da correção e até antecipação dos possíveis defeitos que podem originar da fabricação, com a finalidade de garantir a qualidade do produto, a redução nos níveis de retrabalho no processo e a agilidade na tratativa de falhas.

A metodologia 8D tem como objetivo auxiliar nesta busca pela excelência, englobando as mais diversas ferramentas da qualidade, com uma metodologia de fácil utilização e de abordagem multidisciplinar. Utilizando a metodologia de forma coerente, inúmeros ganhos podem ser obtidos, como um sistema com diversas informações acerca das ações executadas e seus respectivos ganhos, tendo um histórico sobre o problema e gerando um banco de dados auxiliando na garantia da qualidade dentro da empresa.

Diante do apresentado, a justificativa deste trabalho é caracterizada pela análise do nível de defeitos que se encontrava acima do tolerável, e aplicação da metodologia utilizada para a mitigação das causas detectadas deste problema em um dos processos produtivos de fabricação de Pás eólicas.

1.2 Hipóteses

Em diversas empresas e nos mais variados ramos da indústria a qualidade vem sendo fator primordial se tornando prioridade número um. O uso de metodologias e ferramentas da qualidade estão presentes a todo momento auxiliando nesta busca do aperfeiçoamento.

A hipótese levantada é que a partir da evidência de falha apresentada, a utilização da metodologia 8D irá auxiliar na contenção deste defeito em específico garantindo um processo estruturado, conhecendo as causas deste defeito a partir de dados, histórico, número de ocorrências etc. Assim sendo possível realizar um plano de ação focado na redução do impacto destes problemas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Aplicar a metodologia 8D seguindo suas etapas para a resolução de defeitos em um componente de pá eólica denominado de alma principal.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar e analisar as causas potenciais do defeito denominado aerado no processo de laminação do componente;
- Fazer análise de causa raiz do defeito;
- Elaborar ações corretivas e preventivas para eliminá-los ou minimizá-los.
- Apresentar os ganhos da aplicação do método nos indicadores de qualidade do processo;
- Padronizar o processo após definição dos procedimentos.

2 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

Foram apresentados os conceitos e definições da pesquisa bibliográfica realizada sobre os assuntos para embasar os estudos sobre a metodologia 8D e as ferramentas que o auxiliam como: diagrama de causa e efeito, análise de causa raiz e plano de ação, além dos tópicos relacionados à produção, como processos e qualidade, baseados na consulta de livros de autores que são citados.

2.1 Administração da Produção

Segundo Rocha (2008), administrar a produção é lidar com os meios de produção como a matéria-prima, os equipamentos, a mão-de-obra etc., conseguindo alcançar o volume correspondente aos recursos utilizados e com a qualidade desejada. Neste sentido Corrêa e Corrêa (2011, p. 24) caracterizam a administração da produção como sendo a atividade de gerenciamento estratégico dos recursos escassos (humanos, tecnológicos, informacionais e outros), de sua interação e dos processos que produzem e entregam bens e serviços visando atender necessidades e/ou desejos de qualidade, tempo e custo de seus clientes.

A fim de atender aos desejos e necessidades dos consumidores, para Slack et al. (2008, p. 30), o gerenciamento de operações e de processos é a atividade de gerenciar os recursos e processos que produzem produtos e serviços.

Para Chiavenato (1991), a administração da produção cuida dos recursos físicos e materiais da empresa como as máquinas, os equipamentos, as instalações, as matérias-primas, os prédios etc. Seguindo isto a Administração da Produção é a parte da administração que comanda o processo produtivo através da utilização dos meios de produção e das funções gerenciais, buscando produtos ou serviços com elevados índices de desempenho e qualidade.

A partir de uma perspectiva operacional, a administração da produção pode ser vista como um conjunto de componentes, cuja função está concentrada na conversão de um número de insumos em algum resultado desejado (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2003, p.25), salientam ainda que essa conversão é denominada processo de transformação, ou seja, é a real conversão de entradas e saídas de um sistema de produção, geralmente tratado no núcleo técnico.

Segundo Rocha (1996), as indústrias, ao buscarem produtividade e uma base para se sustentarem no mercado em que estão inseridas, aceleram seu desenvolvimento por meio do acesso aos recursos tecnológicos, além do bem-estar de seus colaboradores e da valorização profissional do homem. Com maiores facilidades comerciais, hoje as empresas estão inseridas em um ambiente mais competitivo e instável com isso. Nos dias atuais, verificam-se constantes mudanças nos sistemas produtivos das organizações, uma vez que para elas crescerem no mercado necessitam produzir com qualidade e preço baixo.

2.2 Definição de processos

Segundo Harrington (1993, p. 10): “Processo é qualquer atividade que recebe uma entrada (input), agrega-lhe valor e gera uma saída (output) para um cliente interno ou externo, fazendo uso dos recursos da organização para gerar resultados concreto. Seguindo a mesma lógica para Alvarez (1992) Processo é uma sequência estruturada e predefinida de ações que transformam insumos em produtos, agregando valor através da manipulação deles, esta é uma definição de processo.

Para Campos (1992) o processo é um conjunto de causas que provoca efeitos, uma empresa é um processo e dentro dela existem outros processos. Para o autor o processo é gerenciado através de seus itens de controle que medem a qualidade, custo, entregas, moral e segurança de seus efeitos. Ainda conforme o autor a análise de um processo requer uma sequência de procedimentos lógicos, baseada em fatos e dados, com o objetivo de localizar a causa do problema e deve ser utilizada por todas as pessoas da empresa

2.3 Conceitos de qualidade

A qualidade do processo refere-se ao nível de perfeição de um processo, serviço ou produto. É a adequação conforme os requisitos estabelecidos pela empresa e pelos clientes.

Conforme Carvalho et. Al. (2005), ao longo do tempo houve mudanças consideráveis nos conceitos que dizem respeito a qualidade, que passou a ser vista como um dos principais elementos do gerenciamento das organizações. Afirma ainda que:

Esta nova perspectiva do conceito e da função básica da qualidade decorre, diretamente, da crescente concorrência que envolve os ambientes em que atuam pessoas e organizações. Como se percebe, a perspectiva estratégica da qualidade não apenas cria uma visão ampla da questão, mas, principalmente, atribui a ela um papel de extrema relevância no processo gerencial das organizações (CARVALHO, et. al., 2005, p.26).

Para Juran (1992), qualidade consiste na ausência de deficiências. Já para Deming (apud WERKEMA,1995), a qualidade é definida pelas exigências e pela necessidade dos consumidores. Como estas necessidades geralmente mudam, as especificações de qualidade estão em constante alteração.

De acordo com Campos (2014) um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo as necessidades dos clientes. Com essa descrição, fica claro que qualidade não é apenas ausência de defeitos. Qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade que é mais econômico, mas útil e sempre satisfatório para o consumidor (ISHIKAWA,1997).

Uma empresa terá maior ou menor qualidade na proporção em que consiga atingir esses objetivos, por meio de ações de monitoramento e controle do processo (TOFOLLI,2011). Campos (2004, p. 117) reforça que somente a qualidade no controle do processo não significa garantia de conformidade, pois o processo pode caracterizar-se sem a presença de qualquer tipo de avarias, fabricando um produto sem defeitos, mas com especificações que não atendem às necessidades do cliente

Qualidade é uma preocupação chave na maior parte das organizações. Bens e serviços de alta qualidade podem dar a uma organização considerável vantagem competitiva. Boa qualidade reduz custos de retrabalho, reclamações e devoluções e, mais importante, boa qualidade gera consumidores satisfeitos. Alguns gerentes de produção acreditam que, a longo prazo, a qualidade é o fator singular mais importante que afeta o desempenho de uma organização em relação a seus concorrentes. (SLACK, 2009, p.520).

2.3.1 Definição de processos

Segundo Harrington (1993, p. 10): “Processo é qualquer atividade que recebe uma entrada (input), agrega-lhe valor e gera uma saída (output) para um cliente interno ou externo, fazendo uso dos recursos da organização para gerar resultados concreto. Seguindo a mesma lógica para Alvarez (1992) Processo é uma sequência estruturada e predefinida de ações que transformam insumos em produtos, agregando valor através da manipulação dos mesmos, esta é uma definição de processo.

Para Campos (1992) o processo é um conjunto de causas que provoca efeitos, uma empresa é um processo e dentro dela existem outros processos. Para o autor o processo é gerenciado através de seus itens de controle que medem a qualidade, custo, entregas, moral e segurança de seus efeitos. Ainda conforme o autor a análise de um processo requer uma sequência de procedimentos lógicos, baseada em fatos e dados, com o objetivo de localizar a causa do problema e deve ser utilizada por todas as pessoas da empresa.

2.3.2 Metodologia 8D

Em busca de uma melhor gestão de qualidade voltada para o cliente, as indústrias cada vez mais investem em melhoria contínua. Uma das ferramentas mais utilizadas para otimizar a relação das indústrias com os clientes é a metodologia 8D, que, segundo Rambaud (2006), objetiva identificar e corrigir problemas, além de evitar sua recorrência, assim oferecendo maior confiabilidade do serviço a todos envolvidos. Dessa forma, a aplicação dessa metodologia também evita gastos de recursos como tempo, dinheiro e mão de obra. Para Carvalho e Paladini (2012), a metodologia 8D é de grande utilidade, pois estabelece uma prática padrão de análise com base em fatos e dados e com foco na causa raiz do problema a ser solucionado.

Segundo Vargas (2017) a ferramenta 8D consiste em uma sequência de ações que devem ser executadas desde a identificação do problema até o seu último passo, que corresponde à parabenização da equipe pelos resultados obtidos. Quando essa sequência é executada corretamente, os passos corroboram para solucionar o problema em curto espaço de tempo (TRETER; CATEN, TINOCO, 2014).

A metodologia é composta por oito etapas:

Etapa 1 - Definição do Time: Determinar um grupo pequeno de pessoas que conhece o processo e o produto capacitados em resolver os problemas, e ainda irá necessitar de um líder (GONZALES e MIGUEL, 1998). É desejável que seja formado por pessoas de diferentes áreas, como forma de proporcionar um melhor entendimento do processo como um todo. Dirigido por um líder que atribuirá as responsabilidades, o tempo para identificação do problema e a implementação das ações corretivas.

Etapa 2 - Descrição do problema: consiste em identificar e especificar o problema. Nesse sentido, deve-se buscar o máximo de detalhes para melhorar a identificação da causa raiz, podendo ser utilizada para tal a ferramenta 5W2H; Disciplina utilizadas as ferramentas da qualidade, procurando a os motivos das não conformidades, de forma objetiva, buscando saber sua origem, deixando bem claro os objetos alvos a servirem de base para a aplicação das ferramentas adequadas (GONZALES e MIGUEL, 1998)

Etapa 3 - Definição das ações de contenção: devem ser tomadas ações de contenção a fim de evitar que o problema atinja o cliente até que as ações definitivas, e, geralmente, de médio a longo prazo, sejam implementadas. É importante ressaltar que nessa etapa deve-se realizar o acompanhamento da eficácia das ações imediatas na resolução da não conformidade; fala das ações a serem tomadas de forma imediata, evitando que o problema tome proporções maiores, até que as ações corretivas sejam implantadas de maneira eficaz. (GONZALES e MIGUEL, 1998).

Etapa 4 - Análise da causa raiz: aqui são identificadas todas as possíveis causas da ocorrência do problema. Posteriormente, devem-se analisar cada causa com seu efeito e identificar a causa raiz da não conformidade. É importante que duas causas raízes sejam encontradas, sendo uma para a ocorrência do problema e outra para a não detecção da não conformidade no fluxo produtivo. Deve ser encontrada a causa raiz do problema, usando as ferramentas corretas e aplicáveis, essa é a fase mais complicada, a mais longa e mais exigente de todo o processo, sendo que a continuidade dos demais passos depende de sua eficácia (GONZALES e MIGUEL, 1998)

Etapa 5 - Definição das ações de correção: devem ser desenvolvidas ações corretivas permanentes visando a eliminar a causa raiz do problema. Caso

necessário, podem ser definidas ações de reação, a fim de evitar atrasos em sua implementação; nesta disciplina, é realizada a aplicação de ações corretiva com objetivo de eliminar a causa raiz e seus efeitos indesejáveis, para não causar problemas ao cliente, com a necessidade de avaliar os recursos disponíveis antes da tomada de decisões (GONZALES e MIGUEL, 1998).

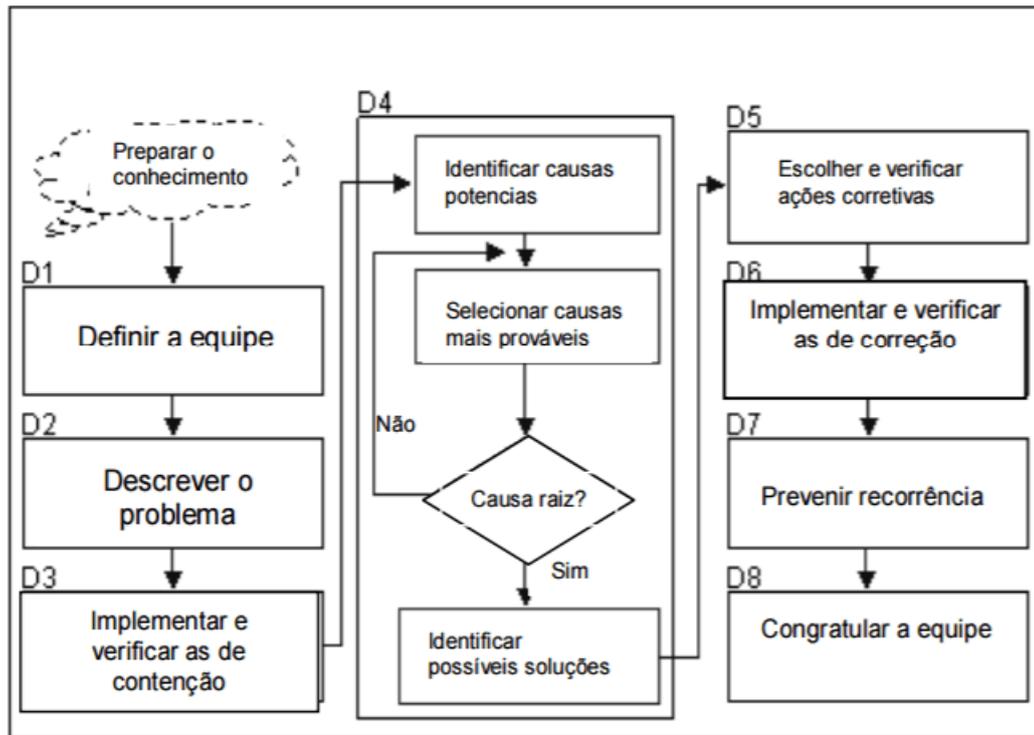
Etapa 6 - Implementação das ações corretivas: é quando ocorre a implementação das ações corretivas. Implementa-se e valida-se as ações corretivas permanentes em execução, determinando os controles para assegurar a eliminação da causa raiz do problema. Deve-se monitorar a eficácia das ações, ou se necessário, acionar novas ações. Implementar a ação corretiva e assegurar-se de que ela evite repetição através de monitoramento por um longo tempo (GONZALES e MIGUEL, 1998).

Etapa 7 - Ações preventivas: Esta etapa verifica se a ação foi eficiente, verificando a necessidade de mudanças nos procedimentos, instruções de trabalho, métodos, normas, plano de contenção, e outros documentos necessários (GONZALES e MIGUEL, 1998).

Etapa 8 – Análise do encerramento: deve-se fazer o reconhecimento da equipe participante, enfatizando o esforço empregado na resolução do problema e compartilhando as lições aprendidas em relação aos métodos utilizados.

Partindo do pressuposto que o problema já foi identificado, a metodologia define os oito passos a serem seguidos conforme demonstrado no fluxograma na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da Metodologia 8D para solução de problemas



Fonte: adaptado de Rambaud (2006)

Conforme Miguel (2001), os oito passos deverão ser todos usados quando a causa do problema é desconhecida ou quando a resolução do problema está para além da capacidade de uma só pessoa.

2.3.3 5W2H

Para Meireles (2001), a planilha 5W2H é uma ferramenta de planejamento e é feita através de um relatório em colunas, onde cada uma tem um título diferente e todas são perguntas, essa planilha é chamada de 5W2H porque são cinco perguntas que começam com W e duas com H, as perguntas são: - What? (o que?); - Why? (por quê?); - Who? (quem?); - Where? (onde?); - When? (quando?); - How? (como?); - How much? (quanto?).

Behr (et al., 2008) explica esse método como sendo um modo de estruturar as ideias de uma forma organizada e materializada antes mesmo de ser implantado alguma solução nas atividades. Essa metodologia possibilita que as informações importantes para o entendimento do plano sejam apresentadas através de respostas

simples e objetivas. Pode-se visualizar no quadro 1 a forma como podem ser apresentadas as perguntas necessárias nesta etapa do fluxo.

Quadro 1 – Modelo 5W2H

5W2H	Problema / Problem
<i>What is the issue?</i> <i>O que é o Problema?</i>	
<i>Why is it an issue?</i> <i>Por que isto é problema?</i>	
<i>When the issue was detected?</i> <i>Quando foi detectado o problema?</i>	
<i>Who detected the issue?</i> <i>Quem detectou o problema?</i>	
<i>Where the issue was detected?</i> <i>Onde o problema foi detectado?</i>	
<i>How the issue was detected?</i> <i>Como foi detectado o problema?</i>	
<i>How many parts were detected?</i> <i>Quantas peças tem problema?</i>	

Fonte: Elaborado pelo autor

A execução da ferramenta em forma de quadro, torna-a ainda mais fácil de ser compreendida e auxilia no entendimento dos problemas dispostos sobre a mesma.

2.3.4 Brainstorming

Brainstorming (ou "tempestade de ideias") é uma técnica usada com o intuito de aproveitar ideias e explorar a potencialidade criativa de um indivíduo ou de um grupo, de modo colocá-las a serviço de objetivos pré-determinados (SANTOS, 2004).

Segundo Maximiano (2012, p. 92), *brainstorming* (tempestade de ideias) é um procedimento de estímulo da criatividade, muito utilizado em processos sistemáticos de tomada de decisões. Opera com base em dois princípios – a suspensão do julgamento e a reação em cadeia, que fazem as pessoas exprimir-se livremente, sem receio de críticas. Também permite que as ideias se associem e gerem novas ideias, num processo em que o objetivo é assegurar grande quantidade de alternativas

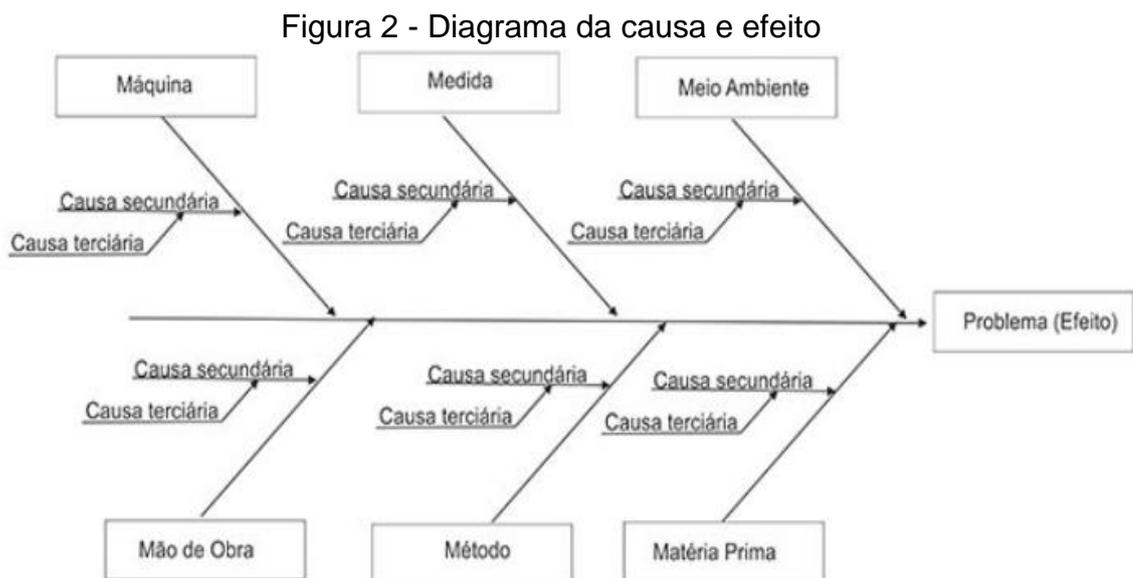
2.3.5 Diagrama de causa e efeito (Ishikawa)

De acordo com Hradesky (1989), os Diagramas de Causa e Efeito são também conhecidos como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Espinha de Peixe. Estes diagramas relacionam um efeito com suas possíveis causas.

Conforme Davis (et al., 2001), a ferramenta é uma representação gráfica usada como forma de análise para mostrar as causas ou fatores de influência, de um determinado efeito ou problema. O diagrama de causa e efeito também ficou popularmente conhecido como espinha de peixe devido à maneira que as informações são organizadas, lembrando o formato de um peixe. Também pode ser chamado de diagrama 6M, pois cada um dos seis fatores começa com a letra “M”, que são mão-de-obra, meio ambiente, máquina, matéria prima, método e medida.

A elaboração do diagrama de causa e efeito, diagrama de Ishikawa ou diagrama “espinha de peixe” é realizada registrando o maior número de possíveis causas, estabelecendo a relação de causa e efeito entre cada um dos motivos levantados, e colocando as causas gerais nas espinhas maiores e causas secundárias ou terciárias nas ramificações menores (CAMPOS, 2004).

A figura 2 mostra como se dá a estrutura de forma visual do diagrama.



Fonte: Adaptado de Miguel (2001)

Conforme Werkema (1995), a espinha de peixe permite a ordenação das informações, possibilitando a identificação das possíveis causas dos problemas, tendo o diagrama a finalidade de resumir e mostrar as causas dos problemas estudados, fazendo o papel de guia para identificação do problema raiz e para apresentação das medidas corretivas que deverão ser implantadas.

2.3.6 Método dos “5 porquês”

O método dos “cinco porquês” nada mais é que um meio de achar a causa raiz de um defeito ou problema. Foi desenvolvida pelo Sistema Toyota de Produção ao longo da evolução de suas metodologias de manufatura após a Segunda Guerra Mundial e é especialmente útil quando os problemas envolvem fatores humanos e interações no dia a dia dos negócios. (NASCIMENTO, 2011).

Para aplicação desta técnica, um indivíduo ou um grupo deve analisar as possíveis causas de um problema de maneira crítica, considerando a sua real participação no problema analisado. Apesar de ser uma técnica simples, o método dos “5 Porquês” costumam apresentar resultados significativos (WERKEMA, 1995).

A técnica dos 5 porquês tem aplicabilidade simples, visto que a ferramenta tem como propósito fazer o questionamento do “porquê” sobre a causa pressuposta, repetidamente até que se chegue na causa raiz (SELEME; STADLER, 2012).

O quadro 2 apresenta um exemplo de aplicação desta ferramenta, onde percebe-se a facilidade de executá-la. Ao chegar na última causa identificadas, é possível identificá-la como causa raiz do problema e tratar a partir desta definição.

Quadro 2 – Exemplo de aplicação dos 5 Porquês

Perguntas (porquês)	Respostas encontradas
Por que o produto não foi entregue?	Porque não tinha embalagem
Por que não tinha embalagem?	Porque a produção não entregou
Por que a produção não entregou?	Porque não tinha matéria-prima
Por que não tinha a matéria-prima?	Porque o fornecedor não entregou
Por que o fornecedor não entregou?	Porque houve atraso no pagamento

Fonte: Seleme; Stadler (2012)

Para a execução da ferramenta, não há obrigatoriedade da aplicação do “porquê” exatamente cinco vezes, visto que alguns casos específicos podem ser

ações superficiais. Visto isso, a causa raiz pode ser encontrada nos primeiros questionamentos (FERREIRA; SILVA; FAGNANI, 2017).

2.4 Energia eólica

Segundo Dalmaz et al. (2008), a milhares de anos a energia dos ventos tem sido utilizada para produzir trabalho, como movimentar embarcações, moer grãos, através dos moinhos de vento, bombear água, movimentar serrarias, entre outras aplicações.

Conforme Sektorov (1994, citado por LOPES, 2009) foi na Rússia, em 1931, que foram dados os primeiros passos para o desenvolvimento de turbinas eólicas de grande porte para aplicações eléctricas, com a primeira tentativa de ligar um aerogerador de corrente alternada a uma central termoeléctrica, o qual foi designado de Balaclava, um modelo avançado de 100 kW conectado por uma linha de transmissão de 6,3 kV de 30 km a uma central de 20 MW. Mas, foi a segunda guerra mundial (1939-1945) quem contribuiu para o desenvolvimento dos aerogeradores de médio e grande porte, visto que os países se esforçavam para reduzir os combustíveis fósseis.

As primeiras turbinas de eixo verticais usadas na Pérsia usavam o princípio do arrasto, porém estas possuíam baixo coeficiente de potência (ACKERMANN, 2005). Ademais, a velocidade das pás não pode ser maior do que a velocidade do vento, o que limita sua eficiência (CUSTÓDIO, 2009).

As modernas turbinas eólicas baseiam-se principalmente na sustentação aerodinâmica. Por definição, a lâmina é perpendicular à direção do fluxo de ar que intercepta as pás do rotor, e pela ação do rotor, ela provoca o torque necessário para sua eficiência (CUSTÓDIO, 2009).

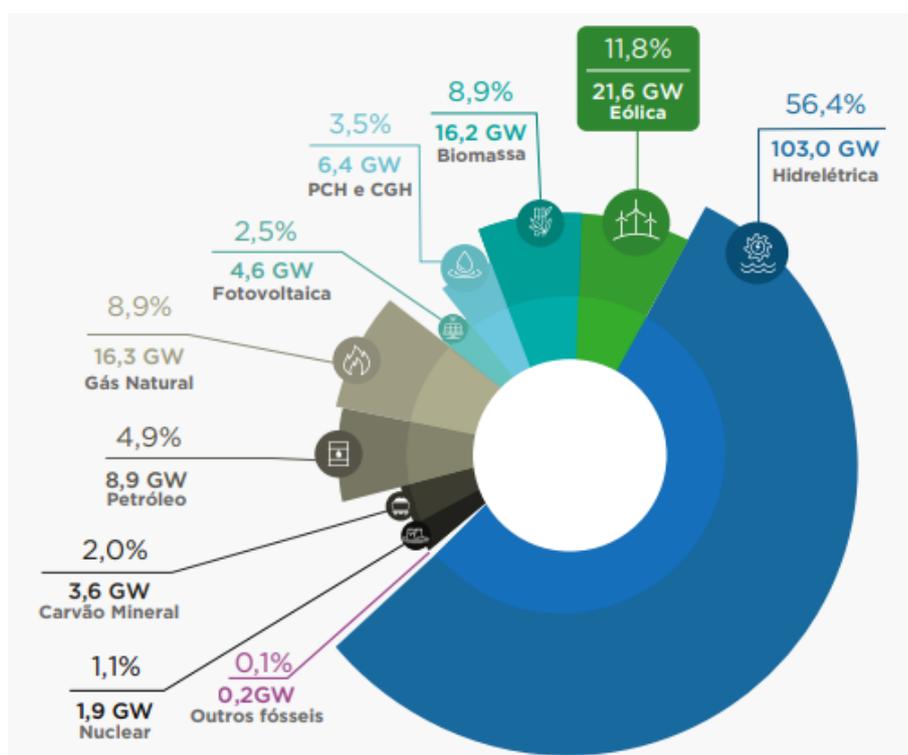
O choque petrolífero de 1973, acentuou a necessidade de assegurar a diversidade e segurança no fornecimento de energia, bem como a obrigação de proteger o ambiente, motivando um maior interesse pelas energias renováveis. A energia eólica tornava-se assim numa fonte de energia das mais promissoras, desenrolando-se programas de investigação e desenvolvimento sobre estas. (LOPES, 2009)

De acordo com a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica, 2021), o Brasil terminou o ano de 2021 com 795 usinas e 21,57 gigawatts de

capacidade de energia eólica instalada. Neste mesmo ano foram instalados 7,5 gigawatts de potência considerando todas as fontes de geração de energia elétrica, e a eólica foi a que mais cresceu em 50,91%.

A energia eólica atingiu uma participação de 11,8% da matriz elétrica brasileira, conforme ilustrado na figura 3 que contempla todas as fontes de geração de energia na matriz elétrica brasileira (ABEEólica, 2021).

Figura 3 – Matriz elétrica brasileira



Fonte: ANEEL (2021)

Os dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) complementam que o Brasil é um dos países com maior percentual de capacidade de energia voltada ao setor eólico em sua matriz energética, ocupando a terceira posição. No ranking mundial, o país ocupa a oitava posição em capacidade instalada de energia eólica, o que traz boas perspectivas de geração de energia, empregos e desenvolvimento para os brasileiros.

3 METODOLOGIA

Foi realizado uma pesquisa bibliográfica que serviu de embasamento para a construção de todas as fases da metodologia dando suporte ao estudo de caso, evidenciando o seu contexto e variáveis que o influenciam a fim de analisar, mitigar o problema e produzir conhecimento sobre o fenômeno apresentado. Segundo Silva e Menezes (2005), do ponto de vista de sua natureza, o trabalho de pesquisa aplicada corresponde ao envolvimento de interesses e ocorrências específicas, que têm por objetivo a geração de conhecimentos para aplicação prática e solução de problemas reais.

Neste trabalho será apresentado o processo de aplicação da metodologia 8D, envolvendo todos os detalhes na aplicação de cada disciplina da metodologia.

3.1 A empresa

A execução foi realizada em uma empresa no ramo de fabricação de pás utilizadas em geradores de energia eólica estando geograficamente em uma localização estratégica no Nordeste brasileiro que se privilegia nas importações e exportações. Fundada com o objetivo de se tornar uma referência no mercado no setor de fabricação de pás eólicas, a empresa conta com uma equipe de alta performance que executa processos com simplicidade, permitindo um ambiente de trabalho seguro e limpo, tendo como objetivo a alta qualidade, a eliminação de desperdícios e a satisfação dos nossos clientes.

3.2 A peça: Alma Principal

A peça utilizada para a aplicação da metodologia é uma peça pré-fabricada que compõe a estrutura interna da pá, possui a função de funcionar como um pilar, recebendo tensões de cisalhamento não permitindo que as cascas ovalizem ou empenem. A figura 4 mostra o formato da peça Alma principal.

Figura 4 – Formato de uma alma principal



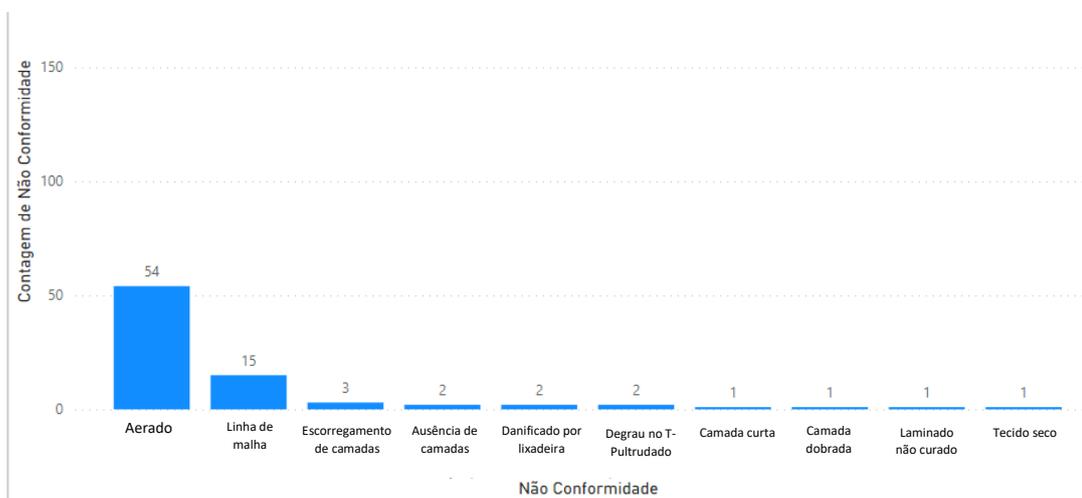
Fonte: Elaborado pelo autor

É uma peça razoavelmente fácil de produzir, possui 71 metros de comprimento iniciando com largura de aproximadamente 2,900m. A peça final constitui-se somente de resina, fibra de vidro e núcleo polimérico, mas são utilizados outros tipos de consumíveis para auxiliar na sua fabricação que são removidos antes da liberação do produto final.

3.3 O problema: Aerado

O defeito de aerado, ocorre pela não impregnação da resina em determinadas regiões da camada por algum motivo específico que comprometa o fluxo da resina no momento da infusão, seja camada contaminada, vácuo não conforme e até excesso de camadas na região. A necessidade de um trabalho específico e aprofundado no setor, se deu pela alta quantidade de defeitos de aerado na alma principal, com todas as peças produzidas com defeitos a quantidade de retrabalho estava sendo bem relevante influenciando na liberação de peças para finalização da pá. A Figura 5 mostra o gráfico que apresenta o defeito de aerado tendo a maior incidência nas três primeiras semanas após a mudança do tecido.

Figura 5 – Defeitos da alma principal



Fonte: Elaborado pelo autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da pesquisa seguem conforme sua execução seguindo o seu fluxo com base nas oito diretrizes da metodologia.

4.1 Definição do Time

A primeira etapa foi definir a equipe que trabalhou na resolução do problema. Pela exigência na qualidade, a definição da equipe envolve pessoas de diversas áreas com o intuito de formar uma equipe multidisciplinar. Cada membro possui uma relação direta com o produto.

O time foi composto por 1 integrante da qualidade, 2 da engenharia e 4 da produção, envolvendo engenheiro, analistas, operadores e coordenadores.

A posição de Líder do projeto foi ocupada pela analista de qualidade para realizar a condução das disciplinas da metodologia.

4.2 Descrição do problema

Foi realizada a primeira reunião para todos os envolvidos ficarem cientes das informações e do objetivo das ações. A incidência dos defeitos pode ser percebida a partir do atraso na entrega das peças e foi possível ver a quantificação de defeitos a partir de relatórios de qualidade da área onde o defeito de aerado encontrava-se como o primeiro no quesito número de defeitos.

Para um entendimento e especificação do problema utilizou-se os questionamentos da metodologia 5W2H conforme apresentado no quadro 3.

Quadro 3 - Descrição do problema

Qual é o problema?	Aerado na Alma principal
Por que isto é um problema?	Compromete o estrutural da peça
Quando foi detectado o problema?	Quando iniciou atraso na colagem de almas por falta de peças entre as semanas 30 e 31
Quem detectou o problema	Inspetor de qualidade
Onde foi detectado?	Laminação de pré fabricados
Como foi detectado?	Inspeção visual
Quantas peças foram afetadas?	67 peças entre as semanas 26 e 30

Fonte: Elaborado pelo autor

Foi feito o mapeamento das principais informações para a descrição do problema e baseado nos dados de relatório do BI o defeito teve um aumento em sua quantidade a partir da semana 26 que foi o período de transição de tecidos após mudança de fornecedor, em que o novo tecido de fibra utilizado exigiu ajustes nos processos por tolerar o mínimo de variação no processo.

4.3 Ações de contenção

Não sabendo ainda as causas raízes do problema, foram definidas algumas ações para um resultado imediato do problema mesmo que não fosse atacado a causa raiz, foram ações capazes de ter um melhor controle do processo até que fosse identificado a raiz do problema. O quadro 4 apresenta as ações executadas de imediato.

Quadro 4 – Ações de contenção

DEFINIÇÃO DA AÇÃO
Aumento do tempo de compactação das camadas para 60min. após aprovação do droptest.
Ajuste no plano de infusão
Aumento da quantidade de resina utilizada

Fonte: elaborado pelo autor

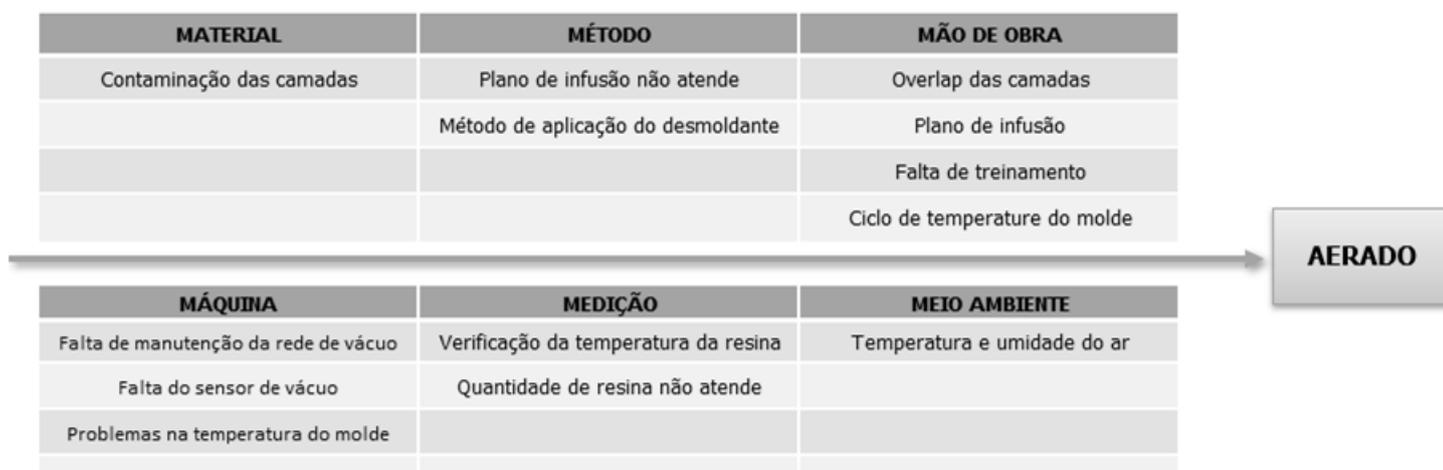
4.4 Identificação da causa raiz

Para investigação da causa raiz utilizou-se o diagrama de Ishikawa também conhecido como espinha de peixe ou método 6M e através de um *brainstorming* mapeou-se diversas hipóteses para a identificação das causas. Após a validação das causas, para a identificação da causa raiz, foi aplicada a metodologia 5 porquês identificando a causa raiz de cada ação validada.

4.4.1 Análise das causas potenciais

Após discussões sobre o problema, foram levantadas algumas hipóteses consideradas como causas que contribuísse com a geração do defeito. A figura 6 mostra estas hipóteses conforme a sua classificação dentro dos 6M (Material, Método, Mão de obra, Máquina, Medição e Meio ambiente).

Figura 6 – Diagrama de causa e efeito



Fonte: Elaborado pelo autor

Após a identificação, seguindo os conceitos da metodologia, iniciou-se o processo de validação das causas.

4.4.2 Validação das causas

A partir do levantamento das causas potenciais, foi realizado a análise de cada hipótese para tornar válida, ou não, para identificação da causa raiz.

4.4.2.1 Material

Contaminação das camadas: A contaminação das camadas influencia na impregnação da resina na camada, foi realizado a verificação das camadas no setor do corte, as suas condições de armazenamento, transporte e manuseio até o seu posicionamento final na laminação e descartou-se a possibilidade de contaminação nos tecidos.

4.4.2.2 Método

Plano de infusão não atende: O plano de infusão é o que definirá o fluxo da resina quanto a sua velocidade e impregnação na camada, portanto um fluxo inadequado poderá acelerar ou retardar a velocidade da resina propiciando um defeito. Após a ação de contenção verificou-se uma melhoria no laminado quanto ao defeito, porém não foi eliminado. É uma hipótese validada que será analisada para a definição de sua causa raiz.

Método de aplicação do desmoldante: Quanto ao método de aplicação do desmoldante foi realizado uma auditoria na aplicação do desmoldante, se o desmoldante não estiver curado corretamente irá contaminar as camadas, foi uma hipótese invalidada pois constatou-se uma correta aplicação e tempo e temperatura de cura conforme definido.

4.4.2.3 Mão de obra

Overlap das camadas: Realizado acompanhamento na laminação das camadas, a tolerância de sobreposição de camadas é de 75 +/- 25, ou seja, no encontro de camadas elas podem ter sobreposição de 50mm até 100mm, no R24000 foi verificado um excesso de sobreposição na mesma região. Este excesso de sobreposição influencia no fluxo de resina que pode ocasionar não impregnação da resina na região.

Plano de infusão: A montagem incorreta do plano de infusão poderá propiciar defeitos no laminado, porém foi constatado que após a mudança de fornecedor dos tecidos o que não atendia era o plano de infusão antigo então para o fator “mão de obra” esta causa é invalidada

Falta de treinamento: Foi feito um levantamento referente aos treinamentos das equipes nos procedimentos, todos eram treinados nos procedimentos, mas verificou-se necessidade de capacitação quanto aos procedimentos que envolviam o processo de infusão.

Ciclo de temperatura do molde: O pré-aquecimento influencia diretamente no fluxo da resina, pois uma peça com uma considerável quantidade de

camadas e sem determinado aquecimento é um fator para que a resina não siga o seu fluxo normalmente, necessário redefinir o tempo e temperatura de cura.

4.4.2.4 Máquina

Falta de manutenção da rede de vácuo: A rede de vácuo é o sistema que irá garantir a pressão necessária para a retirada de todo o ar da peça para a infusão. Mangueiras obstruídas, bicos com vazamento, válvulas comprometidas, são fatores para a não garantia do vácuo necessário para uma infusão de qualidade. Foram verificados sistema de todos os moldes e considerado uma hipótese válida para análise.

Falta de sensor de vácuo: O sensor de vácuo irá auxiliar na visualização da pressão em determinada região da peça. São utilizados sensores no início e no final da peça para um acompanhamento da pressão. Com falta deste sensor não será possível visualizar se está sendo atingida a pressão necessária para iniciar o teste de rede.

Problemas na temperatura do molde: O molde é dividido por zonas de aquecimento. É necessário acompanhar no PLC do molde se as zonas estão aquecendo conforme deve ser para cada processo. Foi considerado uma hipótese invalidada pois os moldes não apresentavam problemas nas zonas.

4.4.2.5 Medição

Verificação da temperatura da resina: Para o processo de infusão, a resina deve estar entre 28° e 32°C, abaixo do mínimo a resina estará fria não podendo fluir como deve e acima do máximo, ela já começa a gelatinar comprometendo o seu fluxo e impregnação na camada. Com acompanhamento, foi confirmado a verificação da temperatura de resina desde a retirada da máquina até a finalização da infusão, sempre dentro do especificado, portanto, foi considerado uma hipótese invalidada para análise de causa raiz.

4.4.2.6 Meio ambiente

Temperatura e umidade ambiente: A temperatura e umidade ambiente são fatores que influenciam no processo, uma camada úmida não irá garantir a

impregnação da resina, e um ambiente com temperatura não controlada comprometerá o fluxo da resina na infusão. A temperatura ambiente deve estar entre 18°C e 35°C e a umidade relativa do ar deve estar entre 20% e 70%. Foram realizadas as medições do ambiente e invalidado esta hipótese pois apresentaram valores dentro dos parâmetros definidos.

4.4.3 Análise da causa raiz

Para a identificação da causa raiz, foi utilizado a metodologia dos 5 porquês encontrando a sua verdadeira causa a partir dos questionamentos. O quadro 5 mostra os questionamentos acerca da causa validada para definição da causa raiz.

Quadro 5 – 5 porquês

Causa	1º Por quê?	2º Por quê?	3º Por quê?	4º Por quê?
Plano de infusão não atende	Porque a resina estava canalizando através do gap entre t-pultrudado e núcleo	O projeto permite esse gap entre t-pultrudado e núcleo		
	Gera defeito de aerado no externo e interno da peça	Dimensionamento do transfer incorreto	Aplicado plano antigo	
Excesso de camadas	Excesso de sobreposição	Camadas finalizando no mesmo local	Dimensionamento do comprimento das camadas	
Falta de capacitação operacional	Não age mediante a uma emergência	Não sabe conter uma emergência no processo	Não tem treinamento de técnicas do processo	
Falta de manutenção da rede de vácuo	Não garante a pressão necessária	Existem obstruções ou vazamentos na rede	Falta de inspeção	Plano de manutenção de rede não é seguido

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir de questionamentos realizados pela equipe envolvida na melhoria, chegou-se a raiz de cada causa que originava o defeito, conforme é possível visualizar no quadro acima as causas em destaque.

4.5 Definição e implementação das ações corretivas e preventivas

Após análises dos “5 porquês”, elaborou-se um plano de ação para cada causa raiz a fim de minimiza e até eliminar o defeito. O quadro 6 mostra as ações definidas para cada causa raiz.

Quadro 6 - Plano de ação

Nº	CAUSA RAIZ	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	RESPONSÁVEL
1	Plano de infusão não atende	Redefinição do plano de Infusão	Engenharia
2	Plano de infusão não atende	Mudança do tempo de abertura e fechamento de válvulas	Engenharia
3	Plano de infusão não atende	Definição da quantidade de resina	Engenharia
4	Plano de infusão não atende	Atualização do procedimento Operacional Padrão	Engenharia
5	Ciclo de temperatura do molde	Redefinir pré-aquecimento do molde	Engenharia
6	Excesso de sobreposição	Propor novo plano de camadas	Engenharia
7	Excesso de sobreposição	Revisão plano de corte	Engenharia
8	Excesso de sobreposição	Acompanhamento de três almas com o novo plano de corte.	Engenharia
9	Excesso de sobreposição	Emitir alerta de qualidade sobre sobreposição fora do especificado	Qualidade
10	Falta de manutenção das bombas de vácuo	Limpeza das bombas e pulmões do molde	Produção
11	Falta de manutenção das bombas de vácuo	Substituição das mangueiras e bicos da rede de vácuo do molde	Produção
12	Vácuo menor que o necessário	Reduzir a variação da pressão do teste de estanqueidade	Engenharia
13	Tempo de vácuo menor que o necessário	Aumentar tempo de peça em vácuo após teste de estanqueidade.	Engenharia
14	Tempo de vácuo menor que o necessário	Definir procedimento para teste de estanqueidade	Engenharia
15	Falta de técnicas no processo	Treinamentos de técnicas de infusão	Engenharia
16	Falta de técnicas no processo	Treinamento dos procedimentos desde a preparação de molde até a cura da infusão	Engenharia

Fonte: Elaborado pelo autor

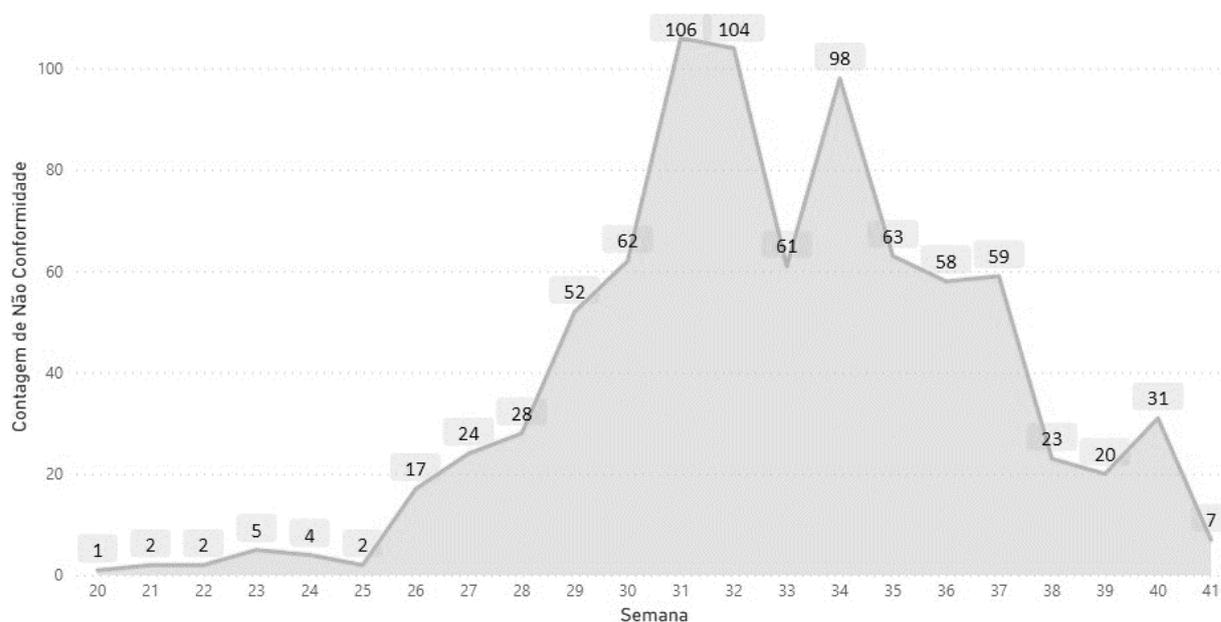
Os integrantes da equipe foram os responsáveis pela implementação das ações. Este plano de ação inclui ações corretivas e preventivas. Por motivos de *compliance*, não será evidenciado detalhes das ações implementadas.

4.6 Evidências dos resultados

Após todo o trabalho realizado obteve-se os seguintes dados apresentados de forma detalhada a partir dos relatórios de acompanhamento.

Os resultados após a implementação das ações corretivas foram bem satisfatórios. A figura 6 mostra o cenário com o histórico de 21 semanas. Pode-se visualizar na Figura 7, a quantidade de defeitos de aerado evidenciados da semana 20 à semana 41.

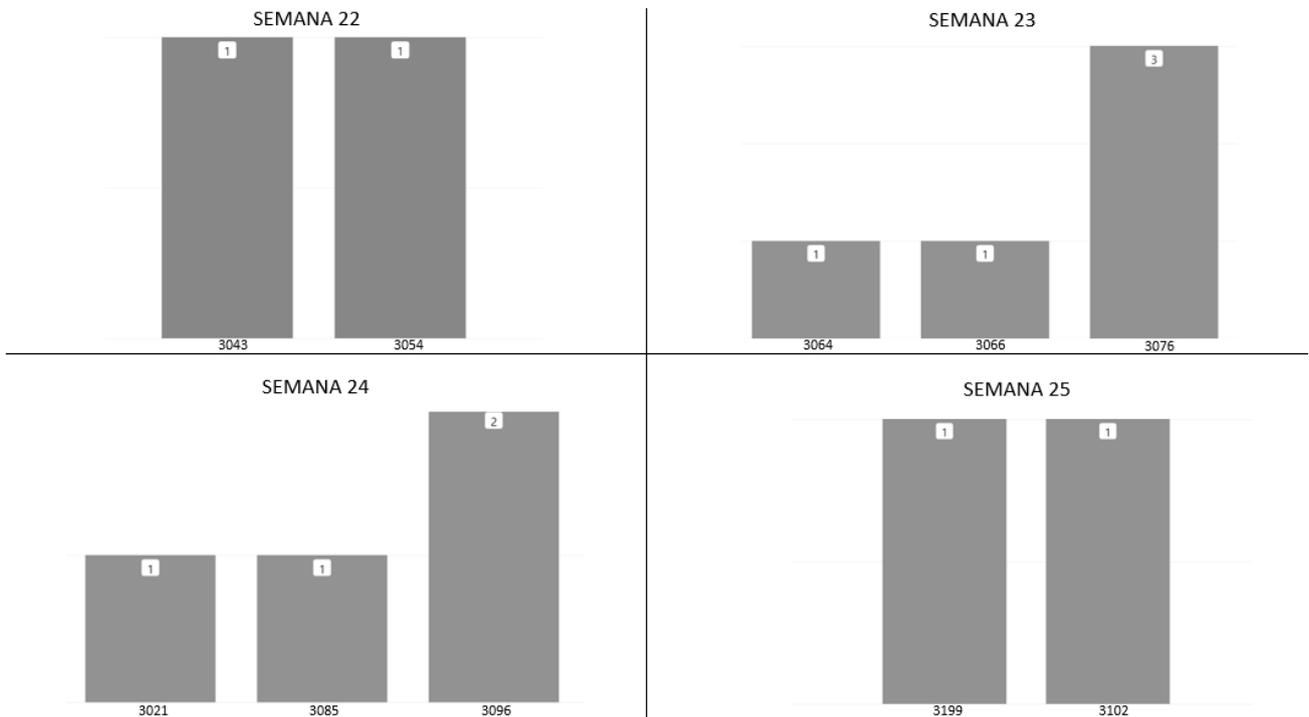
Figura 7 – Histórico de não conformidades x semana



Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando de forma mais detalhada, a Figura 8 mostra o período em que o processo estava bem estável antes de iniciar a utilização do tecido do novo fornecedor, mostrando as quatro últimas semanas antes do aumento de defeitos é possível visualizar a pouca quantidade de peças que apresentaram defeitos e a quantidade reduzida de defeitos por peças, uma média de 3 defeitos por peças.

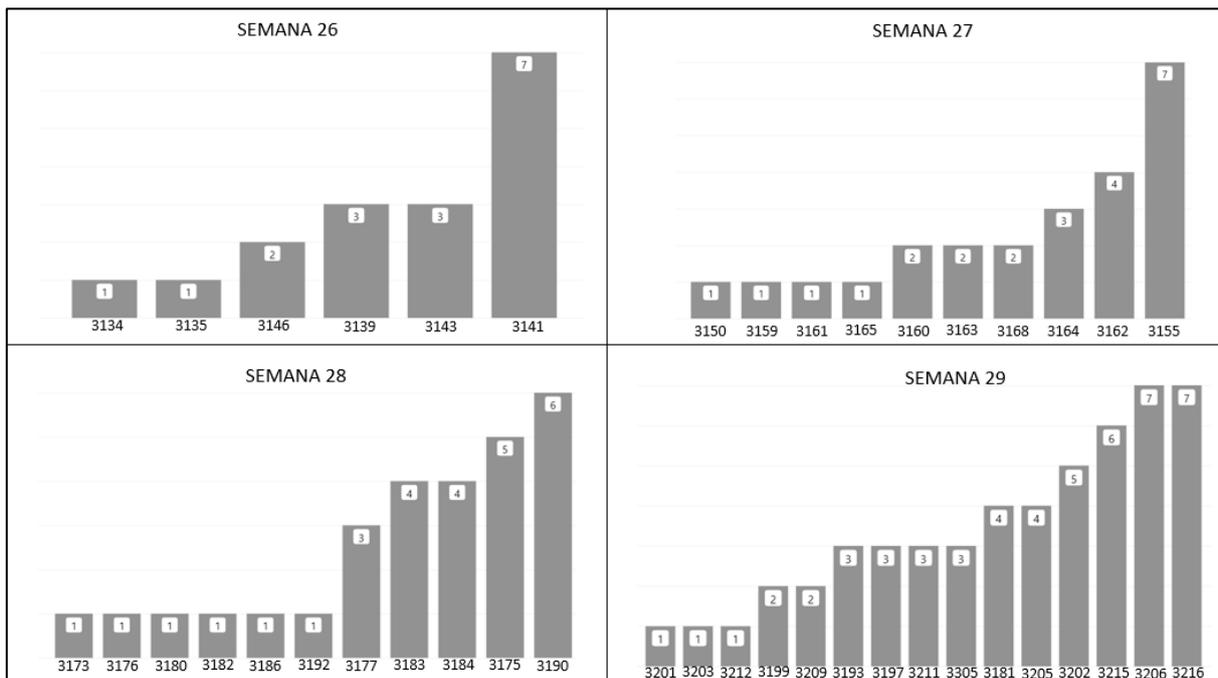
Figura 8 – Semana 22 a 25: Contagem de não conformidades x peça



Fonte: Elaborado pelo autor

Após o início da transição, houve um aumento bem relevante na quantidade de peças defeituosas e na quantidade de defeitos por unidade produzida conforme visualiza-se na Figura 9 que iniciou o período de transição dos tecidos.

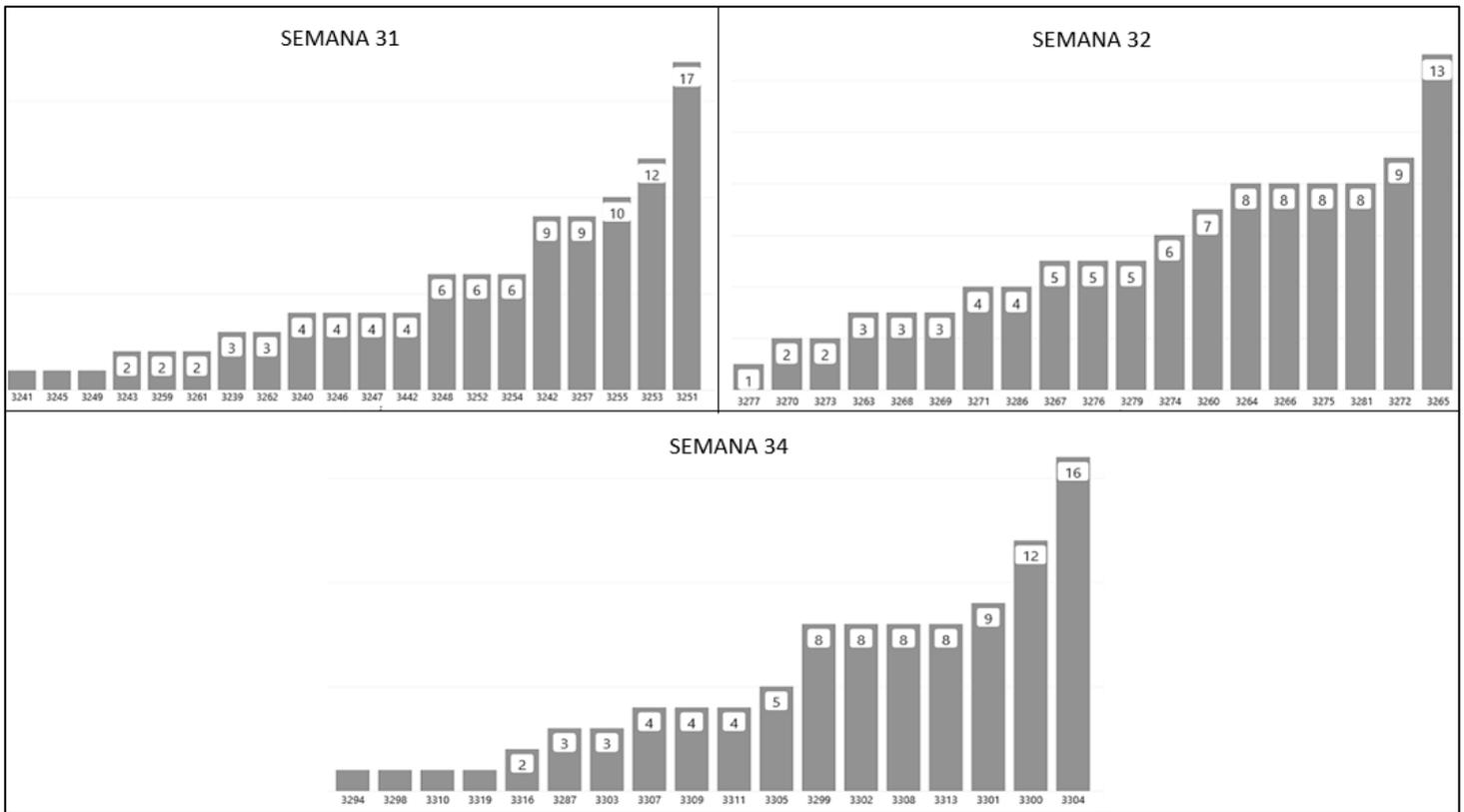
Figura 9 – Semana 26 a 29: Contagem de não conformidades x peça



Fonte: Elaborado pelo autor

As semanas com o maior pico no gráfico de defeitos por semana, são as semanas 31, 32 e 34. Todas as peças produzidas apresentaram defeitos, chegando até a 17 defeitos em somente uma peça, na Figura 10 visualiza-se estas incidências.

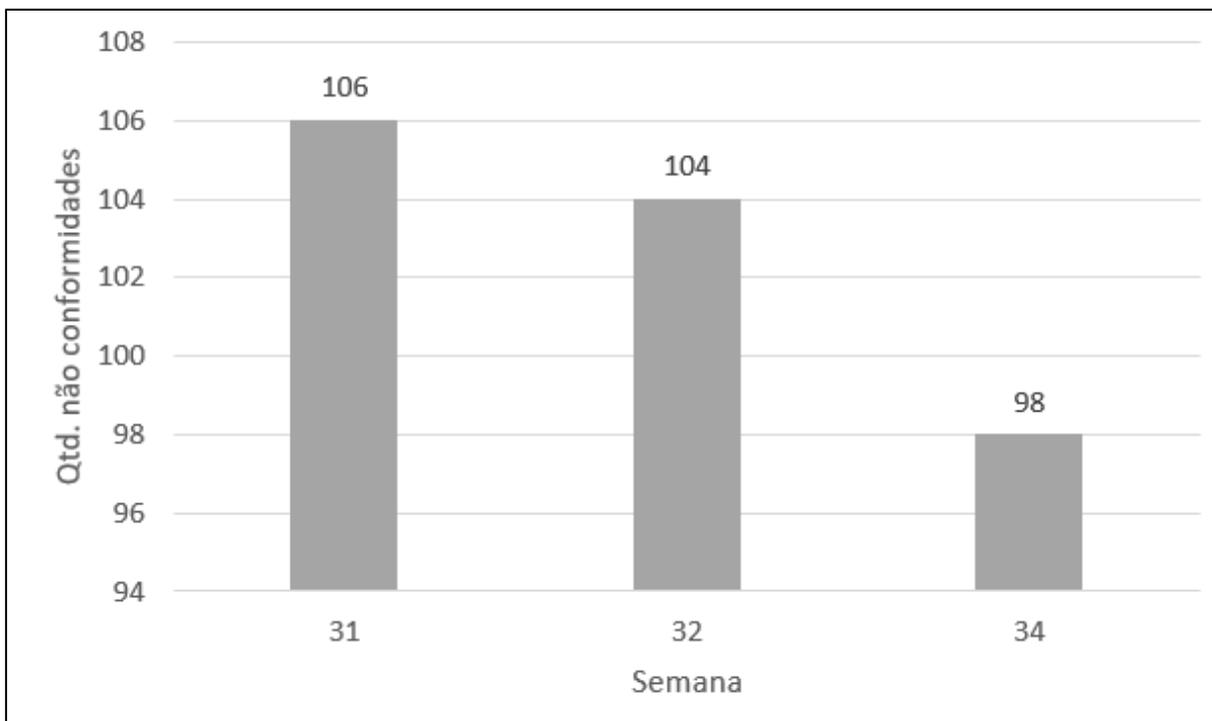
Figura 10– Semana 31, 32 e 34: Contagem de não conformidades x peça



Fonte: Elaborado pelo autor

A soma da quantidade de defeitos nestas três semanas que apresentaram o maior pico chegou em até 106 defeitos em somente uma semana. A figura 11 apresenta a quantidade total de defeitos por semana neste período mais crítico.

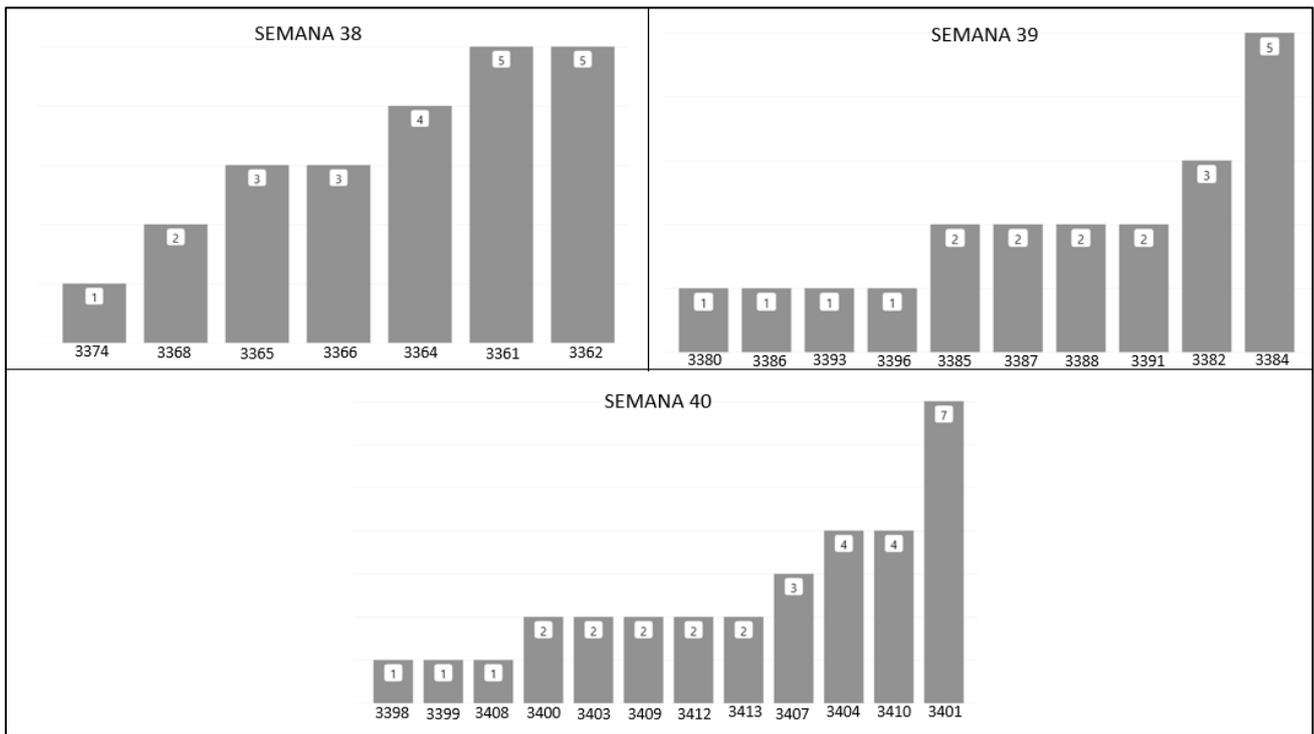
Figura 11 – Semana 31, 32 e 34: Contagem de não conformidades x semana



Fonte: Elaborado pelo autor

Na semana 35 já é perceptível uma redução dos defeitos após ações já implementadas, conforme mostrado anteriormente na figura 6 o gráfico apresenta uma queda considerável nesta redução e começa a ser perceptível os resultados quando comparado ao início do período de mudança do tecido. Na figura 112 apresentando as semanas 38, 39 e 40 mostra a redução detalhada de defeitos por peças.

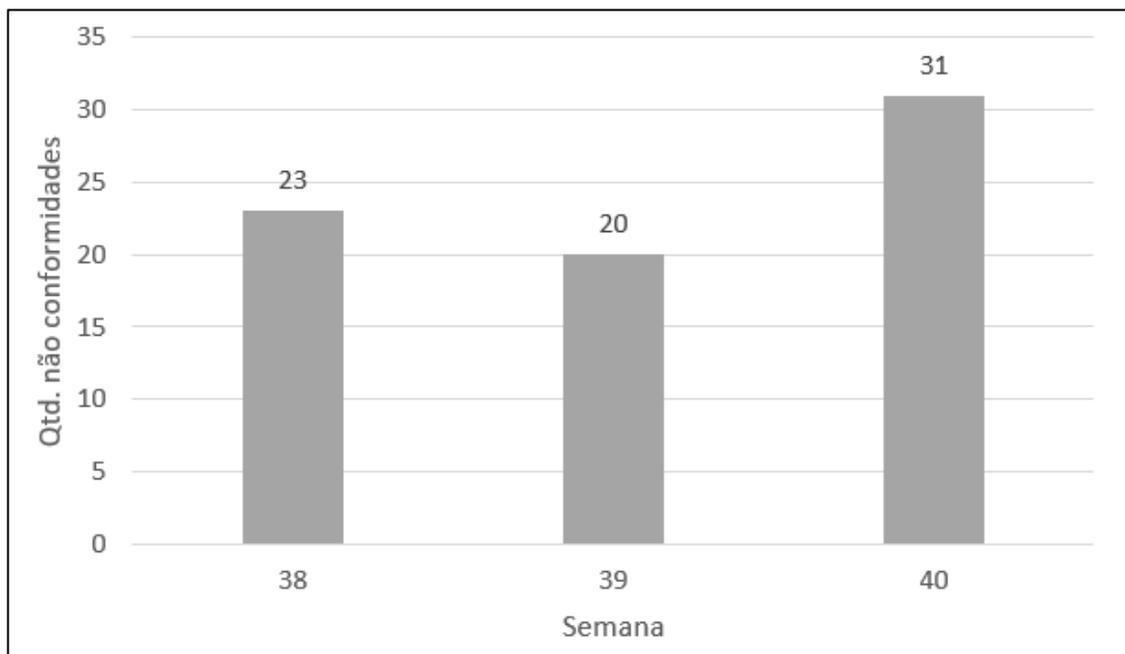
Figura 11 – Semana 38, 39 e 40: Contagem de não conformidades x peça



Fonte: Elaborado pelo autor

Comparado às semanas com o maior pico de defeitos, as semanas 38, 39 e 40 já mostra a quantidade máxima de 28 defeitos. A figura 13 já apresenta este resultado com números bem reduzidos comparando às semanas mais críticas.

Figura 13 – Semana 38, 39 e 40: Contagem de não conformidades x semana



Fonte: Elaborado pelo autor

Após a execução das ações e visualização dos resultados satisfatórias foram emitidos os documentos de redefinição do processo.

Para as mudanças de processo serem oficializadas de imediato, é emitido um documento identificado como “Circular Interna de Processos”, é um documento provisório com determinada data de vigência, até a atualização do Procedimento Operacional Padrão. Por motivos de *Compliance* os detalhes das ações são proibidos de serem divulgados externamente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a aplicação da metodologia 8D ela apresentou-se eficaz na solução de problemas referentes aos defeitos em compósitos por meio do processo de infusão. Suas disciplinas possuem relevante importância na resolução de defeitos devido à complexidade das etapas de fabricação. A partir do estudo apresentado a metodologia mostrou-se bastante satisfatória na solução dos defeitos no processo de fabricação de alma principal eliminando os custos da não qualidade.

Seguindo o fluxo de execução das disciplinas, todas as variáveis foram levadas em consideração para determinar a procedência dos defeitos. Com o *brainstorming* foram identificadas todas as causas potenciais do defeito apresentado, podendo a partir da validação de cada uma determinar a origem de cada causa validada. O plano de ação elaborado também foi efetivo, após a execução das ações foi possível visualizar os resultados e melhoria nas peças reduzindo de forma considerável os defeitos. A partir dos relatórios de qualidade visualizou-se os ganhos com as atividades executadas reduzindo a quantidade de retrabalho nas peças e finalizando com a padronização, que após todas as mudanças realizadas ocorreu a redefinição do processo, atualizando procedimentos padrões, treinando e qualificando os envolvidos nas atividades.

A prática da ferramenta elevou o nível do setor contribuindo com a melhoria contínua de suas atividades podendo ser aplicada em outros processos aumentando assim a sua competitividade em termos de qualidade além de que o método possibilitou uma abordagem ampla, flexível e aprofundada do problema, bem como a integração dos profissionais de distintas áreas.

REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA (Associação Brasileira de Energia Eólica). Boletim Anual de Geração Eólica 2021. Disponível em: <<https://abeeolica.org.br/energia-eolica/dados-abeeolica/>> Acesso em: 22 de outubro de 2022

ALVAREZ, María Esmeralda Ballesterro. **Gestão de qualidade, produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2010.

BEHR, Ariel et al. **Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca**: Ci. Inf., Brasília, vol 37 nº 2 ago 2008, p 32- 42.

QUEM SOMOS NOSSA HISTÓRIA, **Aeris energy**. <<https://www.aerisenergy.com.br/pt-br/quem-somos-nossa-historia>> Acesso em 16/11/2022

BRASIL, Energia eólica registra primeiro recorde de geração instantânea de 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/noticias/energia/08/energia-eolica-registra-primeiro-recorde-de-geracao-instantanea-de-2022>> Acesso em: 17/10/2022.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. 8. ed. Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004

CAMPOS, V. F. **TQC - Controle da qualidade total**. 8. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004

CAMPOS, Vicenti Falconi. **TQC: Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Bloch, 1992.

CARVALHO, Marly Monteiro de, et al. **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005

CARVALHO, Marly. PALADINI, Edson. **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. 2° ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CHIAVENATO, Idalberto. **Iniciação à administração da produção**. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2011. 690p.

CROSBY, Philip B. **Qualidade é investimento**. 2 ed., Rio de Janeiro, 1986

CUSTÓDIO, Ronaldo. S. **Energia Eólica para Produção de Energia Elétrica**. Rio de Janeiro: Eletrobras, 2009. 295 p.

DALMAZ, A.; PASSOS, J. C.; COLLE, S.. **Energia eólica para geração de eletricidade e a importância da previsão.** Revista ABCM – Engenharia, v.13, n.1, 2008

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção.** 3 ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2003. 598p

GONZALES, J. C.S.; MIGUEL, P. A. C. **Uma contribuição à interpretação da QS9000.** ENEGEP 1998. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART017.pdf>. Acesso em: 22 de outubro de 2022.

HARRINGTON, H. J. **Aperfeiçoando Processos Empresariais.** São Paulo: Makron Books, 1993

HISTÓRIA DA ENERGIA EÓLICA. Energês, a linguagem da energia, 2020. Disponível em: <<https://energes.com.br/historia-da-energia-eolica/>>. Acesso em: 22 de outubro de 2022.

HRADESKY, John L. **Aperfeiçoamento da Qualidade e da Produtividade: guia prático para a implementação do controle estatístico de processo – CEP.** São Paulo; McGraw-Hill, 1989.

ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total à maneira japonesa.** 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

LOPES A. M.. **Produção Eólica e Enquadramento Técnico-Económico em Portugal.** Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores) – Major Energia, 2009.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à Administração.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

MEIRELES, Manuel. **Ferramentas administrativas.** São Paulo: Arte e Ciência, 2001.

MIGUEL, P. A. C. **Qualidade: enfoques e ferramentas.** São Paulo: Artliber Editora, 2001.

NASCIMENTO, A. F. G. **A utilização da metodologia do ciclo PDCA no gerenciamento da melhoria contínua.** Monografia (MBA em Gestão Estratégica da Manutenção, Produção e Negócios), Faculdade Pitágoras. São João Del Rey, 2011.

RAMBAUD, Laurie. **8D structured problem solving: a guide to creating high quality 8D reports (spiral-bound).** 1° ed. Breckenridge: Phred solutions, 2006.

ROCHA, Duílio Reis da. **Gestão da produção e operações.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008.

SANTOS, A. **Gestão da Qualidade.** Belo Horizonte: Fundação Getúlio Vargas, (2004).

SELEME, R; STADLER, H. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais.** Curitiba: Ibpex, 2012

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 3ª Edição. São Paulo. Editora Atlas, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; BETTS, A. **Gerenciamento de operações e de processos: princípios e prática de impacto estratégico.** 1 ed. São Paulo: Atlas, 2008. 552p.

TRETER, F. M.; CATEN, C. S. ten; TINOCO, M. A. C. **Utilização da análise de causa raiz e 8D nos atrasos de entrega de ordens de compra.** Gramado: Seprosul, 2013.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas Estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Vol. 2. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.